



MC-MEMORIA CONSTRUCTIVA Y DE CÁLCULO

MC0 ACTUACIONES

D.1 Trabajos previos y demoliciones

Para la implantación de la ampliación de 4+4 nuevas aulas de infantil y primaria y gimnasio, será necesarias las siguientes actuaciones:

- Se desmontará el cerramiento provisional perimetral.
- En el área de parcela actualmente ocupada:
 - Se demolerá el pavimento de las áreas afectadas por la implantación de los nuevos edificios.
 - Se demolerán la rampa de acceso en la zona infantil.
 - Se desmontará la puerta del distribuidor de infantil para la ampliación en dicha zona.
 - Se desmontará la puerta y tabique en el Hall de Fase I de Planta baja para la ampliación de la zona de Primaria en dicha planta.
- En el área de parcela libre:
 - Se desbrozará el área de parcela libre por completo.

D.2 Movimiento de tierras

En primer lugar, se realizará una limpieza y desbroce del terreno, para proceder al rellenado y vaciado para configurar las plataformas de explanación del proyecto:

Se indican las cotas de **suelo terminado** de las diferentes zonas. Las diferencias de nivel se salvarán fundamentalmente con taludes sobre el terreno natural o explanado y muros de contención en los desniveles mayores.

Se establecen las plataformas que se corresponden con:

- cota 0,00 nivelación Infantil =	665.59 (la existente para la zona infantil)
- cota 0,00 nivelación Polideportivo, Pistas Deportivas y aulas específicas =	661.09 (la existente del porche)
- cota suelo terminado nueva pista deportiva=	657.59

En el resto de documentos del proyecto se indicarán las cotas relativas a suelo terminado.

También se procederá al vaciado por medios mecánicos de los elementos de onón y zanjas de saneamiento. El vaciado para los elementos de cimentación superficiales se realizará hasta la cota de firme según las recomendaciones del estudio geotécnico.

Los cimientos profundos se realizarán in situ mediante barrenado con extracción de tierras.

Se procederá después al relleno, tendido y compactado de tierras en las zanjas mediante tongadas de no más de 30 cm de espesor.



MC1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO (CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO)

D.3 Saneamiento horizontal y evacuación de aguas

Antecedentes

El centro dispone de otro edificio sobre la parcela. Es por ello, que el sistema de saneamiento y evacuación de aguas que se plantea en el presente proyecto para dar servicio a las ampliaciones, acometerá al saneamiento existente.

Para protección de los edificios frente a la humedad del terreno, los forjados de planta baja, están elevados 0,90 m respecto a las cotas exteriores, sobre una cámara ventilada.

En el exterior de los edificios se ha previsto un drenaje perimetral, conectado a la red de pluviales.

Sistema Elegido

En la ampliación de aulas de Infantil, Primaria y en el edificio de Gimnasio, el sistema elegido para saneamiento es una red horizontal separativa, para fecales y pluviales.

Según lo indicado en el artículo 2 de la Sección HS5 del CTE, el diseño se ha tratado de realizar lo más sencillo posible, con distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos.

Se prevén elementos de registro para que toda la instalación sea accesible para realizar su mantenimiento y reparación y cierres hidráulicos para evitar el paso del aire contenido en la instalación.

La instalación no se utilizará para evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas pluviales y/o residuales.

La red vertical de pluviales y la red vertical de fecales son separativas. La red vertical de pluviales discurre por el interior de las fachadas, en mochetas, en los sitios indicados en planos. La segunda en la cámara bajo el forjado sanitario, igualmente, en los sitios indicados en planos.

Las dos redes horizontales discurren paralelas y desembocan en sendos pozos de registro en el exterior de los edificios. Posteriormente se incorporan a la red municipal, tras el paso por el pozo general de registro, ya cerca de la valla de cerramiento, en el lugar indicado en el plano de saneamiento.

Desagües aparatos Sanitarios

Los desagües de todos los aparatos sanitarios se han proyectado en tubería de PVC con accesorios del mismo material, fabricada según norma UNE 35114 parte II.

Los diámetros considerados para las tuberías de desagües de los aparatos son, según el DB-HS5 del CTE los siguientes:

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
Con cisterna	8	10	100	100
Con fluxómetro	-	4	-	50
Pedestal	-	2	-	40
Suspendido	-	3,5	-	-
En batería	3	6	40	50
De cocina	-	2	-	40
De laboratorio, restaurante, etc.	3	-	40	-
Lavadero	-	8	-	100
Vertedero	-	0,5	-	25
Fuente para beber	1	3	40	50
Sumidero sifónico	3	6	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	7	-	100	-
Cuarto de baño	8	-	100	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	6	-	100	-
Cuarto de aseo	8	-	100	-
(lavabo, inodoro y ducha)	-	-	-	-

EI

número de aparatos a desaguar es el siguiente:

Gimnasio (Pabellón):

- Aseo monitor:
 - 1 ducha (3 UD)
 - 1 lavabo (2 UD)
 - 1 inodoro (5 UD)
- Vestuario masculino
 - 3 duchas (9 UD)
 - 1 ducha adaptada (3 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 2 urinarios (4 UD)
 - 1 inodoro (5 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)



- Vestuario femenino
 - 3 duchas (9 UD)
 - 1 ducha adaptada (3 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 inodoro (15 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)

Todo ello supone un total de 84 unidades de descarga.

Infantil planta primera

- Aseo 1 alumnos:
 - 4 lavabos (8 UD)
 - 4 inodoro (20 UD)
- Aseo alumnos:
 - 4 lavabos (8 UD)
 - 4 inodoro (20 UD)

Edificio de Primaria (planta baja):

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 2 urinarios (4 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 2 inodoro (10 UD)
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 3 inodoro (15 UD)

Edificio de Primaria (planta sótano -1)

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 2 urinarios (4 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 3 inodoro (15 UD)
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 3 inodoro (15 UD)

Aulas Específicas (planta baja):

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 2 urinarios (4 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 1 inodoro (5 UD)
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado (2 UD)
 - 3 lavabos (6 UD)
 - 1 inodoro adaptado (5 UD)
 - 2 inodoro (10 UD)

Todo ello supone un total de 216 unidades de descarga.

La red de fecales de ambos edificios supone un total de 300 unidades de descarga.

La unión de tubos y piezas se realizará mediante adhesivo especial.

Los tubos no se podrán curvar, se emplearán piezas apropiadas. Únicamente se aceptarán curvas suaves para corregir la dirección del tubo, realizadas con aplicación del calor de forma que la temperatura absorbida por el tubo sea la necesaria para poder hacer la figura sin deformaciones ni reblandecimientos peligrosos.

Se instalarán los desagües de los aparatos por la cámara de la planta baja, con una pendiente mínima del 2.5 % y máxima del 10 %.

Cada aparato estará protegido por cierre hidráulico bien centralizado en bote sifónico o sifones individuales.

Canalones y Bajantes



La cubierta del edificio de primaria es una cubierta plana y los sumoideros están colocados en el lugar indicado en los planos.

La cubierta del edificio de gimnasio la cubierta también es plana.

Las bajantes de pluviales serán de tubería de P.V.C. de ϕ 110 mm. con piezas de derivación del mismo material, que discurren empotradas en mochetas por el interior de las fachadas y van fijadas a esta mediante abrazaderas también galvanizadas.

Para dimensionar estas bajantes de pluviales se han considerado, de acuerdo con el C.T.E. DB HS 5: la zona pluviométrica A y la superficie de los faldones de la cubierta.

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

La superficie construida de la ampliación del edificio de primaria es de 393,90 y tiene cuatro bajantes.

La superficie construida de gimnasio es de 623,18 m² y tiene seis bajantes.

Las bajantes de fecales serán de tubería de P.V.C. de ϕ 125 mm. con piezas de derivación del mismo material.

Colectores

Las condiciones que debe cumplir esta red se describen en el apartado 3.3.1.4.2. Colectores enterrados.

La red horizontal de saneamiento va enterrada en todo el perímetro exterior del edificio y colgada del forjado sanitario en aquellas zonas que transcurran por debajo del edificio con colectores, con un dimensionado adecuado. Se colocarán en todo su recorrido sobre una cama de hormigón H-100 de al menos 10 cm de espesor, teniendo especial cuidado al resolver las juntas entre tubos.

Las conexiones entre colectores se realizarán mediante arquetas de paso construidas en fábrica de ladrillo cerámico macizo sobre una base de hormigón en masa, enfoscada y bruñida en su interior. Las dimensiones son las indicadas en los planos.

Las conexiones entre colectores y las redes verticales se harán mediante arquetas a pie de bajante de similares características a las anteriores y nunca sifónicas. Se prevé que éstas dispongan de registros como elementos de conexión. Los cierres hidráulicos se dispondrán tal como se especifica en el anexo de cálculo y los planos de saneamiento correspondientes.

Las bajantes de pluviales y las de fecales, se recogen por medio de una red horizontal de saneamiento constituida por tuberías de P.V.C. (albañal) con soportes o apoyos mediante corchetes de hormigón o de ladrillo.

Para dimensionar los colectores de pluviales se han considerado de acuerdo con el C.T.E. DB HS 5 lo siguiente:

La zona pluviométrica A.

Los faldones de la cubierta, según el tramo.

Pendiente del 2.0 %.

Superficie proyectada (m²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Para dimensionar los colectores de fecales se ha considerado de acuerdo con el C.T.E. DB HS 5 lo siguiente:

Número de UD. de descarga

Pendiente del colector.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD				
Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Los diámetros de los colectores de fecales



s son de 160 y 200 mm. según se indica en los planos correspondientes (se adopta este diámetro mínimo 160 mm. debido a consideraciones de tipo práctico y de mantenimiento).

Los diámetros de los colectores de pluviales varían desde 160 mm. hasta 315 mm según se indica en los planos correspondientes (se adopta este diámetro mínimo 160 mm. por el mismo motivo comentado anteriormente).

Desde el último pozo general de registro (una vez unificadas aguas pluviales y residuales) hasta la red municipal el colector será de 315 mm. de diámetro

Estos colectores tendrán una pendiente mínima del 2.0 % y desaguarán por gravedad a un pozo de registro situado fuera del edificio, junto a la valla de cerramiento.

A partir de este último pozo de registro se ha proyectado una red de saneamiento exterior que conecta el alcantarillado municipal

El trazado propuesto en planos es orientativo pudiendo sufrir modificaciones en función de la profundidad del punto de desagüe.

Arquetas y Pozos

Las arquetas a pie de bajante, arquetas de paso, arquetas de registro serán de fábrica de ladrillo macizo de medio pie enfoscadas y bruñidas por el interior, con las dimensiones indicadas en los planos.

Los pozos de paso y registro serán de fábrica de ladrillo macizo de un pie enfoscados y bruñidos por el interior con las dimensiones indicadas en planos (todos ellos de diámetro 80 cm.).

Construcción

La instalación de evacuación de aguas se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

Se seguirán las condiciones establecidas en el apartado 5 de la sección HS5 para cada elemento de la instalación y se llevarán a cabo las pruebas indicadas en el apartado 5.6.

Materiales utilizados en las canalizaciones

Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- Tuberías de fundición según las normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000.
- Tuberías de PVC según las normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN ISO 1452-1:2010, UNE EN 1566-1:1999.
- Tuberías de (PVC-C) para saneamiento enterrado según norma UNE EN 1401-1:1998
- Tuberías de polipropileno 'PP' según la norma UNE EN 1852-1:1998.
- Tuberías de hormigón según la norma UNE 127010:1995 EX.

Materiales utilizados en los puntos de captación

Sifones

- Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm. Calderetas
- Podrán ser de cualquier material que reúna las condiciones de estanqueidad, resistencia y perfecto acoplamiento a los materiales de cubierta, terraza o patio.

Materiales utilizados para los accesorios

Cumplirán las siguientes condiciones:

- Cualquier elemento, metálico o no, que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá, en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se disponga.
- Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.
- Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
- Cuando se trate de bajantes de material plástico, se intercalará un manguito de plástico entre la abrazadera y la bajante.
- Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

Los productos de construcción que se empleen tienen que cumplir las características indicadas en el apartado 6 que de forma general define que los materiales tendrán:

- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- Impermeabilidad total a líquidos y gases.



- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Mantenimiento y Conservación

Para un correcto mantenimiento de la instalación se realizarán las operaciones de inspección y conservación que se observan en el apartado 7 de la Sección HS5 del CTE.

- Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro y bombas de elevación.
- Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
- Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos, cuando éste exista.

D.4 Cimentación y contenciones

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.

Características del suelo:

Según el estudio geotécnico el terreno está formado por tres unidades geotécnicas diferenciadas:

- Nivel 1-A. Cobertura vegetal areno-arcillosa con cantos dispersos, de color pardo, con espesores detectados comprendidos entre 0 y 0,60 m.
- Nivel 1-B. Aluvial cuaternario. Arenas finas-medias arcillosas con cantos dispersos, de color pardo claro. De compactación media y espesores entre 0 y 1,20 m.
- Nivel 2. Tosco y tosco arenoso. Terreno natural resistente constituido por Arcillas y limos arcillosos algo arenosos con pasadas de arcillas bastante arenosas, de color pardo. Espesor entre 1,20 y fin de sondeo. A partir de 7,35m de profundidad, arcillas arenosas de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.
- Nivel 3. Arena tosquiza. Arenas medias-finas arcillosas, de color pardo ocre. Compactación densa-muy densa. Espesor entre 9,80 y fin de sondeo.

Fin del sondeo a 12,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Se detecta el nivel freático, o un nivel de agua, a 10,50m de profundidad, según últimas observaciones realizadas el día 11/04/2016.

Parámetros geotécnicos estimados:

Atendiendo a estos condicionantes, según el estudio geotécnico la cimentación recomendada puede ser mediante zapatas aisladas sobre el Nivel 2.

La cimentación se plantea sobre zapatas aisladas, dispuestas bajo pilares, y zapatas corridas bajo muros.

Así pues, será necesario ejecutar una explanación escalonada de la parcela, con la que se retirará en su totalidad la cobertura superficial y se alcanzará el sustrato mioceno de elevada compactación, que estará formado principalmente por tosco arenoso y tosco, aunque en algunas zonas podría aflorar arena tosquiza.

La tensión admisible del terreno indicada en estudio geotécnico es de 2,50 kp/cm² en el nivel 2.

Cimentación:

La cimentación se plantea sobre zapatas aisladas, dispuestas bajo pilares, y zapatas corridas bajo muros.

El material adoptado es Hormigón armado HA-25/B/20/IIA y Acero B500SD.

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural atendiendo a elemento estructural considerado.

Se verificará que el terreno de apoyo de la cimentación tiene unas características geotécnicas regulares y que se corresponde con los suelos descritos.

Contenciones:

Debido al desnivel que presenta la parcela, se proyecta la ejecución de una plataforma a cota +661,09 m donde se construirán el polideportivo y las pistas exteriores. Además se plantea otra plataforma, a cota +665,59 m que servirá de porche a la ampliación de infantil.

Así pues, será necesario ejecutar una explanación escalonada de la parcela, con la que se retirará en su totalidad la cobertura superficial y se alcanzará el sustrato mioceno de elevada compactación.



I. MEMORIA

Se han proyectado varios muros de contención para la formación de las diferentes niveles proyectados. Se han considerado como muros trabajando en mensula, autoestables. Se ejecutaran encofrados a doble cara, rellenándose posteriormente con material seleccionado, compactado adecuadamente.

Los muros de cierre de la parcela se han considerado autoportantesn, ejecutados encofrados a una cara y hormigonados contra el terreno.

Se describe con más detalle en planos, en el anexo correspondiente de Cálculo de estructuras AM1 de los Anejos a la Memoria y en el apartado E.1. Seguridad Estructral DB-SE, dentro del E. Cumplimiento del CTE en el documento MJ Memoria Justificativa del Cumplimiento de Normativa.



MC2 SISTEMA ESTRUCTURAL

D.5 Estructura

La estructura de las actuaciones proyectadas se resuelve con pórticos metálicos y losas alveolares pretensadas, como elemento horizontal, con forjado térmico autoportante en planta baja.

Los pórticos metálicos, con protección al fuego mediante pintura intumescente o vermiculita, que arrancan desde la coronación de las vigas de planta baja. Se ha diseñado una estructura hiperestática de nudos rígidos, salvo indicación contraria de la documentación gráfica.

Las vigas de atado de las zapatas se elevan por encima de la plataforma de trabajo a realizar, sirviendo a su vez para el apoyo del forjado de planta baja.

Para realizar la conexión entre ambos elementos (cimentación y vigas de planta baja) se han previsto unos pilares enanos virtuales embebidos en la sección de vigas. En adelante estos enanos (formados con armadura longitudinal y transversal) los llamaremos arranques de pilares.

Sobre los arranques se dispondrán las placas de anclaje de la estructura metálica. Los pernos de anclaje de las placas se anclarán en el canto de las vigas con una longitud no inferior a la nominal según EHE.

La urbanización exterior, soleras, pistas polideportivas y aparcamientos no se consideran elementos estructurales principales, por lo que quedan al margen de la presente memoria técnica.

Las acciones consideradas para el cálculo de la estructura se obtienen de la aplicación del documento básico DB SE-AE Acciones en la edificación.

Los valores del peso propio de los elementos constructivos se han determinado como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios indicados en el Anejo C de DB SE-AE.

Para los tabiques ordinarios, cuyo peso por metro cuadrado es inferior a 1,20 kN/m², su grueso no excede de 0,08 m, y cuya distribución en planta es sensiblemente homogénea, su peso propio se ha asimilado a una carga equivalente uniformemente distribuida de 1,0 kN/m.

El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se han asignado como carga a sus elementos resistentes correspondientes. En caso de continuidad con plantas inferiores, se ha considerado, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.

El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas, transformadores, aparatos de elevación, enfriadoras, etc. se ha definido como acciones variables.

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso propio como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se han evaluado según establece el DB-SE-C.

Las acciones térmicas y reológicas no es necesario tenerlas presente, de acuerdo con la norma, al ser las distancias máximas entre juntas inferiores a 40 metros.

Los efectos de la **sobrecarga de uso** se han simulado mediante la aplicación de una carga distribuida uniformemente de acuerdo con el uso previsto en cada zona del edificio. Como valores característicos se han adoptado los indicados en la tabla 3.1. de DB-SE-AE.

Estas sobrecargas incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.

La sobrecarga de uso debida a equipos pesados, o a la acumulación de materiales en bibliotecas o almacenes no está recogida en DB-SE-AE, por lo que se han determinado de acuerdo con el criterio del proyectista. No se considera reducción de sobrecargas.

En las cubiertas del edificio se ha considerado una carga de nieve de 0,6 kN/m² (categorías de uso G1, según tabla 3.1 de SE-AE)

Otras acciones internas, tales como desplomes, desniveles, flexiones del forjado, etc, siempre que estén dentro de los límites permisibles, no es necesario considerarlas por cumplir los forjados con las condiciones de monolitismo y continuidad.

Las acciones y las resistencias de cálculo se mayorarán según los coeficientes indicados en la normativa adecuados para el nivel de control de la estructura.

Todos los forjados llevarán una capa de compresión y zunchos perimetrales de hormigón armado de resistencia característica mínima 25 N/mm², elaborado en central, con un mallazo electro soldado Ø 5 a 15 cm. y la armadura necesaria para negativos, según la instrucción EFHE, de acero B 500 S para barras corrugadas y B 500 T para mallas electrosoldadas. Se incluye el encofrado y desencofrado.

Se calcularán los forjados para la carga permanente y sobrecargas indicadas en el CTE.

Se describe con más detalle en planos, en el anexo correspondiente de Cálculo de estructuras AM1 de los Anejos a la Memoria y en el apartado E.1. Seguridad Estructural DB-SE, dentro del E. Cumplimiento del CTE en el documento MJ Memoria Justificativa del Cumplimiento de Normativa.



MC3 SISTEMA ENVOLVENTE

D.6 Cerramientos exteriores

Las fábricas de cerramiento se resolverán con ladrillo cara vista hidrofugado, enfoscado interiormente con espesor mínimo de 10 mm., y un trasdosado autoportante con perfilería y acabado interior con doble placa de cartón yeso, que será hidrófugo si la cara da a los aseos. El trasdosado tendrá una cámara interior de 10 cm y aislamiento de 9.8 cm de lana mineral [0.04 W/[mK]] y 0.2 cm de Polietileno de alta densidad (HDPE). Los pilares irán recubiertos con el trasdosado anterior; el aislamiento térmico recubrirá los pilares interiormente para evitar pérdidas energéticas y condensaciones superficiales por puentes térmicos.

Para evitar y controlar que los movimientos de las distintas unidades del edificio provoquen esfuerzos de tracción no deseados, que den lugar a la aparición de grietas en los cerramientos, en primer lugar, se tendrá en cuenta la limitación de las deformaciones estructurales; éstas no deben exceder de 8 mm para los elementos horizontales que únicamente sujetan el cerramiento de fábrica. En segundo lugar, hay que tener en cuenta que el posible pandeo lateral de los pilares, puede dar lugar a la aparición de empujes horizontales en las fábricas, por lo que no se permitirá el encuentro a tope entre pilares y muro de cerramiento, dejando al menos 5 mm de separación entre estos elementos.

Entre la estructura y el cerramiento ha de asegurarse la independencia previniendo durante la ejecución de los forjados, el dejar anclada a los frentes, una estructura auxiliar a base de perfiles metálicos que sujeten los diversos tramos de fábrica. Se dará continuidad a las juntas de dilatación de la estructura, manteniéndolas también en el cerramiento, dejando un sellado elástico para evitar la entrada del agua.

Además se ejecutarán las juntas de dilatación de las fábricas de ladrillo según las condiciones especificadas en el apartado de cumplimiento del DB-HS.

Fachadas de ladrillos cara vista y acabado de mortero monocapa en paños detallados en plano correspondiente de fachadas, con malla de refuerzo en el paso por frente de forjados, y en color a igualar con el resto de edificios del centro.

D.7 Cubiertas

En las ampliaciones proyectadas y el nuevo edificio del gimnasio se han proyectado con zonas de cubierta plana invertida no transitable.

Las zonas de cubierta plana estarán resueltas mediante solución invertida no transitable. Formación de pendientes con hormigón ligero, capa de mortero de 2 cm de espesor, imprimación asfáltica, impermeabilización adherida bicapa con lámina superior de betún modificado, y doble armadura de fibra de vidrio en lámina inferior y de poliéster en la superior. Aislamiento térmico de poliestireno extruido de alta densidad de 8 cm de espesor. Lámina geotextil de poliéster 150 g/m² de separación bajo grava de 10 cm de espesor. La densidad del conjunto de láminas impermeabilizantes será al menos de 6 kg/m². La pendiente mínima será del 1% y se dispondrá ventilaciones mínimas de 100 cm² y juntas de dilatación intermedias en tramos máximos de 15 metros.

Sobre los accesos a los edificios se disponen unos porches formados por una losa de hormigón armado in situ de 20 cm de espesor.

D.8 Carpintería exterior

Ventanas:

La carpintería exterior será de pvc en color similar al existente con hojas abatibles, correderas o fijas según se indica en los planos de detalle, con U del marco de 2.2 W/m² °K. Con persianas de pvc aislante de sistema monoblock.

No son necesarias barreras de protección en las ventanas, ya que la altura de antepecho es 1.00 m. Herrajes y tornillería de acero inoxidable.

Llevarán doble acristalamiento tipo climalit con una cámara de 12 mm y vidrios de seguridad (4+4) bajo emisivos, con junquillos que aseguren la inviolabilidad del acristalamiento. Éste llevará una junta perimetral de EPDM, con tapajuntas y vierteaguas clipables.

Puertas:

Puertas de aluminio lacado con hojas abatibles, acristaladas con vidrio de seguridad resistente a impactos nivel 2.

Con barras antipánico tipo "push" en las puertas de acceso/salida señaladas en plano correspondiente.

Cerrajería:

Bastidores perimetrales en tubo de acero lacado 120 mm, hojas abatibles y fijas según plano correspondiente. Tirador tubo 50 mm acabado en acero inoxidable. Herrajes colgar y seguridad de acero inoxidable. Cerraduras de seguridad maestreadas en accesos, cuartos de instalaciones y limpieza. 4 bisagras por hoja.

Puertas resistentes al fuego:

Llevarán certificado de homologación correspondiente garantizando el grado de resistencia, cumplirán la definición del CTE.

Barandillas y pasamanos:

En escaleras y rampas exteriores, las barandillas serán de reja trenzada modelo tipo BPA de trena metal o similar y se prolongarán 30 cm en arranque y fin.

El pasamanos estará a una altura de 1m., se dispondrá otro pasamanos a altura de 0,70m., según se especifica en el DB-SUA 4.2.4

Cumplirán las especificaciones de los artículos 3.2 y 4.3 del DB-SUA.



D.9 Vidriería

Llevarán doble acristalamiento bajo emisivos para mejor comportamiento energético, tipo climalit con una cámara de 12 mm y vidrios de seguridad, resistencia a impacto Nivel 2, con junquillos que aseguren la inviolabilidad del acristalamiento. Éste llevará una junta perimetral de EPDM, con tapajuntas y vierteaguas clipables.

El sistema y acristalamiento de aulas al interior será el adecuado para obtener el aislamiento acústico, en este caso Stadip Silence 6+6 con butiral acústico.

Las ventanas de aseos y cuartos de calderas llevarán butiral translúcido. Y las ventanas de aulas llevarán protección solar.

Vidrios de ventanas superiores de aulas de planta primera y gimnasio con protección solar integrada. Se colocarán espejos sobre los lavabos de todos los aseos y vestuarios de ambos edificios.

D.10 Aislamientos e impermeabilizaciones

Aislamiento térmico:

Los forjados de planta contarán con 5 cm. de EPS – Poliestireno Expandido.

En fachadas, relleno de cámara con aislamiento térmico de lana de roca de al menos 10 cm de espesor y barrera de vapor.

En cubierta plana, se pondrá aislamiento térmico de poliestireno extruido de alta densidad de 8 cm de espesor sobre la impermeabilización adherida

Aislamiento acústico:

Se colocará aislamiento acústico de forjado de piso, contra ruido de impacto y aislamiento acústico en tabiquería entre aulas. La maquinaria irá encapsulada para su aislamiento acústico. Y la vidriería incluirá aislamiento acústico (butiral) a ruido aéreo previsto en el documento de justificación del DB-HR.

Todos los espesores serán conforme a CTE y RITE.

Impermeabilizaciones:

En cubierta plana, impermeabilización adherida bicapa con lámina superior de betún modificado, y doble armadura de fibra de vidrio en lámina inferior y de poliéster en la superior.



MC4 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

D.11 Divisiones y albañilería interior

La tabiquería de división y distribución interior serán de cartón-yeso, formados por doble estructura de 70mm, resistente de acero protegida contra la oxidación, sobre la que se atornillan a cada cara dos placas de cartón yeso 15.15, con placa WA en cuartos húmedos. 15.15/70+70/15.15. con aislamiento térmico y acústico entre aulas y aulas y pasillos.

Las divisiones de las cabinas de inodoros en aseos y vestuarios se realizarán con tablero fenólico, hasta una altura aproximada de 2,10 sin llegar hasta el techo.

La formación de peldaños se hará con ladrillo cerámico perforado, recibido con mortero de cemento.

D.12 Carpintería interior

Puertas y ventanas:

Las puertas interiores serán de tablero aglomerado de 16 mm. canteado visto en "E", chapado con tablero de fibras, acabado con melanina con alto contraste cromático a definir por D.F., precerco de pino, cerco y tapajuntas de fibra de madera. Las manillas y escudos serán tipo Ocariz en acabado anodizado o acero.

Se colocarán ventanas interiores fijas de madera en los paramentos que separan las aulas infantiles de los pasillos y vestíbulo principal. Acristalamiento 6+6 con butiral acústico en las ventanas que separan aulas y pasillos.

Las puertas llevarán cierres de seguridad y amaestramiento.

Barandillas y pasamanos:

Las barandillas de las escaleras interiores serán de vidrio laminado 4+4 con lámina butiral, perfiles de aluminio lacado y se prolongarán 30 cm en arranque y fin. Los pasamanos a una altura de 1m y de 0,70m, serán de acero laminado lacado de tubo hueco circular de 50 mm de diámetro.

Cumplirán las especificaciones de los artículos 3.2 y 4.3 del DB-SUA.



MC5 SISTEMA DE ACABADOS

D.13 Solados, alicatados y zócalos

Solados:

- Infantil:

- Pavimento vinílico de pvc heterogéneo compacto en rollo, uso muy intenso. Rodapié de pvc p1509 gerflor o similar, en aulas.
- Pavimento de baldosa de gres compacto de 40x40 cm. acabado antideslizante en color a determinar por la D.F. reacción al fuego Efl. Resistencia al deslizamiento $15 < rd \leq 35$, clase 1. Para todas las zonas interiores secas. Resistencia al deslizamiento $35 < rd < 45$, clase 2, en aseos.

- Primaria:

- Pavimento de baldosa de gres compacto de 40x40 cm. acabado antideslizante en color a determinar por la D.F. reacción al fuego Efl. Resistencia al deslizamiento $15 < rd \leq 35$, clase 1. Para todas las zonas interiores secas. Resistencia al deslizamiento $35 < rd < 45$, clase 2. En aseos y cortavientos.

- Gimnasio:

- Pavimento de baldosa de gres compacto de 40x40 cm. acabado antideslizante en color a determinar por la D.F. reacción al fuego Efl. Resistencia al deslizamiento $15 < rd \leq 35$, clase 1. Para todas las zonas interiores secas.
- Resistencia al deslizamiento $35 < rd < 45$, clase 2. En acceso, distribuidor y vestuarios.
- Pavimento de baldosa micrograno de uso intenso acabado antideslizante en color a determinar por la D.F. reacción al fuego Efl. Resistencia al deslizamiento $15 < rd \leq 35$, clase 1. Para todas las zonas interiores secas.
- Resistencia al deslizamiento $35 < rd < 45$, clase 2. En cuarto de caldera exterior.
- Pavimento deportivo de caucho con soporte elástico tipo Mondosport o similar de 7 mm de espesor, según EN 14904, clase de reacción al fuego C_s-s2, resistencia al deslizamiento 80-110, absorción de impactos 25-75%, deformación vertical ≤ 5 mm, comportamiento vertical del balón $\geq 90\%$, comportamiento bajo carga rodante (1500 N) $\leq 0,5$ mm, resistencia a la abrasión ≤ 1000 mg, resistencia a huella remanente e impacto $\leq 0,5$ mm., recibido con pegamento sobre capa de pasta niveladora. En pista de pabellón deportivo.

- En exteriores:

- Pavimento de hormigón impreso similar al existente en tonos y acabados a decidir por la D.F.. Resistencia al deslizamiento $rd > 45$, clase 3.

Alicatados:

- Infantil, primaria y gimnasio:

- Revestimiento vertical de azulejo cerámico 20x20. Combinando piezas blancas y de colores a definir por la D.F., así como listelos decorativos a juego hasta cota de falso techo o cota superior de paramento. Reacción a fuego C-s2-20.
-

Zócalos:

- Infantil:

- Revestimiento mural vinílico heterogéneo tipo tapiflex excellence 65 de tarkett, h=1.00 m. rematado con junquillo de pvc gerflor o similar. Resto pintura color ral1014.

- Primaria y distribuidores:

- Revestimiento mural vinílico homogéneo tipo iq granit de tarkett, h=2.00 m. rematado con junquillo de pvc gerflor o similar. Resto pintura color ral1014.

- En gimnasio:

- Revestimiento vertical de caucho con soporte elástico, en color a definir por la D.F. hasta una altura de 2,00 m. Reacción al fuego C-s2, d0. En pista de pabellón deportivo.

D.14.- Falsos techos

Infantil, primaria y gimnasio:

- Falso techo acústico de lana mineral tipo rockfon ekla de 4 cm. de espesor con acabado inferior en color blanco. Reacción al fuego c-s2,d0, con faja perimetral de yeso laminado.
- En aulas, despachos, pasillos y RTIC.
- Falso techo de cartón yeso (hidrófugo en zonas húmedas) de 15 cm. Acabado pintado en color blanco. Reacción al fuego C-s2, d0.

D.15.- Pinturas

- En paramentos verticales (paredes) de edificio de infantil, primaria y gimnasio se aplicará:



I. MEMORIA

- Acabado de paramentos verticales con pintura plástica lisa en color a definir por la D.F. Reacción al fuego C-s2,d0. En cuartos técnicos (calderas y RTIC) y almacenes de suelos a falso techo. Y de parte superior del zócalo a falso techo en todas las estancias que tienen zócalo.
- **En paramentos horizontales (techos) de edificio de infantil, primaria y gimnasio** se aplicará:
 - Acabado de paramentos horizontales con pintura plástica lisa en color a definir por la D.F. Reacción al fuego C-s2,d0. En falsos techos de pladur y fajas de pladur perimetrales.
 - **En paramentos horizontales (techos) de porches y marquesinas** se aplicará:
 - Acabado de paramentos horizontales con pintura plástica lisa en color gris hormigón. Reacción al fuego C-s2,d0. En cara inferior de porches y marquesinas.
 - **Sobre carpintería metálica y cerrajería** se aplicará:
 - Acabado de carpintería metálica y cerrajería con pintura al esmalte satinado en color a definir por la D.F. Reacción al fuego C-s2,d0.
 - **Sobre columnas exentas** se aplicará:
 - Acabado con pintura al esmalte satinado en color a definir por la D.F. Reacción al fuego C-s2,d0.
 - **Sobre carpintería de madera** se aplicará:
 - Acabado de carpintería de madera interior o exterior con barniz sintético. Reacción al fuego C-s2,d0.

Ver planos de acabados.



MC6 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

D.16 Instalación de fontanería

Antecedentes

El centro dispone de otro edificio sobre la parcela. Sin embargo, la instalación de fontanería que se plantea en el presente proyecto, para dar servicio a los dos nuevos edificios, será independiente de la existente. Con nuevo armario de acometida en la Fachada de la Avenida Secundino Zuazo. Para dar suministro a la zona de Infantil en planta primera, se dejó prevista una acometida de agua en la planta primera para tal efecto, desde la que partiremos.

La instalación de suministro de agua cumplirá las condiciones establecidas en las secciones correspondientes del documento básico DB HS Salubridad.

El suministro de agua se realiza actualmente por el Canal de Isabel II.

Normativa

Para la realización del presente proyecto se han tenido en consideración las siguientes Normativas, Reglamentos y Ordenanza vigentes en la fecha de realización del mismo:

- Código Técnico de la Edificación. Documento básico HS-4. Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-IFF/1.973, (como norma de consulta).
- Normas UNE, de obligado cumplimiento, para el dimensionamiento de tuberías y, en general, cualquier otro elemento de la Instalación de agua.
- Normas de la Compañía Suministradora (Canal de Isabel II).

Descripción de la Instalación

Desde una nueva acometida se parte con una derivación exclusiva para los dos edificios (gimnasio, aulas de ampliación de la fase II y previsión para la fase III).

Instalación de alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo PPR75 de Polipropileno PN16, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Si bien el gimnasio es una edificación de una altura, el edificio de primaria posee dos alturas y según normativa del Canal de Isabel II y de la Comunidad de Madrid se hace necesaria la instalación de un grupo de presión:

“Es obligatorio que se disponga de un grupo de sobreelevación en las instalaciones interiores de todos los inmuebles a partir de dos alturas, excepto en viviendas unifamiliares, conforme a lo prescrito en la Orden 2106/1994, de 11 de noviembre, de la Consejería de Economía de la Comunidad de Madrid, por la que se establecen las normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua, o la vigente en cada momento.”

En un armario homologado, junto a una de las entradas del complejo, se instalará la derivación para el edificio.

En una arqueta, junto a la pared de uno de los dos nuevos edificios o en el interior, se instalará la llave de corte general del mismo.

La red general interior discurre por techo ya sea de la planta baja o de la planta primera, hasta los núcleos sanitarios, utilizando los soportes apropiados.

En cada núcleo se instalan las llaves de corte correspondientes.

El diámetro del ramal de distribución permanece constante, sin reducción, en el interior de cada núcleo sanitario.

Desde el ramal de distribución se alimenta a cada punto de consumo, con tubería multicapa PEX-AL-PEX de los diámetros señalados en los planos.

Las derivaciones a aparatos tienen los diámetros siguientes:



Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

La distribución interior en los núcleos se llevará junto al techo y se ramificará en las tuberías de recorrido vertical descendente hacia cada uno de los aparatos de consumo, empotradas.

En la red interior de agua fría se emplearán tuberías de Polipropileno reticulado tanto en la tubería de alimentación como en los distribuidores. Las derivaciones a aparato se realizarán en tubería multicapa PEX-AL-PEX. Las uniones entre las tuberías de PPR y PEX-AL-PEX se realizarán mediante prefitting.

Todas las tuberías que discurran por falsos techos irán aisladas para evitar condensaciones.

Los gastos unitarios mínimos considerados por aparato son los siguientes:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

A efecto de la instalación que se dimensiona el número de los aparatos sanitarios es el siguiente:

Gimnasio (Pabellón):

- Aseo monitor:
 - 1 ducha
 - 1 lavabo
 - 1 inodoro
- Vestuario masculino
 - 3 duchas
 - 1 ducha adaptada
 - 3 lavabos
 - 1 lavabo adaptado
 - 2 urinarios
 - 1 inodoro
 - 1 inodoro adaptado
- Vestuario femenino
 - 3 duchas



- 1 ducha adaptada
- 3 lavabos
- 1 lavabo adaptado
- 3 inodoro
- 1 inodoro adaptado

Infantil planta primera

- Aseo 1 alumnos:
 - 4 lavabos
 - 4 inodoro
- Aseo alumnos:
 - 4 lavabos
 - 4 inodoro

Edificio de Primaria (planta baja):

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 2 urinarios
 - 1 inodoro adaptado
 - 2 inodoro
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 1 inodoro adaptado
 - 3 inodoro

Edificio de Primaria (planta sótano -1)

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 2 urinarios
 - 1 inodoro adaptado
 - 3 inodoro
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 1 inodoro adaptado
 - 3 inodoro

Aulas Específicas (planta baja):

- Aseo masculino alumnos:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 2 urinarios
 - 1 inodoro adaptado
 - 1 inodoro
- Aseo femenino alumnas:
 - 1 lavabo adaptado
 - 3 lavabos
 - 1 inodoro adaptado
 - 2 inodoro

4.- CALCULOS JUSTIFICATIVOS

DATOS DE LA INSTALACION

Presión disponible en acometida: 35,00 m.c.a.
 Fluctuación de presión en acometida: 0 %
 Altura máxima con respecto a la acometida: 8,00 m
 Temperatura del agua fría: 15°C
 Temperatura del agua caliente: 45°C
 Viscosidad cinemática del agua fría: 1,16×10⁻⁶ m²/s
 Viscosidad cinemática del agua caliente: 0,60×10⁻⁶ m²/s

CAUDAL MÁXIMO PREVISIBLE

Para tramos interiores a un suministro, aplicamos las siguientes expresiones:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha \times (0,035 + 0,035 \times \log(\log n)); \quad Q_{\max} = k_v \cdot \sum Q$$

Donde:

k_v = Coeficiente de simultaneidad.
 n = Número de aparatos instalados.



α	=	Factor corrector que depende del uso del edificio.
Q_{\max}	=	Caudal máximo previsible (l/s).
EQ	=	Suma del caudal instantáneo mínimo de los aparatos instalados (l/s).

Para tramos que alimentan a grupos de suministros, utilizamos estas otras expresiones:

$$k_e = \frac{19 + N}{10 \cdot (N + 1)}; \quad Q_{\max.e} = k_e \cdot \sum Q_{\max}$$

Donde:

k_e	=	Coefficiente de simultaneidad para un grupo de suministros.
N	=	Número de suministros.
$Q_{\max.e}$	=	Caudal máximo previsible del grupo de suministros (l/s)
EQ_{\max}	=	Suma del caudal máximo previsible de los suministros instalados (l/s).

DIAMETRO

Cada uno de los métodos analizados en los siguientes apartados nos permite calcular el diámetro interior de la conducción. De los diámetros calculados por cada método, elegiremos el mayor, y a partir de él, seleccionaremos el diámetro comercial que más se aproxime.

CÁLCULO POR LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD

Obtenemos el diámetro interior basándonos en la ecuación de la continuidad de un líquido, y fijando una velocidad de hipótesis comprendida entre 0,5 y 2 m/s, según las condiciones de cada tramo. De este modo, aplicamos la siguiente expresión:

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

Donde:

Q	=	Caudal máximo previsible (l/s)
V	=	Velocidad de hipótesis (m/s)
D	=	Diámetro interior (mm)

CÁLCULO POR LIMITACIÓN DE LA PÉRDIDA DE CARGA LINEAL

Consiste en fijar un valor de pérdida de carga lineal, y utilizando la fórmula de pérdida de carga de HAZEN-WILLIAMS, determinar el diámetro interior de la conducción:

$$V = 0.36 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

Donde:

V	=	Velocidad del agua
C	=	Coefficiente que adquiere diferentes valores en función del material
D	=	Diámetro interior
I	=	Pérdida de carga lineal

VELOCIDAD

Basándonos de nuevo en la ecuación de la continuidad de un líquido, despejando la velocidad, y tomando el diámetro interior correspondiente a la conducción adoptada, determinamos la velocidad de circulación del agua:

$$V = \frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Donde:

V	=	Velocidad de circulación del agua (m/s)
Q	=	Caudal máximo previsible (l/s)
D	=	Diámetro interior del tubo elegido (mm)

PÉRDIDAS DE CARGA

Obtenemos la pérdida de carga lineal, o unitaria, basándonos de nuevo en la fórmula de HAZEN-WILLIAMS, ya explicada en apartados anteriores.

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

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

Donde:

J_T	=	Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.
J_U	=	Pérdida de carga unitaria, en m.c.a./m
L	=	Longitud del tramo, en metros
L_{eq}	=	Longitud equivalente de los accesorios del tramo, en metros.
ΔH	=	Diferencia de cotas, en metros

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, utilizamos la relación L/D (longitud equivalente/diámetro interior). Para cada tipo de accesorio consideramos las siguientes relaciones L/D :



Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Codo a 45°	18
Curva a 180°	150
Curva a 90°	18
Curva a 45°	9
Te Paso directo	16
Te Derivación	40
Cruz	50

ANEJO CÁLCULO DE TRAMOS

Gimnasio

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material/ Rugosidad (mm)	Nat.agua/f	Qi(l/s)	Qs(l/s)	Dn(mm)	Dint(mm)	hf(mca)	V(m/s)
3	3	4		LLP		F	3,7	1,3243	32	36	0,195	
4	4	5		LLP		F	3,7	1,3243	32	36	0,195	
5	5	6	0,53	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0222	3,7	1,3243	40	32,6	0,056	1,59
6	6	7		LLP		F	3,7	1,3243	32	36	0,195	
7	7	8	0,21	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0222	3,7	1,3243	40	32,6	0,022	1,59
8	8	9		LLP		F	1,485	0,5886	32	36	0,045	
9	9	10		INTERC			1,485	0,5886			1	
10	10	11		LLP		C	1,485	0,5886	20	21,7	0,296	
12	8	12	11,02	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0222	3,7	1,3243	40	32,6	1,155	1,59
13	12	13	6,57	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0226	3,3	1,2148	40	32,6	0,589	1,46
14	12	14	1,71	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,4	0,3208	20	16	0,441	1,6
15	14	15		LLP		F	0,4	0,3208	15	16,1	0,353	
16	15	16	3	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,4	0,3208	20	16	0,774	1,6
17	16	17	1,02	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,127	1,06
18	17	18	0,97	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,032	0,5
19	16	19	3,12	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,39	1,77
20	19	20		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
21	17	21	3,12	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,406	0,88
22	21	22		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
23	18	23	3,11	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,103	0,5
24	23	24	0,28	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,036	0,88
24	11		3,02	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0222	1,485	0,5886	25	20,4	0,652	1,8
25	25	26	1,85	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,027	0,165	0,1761	20	16	0,146	0,88
26	26	27		LLP		C	0,165	0,1761	15	16,1	0,108	
27	27	28	3,03	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,027	0,165	0,1761	20	16	0,239	0,88
28	28	29	1,96	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0341	0,065	0,065	20	16	0,027	0,32
30	28	30	3,16	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,366	0,88
31	30	20		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
31	29	31	3,15	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,17	0,57
32	31	24		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
33	13	33	1,66	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,024	1,7	0,7584	32	26,2	0,184	1,41
34	33	34		LLP		F	1,7	0,7584	25	27,3	0,216	
35	34	35	1,9	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,024	1,7	0,7584	32	26,2	0,21	1,41
36	35	36	0,33	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,5	0,3432	20	16	0,096	1,71
37	36	37	3,48	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,4	0,3208	20	16	0,897	1,6
38	37	38	0,92	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,3	0,3201	20	16	0,236	1,59
39	38		1,76	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	0,784	1,77
40		40		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
41	38	41	0,68	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,089	0,88
42	41	42		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
43	37	43	0,64	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,083	0,88
44	43	44		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
45	36	45	3,1	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,403	0,88
46	45	46		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
47	35	47	1,53	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0253	0,6	0,4813	25	20,4	0,251	1,47
48	47	48	0,1	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0259	0,4	0,4268	25	20,4	0,013	1,31
49	48	49	1,02	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0293	0,2	0,2	20	16	0,113	0,99
50	49	50	3,13	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,396	1,77
51	50	51		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
52	48	52	3,14	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,401	1,77
53	52	53		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
54	47	54	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,376	1,77
55	54	55		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	



I. MEMORIA

56	35	56	0,56	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0257	0,6	0,3709	20	16	0,187	1,84*
57	56	57	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,403	0,88
58	57	58		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
59	56	59	0,71	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,5	0,3432	20	16	0,207	1,71
60	59	60	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,403	0,88
61	60	61		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
62	59	63	1,35	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,4	0,3208	20	16	0,348	1,6
64	63	64	0,7	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,3	0,3201	20	16	0,18	1,59
65	64	65	0,72	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0314	0,15	0,15	20	16	0,048	0,75
65	63	65	3,1	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,403	0,88
66	65	66		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
67	64	67	3,1	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0297	0,15	0,15	16	12	0,826	1,33
68	67	68		LLP		F	0,15	0,15	10	12,6	0,243	
69	65	69	3,1	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0297	0,15	0,15	16	12	0,826	1,33
70	69	70		LLP		F	0,15	0,15	10	12,6	0,243	
71	25	71	6,59	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0225	1,32	0,5405	25	20,4	1,216	1,65
72	71	72	1,2	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0238	0,66	0,3378	20	16	0,308	1,68
73	72	73		LLP		C	0,66	0,3378	15	16,1	0,358	
74	73	74	2,39	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0238	0,66	0,3378	20	16	0,614	1,68
76	75		1,61	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0306	0,1	0,1	20	16	0,047	0,5
78	77	40		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
78	75	77	0,84	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,045	0,57
79	77	44		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
79	74	78	0,66	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0267	0,23	0,1845	20	16	0,057	0,92
80	78	75	3,31	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,027	0,165	0,1761	20	16	0,261	0,88
81	78	79	3,06	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,165	0,57
82	79	46		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
83	74	80	0,26	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0284	0,13	0,1387	20	16	0,013	0,69
84	80	81	3,7	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,2	0,57
85	81	61		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
86	80	82	3,05	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,165	0,57
87	82	58		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
88	74	83	1,14	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0253	0,3	0,2406	20	16	0,158	1,2
89	83	84	3,9	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,452	0,88
90	84	53		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
91	83	85	3,97	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,46	0,88
92	85	51		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
93	83	85	3,12	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,362	0,88
94	85	55		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
95	71	86	1,5	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0238	0,66	0,3378	20	16	0,386	1,68
96	86	87		LLP		C	0,66	0,3378	15	16,1	0,358	
97	87	88	1,51	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0238	0,66	0,3378	20	16	0,389	1,68
99	89	90	3,02	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,163	0,57
100	90	91		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
101	89		2,49	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0306	0,1	0,1	20	16	0,072	0,5
102	92	93		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
103	88	94	3,23	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,174	0,57
104	94	95		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
106	96	97	3,91	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,211	0,57
107	97	98		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
108	96	99	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,174	0,57
109	99	100		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
109	88	101	0,47	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0249	0,43	0,2658	20	16	0,078	1,32
110	101	96	0,26	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0284	0,13	0,1387	20	16	0,013	0,69
111	101	102	1,91	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0253	0,3	0,2406	20	16	0,264	1,2
112	102	103	4,09	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,473	0,88
113	103	104		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
114	102	105	3,14	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,364	0,88
115	105	106		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
116	102	107	3,11	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,36	0,88
117	107	108		LLP		C	0,1	0,1	10	12,6	0,106	
118	13	109	1,33	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0243	1,6	0,7138	32	26,2	0,132	1,32
119	109	110		LLP		F	1,6	0,7138	25	27,3	0,193	
120	110	111	0,35	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0243	1,6	0,7138	32	26,2	0,035	1,32
121	111	112	1,19	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0243	1,6	0,7138	32	26,2	0,119	1,32
124	119	115	3,62	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,3	0,3201	20	16	0,929	1,59
125	115	116	6,26	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	2,789	1,77
126	116	93		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
127	115	117	0,6	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,078	0,88
128	117	118		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
128	119	119	3	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,391	0,88
129	119	91		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
128	112	119	0,57	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,5	0,3432	20	16	0,166	1,71



I. MEMORIA

129	119	119	1,31	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,4	0,3208	20	16	0,338	1,6
130	119	120	3,26	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,424	0,88
131	120	95		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
132	112	121	0,19	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,046	1,54
133	121		0,68	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,133	1,37
134	122	98		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
135	121	123	3,26	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,425	0,88
136	123	100		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
137	112	124	1,85	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0253	0,6	0,4813	25	20,4	0,303	1,47
138	124	125	0,37	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0259	0,4	0,4268	25	20,4	0,049	1,31
139	125	126	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,376	1,77
140	126	106		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
141	124	127	3,07	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,369	1,77
142	127	108		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
143	125	128	3,96	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,028	0,2	0,2	16	12	1,764	1,77
144	128	104		LLP		F	0,2	0,2	10	12,6	0,409	
145		122	3,26	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,425	0,88
146		130	1,16	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,179	1,2
147	130	131	0,76	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,095	1,06
148	131	132	3,93	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,512	0,88
149	132	133		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
150	131	134	3,11	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,405	0,88
151	134	135		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
152	130	136	3,12	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,406	0,88
153	136	137		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
154	88	89	1,76	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,027	0,165	0,1761	20	16	0,139	0,88
2	2	3	201,94	Deriv.particular	PE-X6,3/0.01	F/0,0223	3,7	1,3243	40	34	17,263	1,46
1	1	2		LLP		F	3,7	1,3243	32	36	0,195	
155		25	6,94	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0222	1,485	0,5886	25	20,4	1,497	1,8
162	144	145		LLP		R			15	16,1		
163	145	146	11,83	Deriv.particular	PP5/0,01	R			20	16		
164	146		6,74	Deriv.particular	PP5/0,01	R			20	16		
165		77	0,92	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,107	0,88
164	142	144		VRT		R			15	16,1		
165	146		9,81	Deriv.particular	PP5/0,01	R			20	16		
166		92	3,08	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0291	0,1	0,1	16	12	0,357	0,88
163	9	145	0,94	Deriv.particular	PP5/0,01	R			20	16		
164	145	146		LLPGV		R			15	16,1		
165	146	147	0,4	Deriv.particular	PP5/0,01	R			20	16		
166	147	142		LLP		R			15	16,1		

Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total (m)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Caudal fría(l/s)	Caudal caliente(l/s)
1	CRED	0	0	35	35	0	
3		0	0	17,54	17,54	0	
4		0	0	17,35	17,35	0	
5	DEP+GP	0	0	26	26	0	
6		0	0	25,94	25,94	0	
7		0	0	25,75	25,75	0	
8		0	0	25,73	25,73	0	
9		0	0	25,68	25,68	0	
10		0	0	24,68	24,68	0	
11		0	0	24,39	24,39	0	
12		3	3	24,57	21,57	0	
13		3	3	23,98	20,98	0	
14		3	3	24,13	21,13	0	
15		0	0	23,78	23,78	0	
16		3	3	23	20	0	
17		3	3	22,88	19,88	0	
18		3	3	22,85	19,85	0	
19		0	0	21,62	21,62	0	
20	Ducha	0	0	21,21	21,21	0,2	0,1
21		0	0	22,47	22,47	0	
22	Inodoro cisterna	0	0	22,35	22,35	0,1	
23		0	0	22,74	22,74	0	
24	Lavabo	0	0	21,5	21,5	0,1	0,065
		3	3	23,73	20,73	0	
25		3	3	22,24	19,24	0	
26		3	3	22,09	19,09	0	
27		0	0	21,98	21,98	0	
28		3	3	21,74	18,74	0	
29		3	3	21,72	18,72	0	
30		0	0	21,38	21,38	0	



31		0	0	21,55	21,55	0	
33		3	3	23,8	20,8	0	
34		3	3	23,58	20,58	0	
35		3	3	23,37	20,37	0	
36		3	3	23,28	20,28	0	
37		0	0	22,38	22,38	0	
38		0	0	22,14	22,14	0	
		0	0	21,36	21,36	0	
40	Ducha	0	0	19,16	19,16	0,2	0,1
41		0	0	22,06	22,06	0	
42	Inodoro cisterna	0	0	21,94	21,94	0,1	
43		0	0	22,3	22,3	0	
44	Lavabo	0	0	19,33	19,33	0,1	0,065
45		0	0	22,87	22,87	0	
46	Lavabo	0	0	19,47	19,47	0,1	0,065
47		3	3	23,12	20,12	0	
48		3	3	23,11	20,11	0	
49		3	3	23	20	0	
50		0	0	21,6	21,6	0	
51	Ducha	0	0	19,02	19,02	0,2	0,1
52		0	0	21,71	21,71	0	
53	Ducha	0	0	19,02	19,02	0,2	0,1
54		0	0	21,75	21,75	0	
55	Ducha	0	0	19,11	19,11	0,2	0,1
56		3	3	23,19	20,19	0	
57		0	0	22,78	22,78	0	
58	Lavabo	0	0	19,51	19,51	0,1	0,065
59		3	3	22,98	19,98	0	
60		0	0	22,58	22,58	0	
61	Lavabo	0	0	19,48	19,48	0,1	0,065
63		3	3	22,63	19,63	0	
64		3	3	22,45	19,45	0	
65		3	3	22,4	19,4	0	
65		0	0	22,23	22,23	0	
66	Inodoro cisterna	0	0	22,11	22,11	0,1	
67		0	0	21,63	21,63	0	
68	Urinario temporiz.	0	0	21,38	21,38	0,15	
69		0	0	21,58	21,58	0	
70	Urinario temporiz.	0	0	21,33	21,33	0,15	
71		3	3	21,02	18,02	0	
72		3	3	20,71	17,71	0	
73		3	3	20,35	17,35	0	
74		3	3	19,74	16,74	0	
75		0	0	19,42	19,42	0	
		0	0	19,38	19,38	0	
77		0	0	19,27	19,27	0	
77		0	0	19,38	19,38	0	
78		3	3	19,68	16,68	0	
79		0	0	19,52	19,52	0	
80		3	3	19,73	16,73	0	
81		0	0	19,53	19,53	0	
82		0	0	19,56	19,56	0	
83		3	3	19,58	16,58	0	
84		0	0	19,13	19,13	0	
85		0	0	19,12	19,12	0	
85		0	0	19,22	19,22	0	
86		3	3	20,64	17,64	0	
87		3	3	20,28	17,28	0	
88		3	3	19,89	16,89	0	
89		3	3	19,75	16,75	0	
90		0	0	19,59	19,59	0	
91	Lavabo	0	0	19,54	19,54	0,1	0,065
		3	3	19,68	16,68	0	
92		0	0	19,32	19,32	0	
93	Ducha	0	0	18,88	18,88*	0,2	0,1
94		0	0	19,71	19,71	0	
95	Lavabo	0	0	19,67	19,67	0,1	0,065
96		3	3	19,8	16,8	0	
97		0	0	19,59	19,59	0	
98	Lavabo	0	0	19,54	19,54	0,1	0,065
99		0	0	19,62	19,62	0	
100	Lavabo	0	0	19,57	19,57	0,1	0,065
101		3	3	19,81	16,81	0	



102		3	3	19,55	16,55	0	
103		0	0	19,07	19,07	0	
104	Ducha	0	0	18,97	18,97	0,2	0,1
105		0	0	19,18	19,18	0	
106	Ducha	0	0	19,08	19,08	0,2	0,1
107		0	0	19,19	19,19	0	
108	Ducha	0	0	19,08	19,08	0,2	0,1
109		3	3	23,85	20,85	0	
110		3	3	23,66	20,66	0	
111		3	3	23,62	20,62	0	
112		3	3	23,5	20,5	0	
115		0	0	22,07	22,07	0	
116		0	0	19,28	19,28	0	
117		0	0	21,99	21,99	0	
118	Inodoro cisterna	0	0	21,88	21,88	0,1	
119		3	3	23	20	0	
119		0	0	22,61	22,61	0	
119		3	3	23,34	20,34	0	
120		0	0	22,91	22,91	0	
121		3	3	23,46	20,46	0	
		3	3	23,33	20,33	0	
122		0	0	22,9	22,9	0	
123		0	0	23,03	23,03	0	
124		3	3	23,2	20,2	0	
125		3	3	23,15	20,15	0	
126		0	0	21,78	21,78	0	
127		0	0	21,83	21,83	0	
128		0	0	21,39	21,39	0	
130		3	3	23,15	20,15	0	
131		3	3	23,05	20,05	0	
132		0	0	22,54	22,54	0	
133	Inodoro cisterna	0	0	22,42	22,42	0,1	
134		0	0	22,65	22,65	0	
135	Inodoro cisterna	0	0	22,53	22,53	0,1	
136		0	0	22,74	22,74	0	
137	Inodoro cisterna	0	0	22,62	22,62	0,1	
2		0	0	34,81	34,81	0	
142		0	0			0	
144		0	0			0	
145		0	0			0	
146		0	0			0	
145		0	0			0	
146		0	0			0	
147		0	0			0	

Al ser necesario por normativa un grupo de presión se escoge un grupo de dos bombas de velocidad variable, capaz de satisfacer los 1,32 l/seg (caudal de simultaneidad) con una presión de 3,5 Kg/cm². No obstante, se realizará by-pass capaz de entrar en funcionamiento siempre que exista suficiente presión de red.



Infantil Planta primera.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material/ Rugosidad (mm)	Nat.agua/f	Qi(l/s)	Qs(l/s)	Dn(mm)	Dint(mm)	hf(mca)	V(m/s)
1	1	2		LLP		F	1,6	0,9213	25	27,3	0,308	
2	2	3	0,6	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0288	0,52	0,2661	25	20,4	0,034	0,81
3	3	4		LLP		F	0,52	0,2661	20	21,7	0,076	
4	4	5		CALII			0,52	0,2661			1,5	
5	5	6		LLP		C	0,52	0,2661	20	21,7	0,069	
12	12	13		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
14	14	15		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
16	16	17		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
21	21	15		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
23	22	17		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
25	23	24		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
27	25	26		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
29	27	28		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
31	29	30		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
33		28		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
35	32	30		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
39	35	36		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
41	37	38		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
43	39	40		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
45	41	42		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
49	45	40		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
51	46	42		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
53		48		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
55	49	50		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
57	51	52		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
59	53	54		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
61	55	52		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
63	56	54		LLP		C	0,065	0,065	10	12,6	0,049	
48	52	53		LLP		C	0,26	0,1785	15	16,1	0,111	
49	53	54	1,04	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0269	0,26	0,1785	20	16	0,084	0,89
50	54	55	0,6	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0284	0,13	0,1387	20	16	0,031	0,69
51	55	22	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,167	0,57
52	21	54	0,76	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0341	0,065	0,065	20	16	0,01	0,32
53	32	55	3,29	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0341	0,065	0,065	20	16	0,045	0,32
54	54		3,3	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,178	0,57
56	56	57	4,58	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,8	0,4094	25	20,4	0,563	1,25
57	57	58		LLP		F	0,8	0,4094	20	21,7	0,165	
59	59	60	0,71	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,088	1,06
60	60	16	3,14	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,409	0,88
61	60	29	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,419	0,88
62	59	27	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,42	0,88
63	59	14	3,15	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,411	0,88
63	58	61	0,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,8	0,4094	25	20,4	0,027	1,25
64	61	62	0,26	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,6	0,3432	20	16	0,076	1,71*
65	62	59	0,54	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,105	1,37
66	10	61	3,14	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,103	0,5
67	61	23	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,419	0,88
68	62	25	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,419	0,88
69	62	12	3,14	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,409	0,88
70	10	63		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
55		52	4,3	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0269	0,26	0,1785	20	16	0,348	0,89
52	6		60,1	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0257	0,52	0,2661	25	20,4	3,07	0,81
53	2	56	61,47	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0247	1,6	0,6552	32	26,2	5,231	1,22
54		59	4,91	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0269	0,26	0,1785	20	16	0,398	0,89
55	59	60		LLP		C	0,26	0,1785	15	16,1	0,111	
56	60	61	1,55	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0269	0,26	0,1785	20	16	0,126	0,89
57	61	62	0,71	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0284	0,13	0,1387	20	16	0,037	0,69
58	61	45	0,75	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,041	0,57
59	62	46	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,167	0,57
60	61	55	3,29	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,177	0,57
61	62	56	3,29	Deriv.particular	PP5/0,01	C/0,0321	0,065	0,065	16	12	0,177	0,57
62	56	63	4,65	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,8	0,4094	25	20,4	0,572	1,25
63	63	64		LLP		F	0,8	0,4094	20	21,7	0,165	



I. MEMORIA

64	64	65	0,47	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,8	0,4094	25	20,4	0,058	1,25
65	65	66	0,27	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,6	0,3432	20	16	0,079	1,71
66	66	67	3,06	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,596	1,37
67	67	68	3,07	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,382	1,06
68	35	65	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,102	0,5
69	65		3,21	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,418	0,88
70	37	66	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,102	0,5
71	66	49	3,22	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,419	0,88
72	39	67	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,102	0,5
73	51	67	1,18	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,039	0,5
74	41	68	3,09	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0349	0,1	0,1	20	16	0,102	0,5
75	68	53	3,23	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,42	0,88

Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total (m)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Caudal fría(l/s)	Caudal caliente(l/s)
1	CRED	3	6,5	26,5	20	0	
2		3	6,5	26,19	19,69	0	
3		3	6,5	26,16	19,66	0	
4		3	6,5	26,08	19,58	0	
5		3	6,5	24,58	18,08	0	
6		3	6,5	24,51	18,01	0	
10		0	3,5	20,1	16,6	0	
12		0	3,5	19,72	16,22	0	
13	Inodoro cisterna	0	3,5	19,6	16,1	0,1	
14		0	3,5	19,61	16,11	0	
15	Lavabo	0	3,5	19,57	16,07	0,1	0,065
16		0	3,5	19,53	16,03	0	
17	Lavabo	0	3,5	19,41	15,91	0,1	0,065
21		3	6,5	20,89	14,39	0	
22		0	3,5	20,7	17,2	0	
23		0	3,5	19,79	16,29	0	
24	Inodoro cisterna	0	3,5	19,67	16,17	0,1	
25		0	3,5	19,71	16,21	0	
26	Inodoro cisterna	0	3,5	19,59	16,09	0,1	
27		0	3,5	19,61	16,11	0	
28	Lavabo	0	3,5	19,49	15,99	0,1	0,065
29		0	3,5	19,52	16,02	0	
30	Lavabo	0	3,5	19,47	15,97	0,1	0,065
		0	3,5	20,72	17,22	0	
32		0	3,5	20,82	17,32	0	
35		0	3,5	20,06	16,56	0	
36	Inodoro cisterna	0	3,5	20,02	16,52	0,1	
37		0	3,5	19,99	16,49	0	
38	Inodoro cisterna	0	3,5	19,94	16,44	0,1	
39		3	6,5	19,39	12,89	0	
40	Lavabo	0	3,5	19,35	15,85	0,1	0,065
41		0	3,5	19,01	15,51	0	
42	Lavabo	0	3,5	18,96	15,46	0,1	0,065
45		3	6,5	20,77	14,27	0	
46		0	3,5	20,61	17,11	0	
		0	3,5	19,75	16,25	0	
48	Inodoro cisterna	0	3,5	19,63	16,13	0,1	
49		0	3,5	19,67	16,17	0	
50	Inodoro cisterna	0	3,5	19,55	16,05	0,1	
51		0	3,5	19,45	15,95	0	
52	Lavabo	0	3,5	19,41	15,91	0,1	0,065
53		0	3,5	18,69	15,19	0	
54	Lavabo	0	3,5	18,57	15,07*	0,1	0,065
55		0	3,5	20,63	17,13	0	
56		0	3,5	20,59	17,09	0	
		3	6,5	21,44	14,94	0	
52		3	6,5	21,09	14,59	0	
53		3	6,5	20,98	14,48	0	
54		3	6,5	20,9	14,4	0	
55		3	6,5	20,87	14,37	0	
56		3	6,5	20,96	14,46	0	
57		3	6,5	20,4	13,9	0	
58		3	6,5	20,23	13,73	0	



59		3	6,5	20,02	13,52	0
60		3	6,5	19,94	13,44	0
61		3	6,5	20,21	13,71	0
62		3	6,5	20,13	13,63	0
63	Inodoro cisterna	0	3,5	20,06	16,56	0,1
59		3	6,5	21,05	14,55	0
60		3	6,5	20,93	14,43	0
61		3	6,5	20,81	14,31	0
62		3	6,5	20,77	14,27	0
63		3	6,5	20,39	13,89	0
64		3	6,5	20,22	13,72	0
65		3	6,5	20,17	13,67	0
66		3	6,5	20,09	13,59	0
67		0	3,5	19,49	15,99	0
68		3	6,5	19,11	12,61	0

Primaria y aulas específicas

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material/ Rugosidad (mm)	Nat.agua/f	Qi(l/s)	Qs(l/s)	Dn(mm)	Dint(mm)	hf(mca)	V(m/s)
1	1	2		LLP		F	14,4	3,9029	50	53,1	0,33	
2	2	3	25,43	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0194	14,4	3,9029	63	51,4	2,075	1,88
7	7	8	16,23	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0194	14,4	3,9029	63	51,4	1,325	1,88
8	8	9	32,66	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0197	12,8	3,5144	63	51,4	2,201	1,69
9	9		3,86	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0213	6,4	1,9374	50	40,8	0,271	1,48
10	10	11		LLP		F	0,8	0,5497	25	27,3	0,12	
11	11	12	3,65	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,88	1,54
12	12	13		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
13	12	14	2,73	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,532	1,37
14	14	15		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
15	11	16	4	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,616	1,2
16	16	17		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
17	16	18	0,88	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	0,441	1,89
18	18	19		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
19	18	20	0,93	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,121	0,88
20	20	21		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
21	14	22	2,93	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,451	1,2
22	22	23		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
23	22	24	0,96	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	0,481	1,89
24	24	25		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
25	24	26	0,87	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,113	0,88
26	26	27		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
27	10	28	0,37	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0252	1	0,4907	25	20,4	0,063	1,5
28	28	29		LLP		F	1	0,6438	20	21,7	0,377	
29	29	30	2,81	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	1,407	1,89
30	30	31		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
31	30	32	2,32	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,302	0,88
32	32	33		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
33	29	306	2,38	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0259	0,8	0,4304	25	20,4	0,32	1,32
34	34	35		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
35	34	36	0,96	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,187	1,37
36	36	37		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
37	36	38	4,15	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,639	1,2
38	38	39		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
39	38	40	0,91	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	0,456	1,89
40	40	41		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
41	40	42	0,89	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,116	0,88
42	42	43		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
43	44	9	4	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0213	6,4	1,9374	50	40,8	0,281	1,48
44	44		0,62	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0213	6,4	1,9374	50	40,8	0,044	1,48
45	45	46		LLP		F	0,8	0,5566	25	27,3	0,123	
46	46	47	1,74	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,217	1,06
47	47	48	2,24	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,292	0,88
48	48	49		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
49	47	50	3,5	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,456	0,88
50	50	51		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
51	46	52	4,98	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,6	0,3432	20	16	1,448	1,71
52	52	53		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
53	52	54	0,9	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,217	1,54
54	54	55		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	



I. MEMORIA

55	54	56	0,93	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,181	1,37
56	56	57		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
57	56	58	4,81	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,741	1,2
58	58	59		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
59	58	60	0,9	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	0,451	1,89
60	60	61		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
61	60	62	0,9	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,117	0,88
62	62	63		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
63	45	64	0,43	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0249	1,1	0,5207	25	20,4	0,081	1,59
64	64	65		LLP		F	1,1	0,674	20	21,7	0,41	
65	65	66	2,12	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0289	0,2	0,2134	20	16	0,264	1,06
66	66	67	1,72	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,224	0,88
67	67	68		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
68	66	69	7,33	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,954	0,88
69	69	70		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
70	65	310	4,57	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0255	0,9	0,4606	25	20,4	0,693	1,41
71	71	72		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
72	71	73	0,89	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,214	1,54
73	73	74		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
74	73	75	0,92	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,179	1,37
75	75	76		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
76	75	77	4,86	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,749	1,2
77	77	78		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
78	77	79	0,82	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	0,411	1,89
79	79	80		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
80	79	81	0,94	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,122	0,88
81	81	82		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
82	8	83	1,66	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0246	1,6	0,6674	32	26,2	0,146	1,24
83	83	84	1,49	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0246	1,6	0,6674	32	26,2	0,131	1,24
84	84	85		LLP		F	0,9	0,4606	25	27,3	0,088	
85	85	86	0,5	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0255	0,9	0,4606	25	20,4	0,076	1,41
86	86	87		LLP		F	0,1	0,1	20	21,7	0,014	
87	86	88	0,57	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0259	0,8	0,4304	25	20,4	0,077	1,32
88	88	89		LLP		F	0,1	0,1	20	21,7	0,014	
89	88	90	0,61	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0253	0,7	0,4004	20	16	0,234	1,99
90	90	91		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
91	90	92	0,94	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0257	0,6	0,3709	20	16	0,314	1,84
92	92	93		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
93	92	94	1,32	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,5	0,3432	20	16	0,384	1,71
94	94	95	0,79	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0265	0,3	0,3201	20	16	0,203	1,59
95	95	96		LLP		F	0,15	0,15	15	16,1	0,09	
96	95	97	0,47	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0297	0,15	0,15	16	12	0,125	1,33
97	97	98		LLP		F	0,15	0,15	10	12,6	0,243	
98	94	99	2,06	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	1,032	1,89
99	99	100		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
100	99	101	2,48	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,323	0,88
101	101	102		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
102	84		5,94	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0256	0,7	0,3766	20	16	2,042	1,87
103		104		LLP		F	0,7	0,3766	15	16,1	0,473	
104	104	105	0,4	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0256	0,7	0,3766	20	16	0,138	1,87
105	105	106		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
106	105	107	0,58	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,6	0,3432	20	16	0,169	1,71
107	107	108		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
108	107	109	0,61	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,147	1,54
109	109	110		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
110	109	111	0,92	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0273	0,4	0,2746	20	16	0,179	1,37
111	111	112		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
112	111	113	1,08	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0281	0,3	0,2406	20	16	0,166	1,2
113	113	114		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
114	113	115	2,41	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0276	0,2	0,2134	16	12	1,207	1,89
115	115	116		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
116	115	117	4,25	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0327	0,1	0,1	16	12	0,553	0,88
117	117	118		LLP		F	0,1	0,1	10	12,6	0,118	
118		10	2,34	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0242	1,8	0,7247	32	26,2	0,239	1,34
119		120		LLP		F	4,6	1,4719	40	41,9	0,135	
E214	214	215		LLP		F	4,5	1,4459	32	36	0,229	
215	215	216	16,76	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0218	4,5	1,4459	40	32,6	2,061	1,73
309	308	34	2,21	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0267	0,5	0,3091	20	16	0,533	1,54
306	306	307		LLP		F	0,15	0,15	20	21,7	0,028	
307	306	308	0,52	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0257	0,65	0,3718	20	16	0,175	1,85
308	308	309		LLP		F	0,15	0,15	15	16,1	0,09	
311	311	71	4,83	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0261	0,6	0,3432	20	16	1,404	1,71
310	310	311	0,77	Deriv.particular	PP5/0,01	F/0,0262	0,75	0,4035	25	20,4	0,092	1,23



311	310	312		LLP		F	0,15	0,15	20	21,7	0,028	
312	311	313		LLP		F	0,15	0,15	20	21,7	0,028	

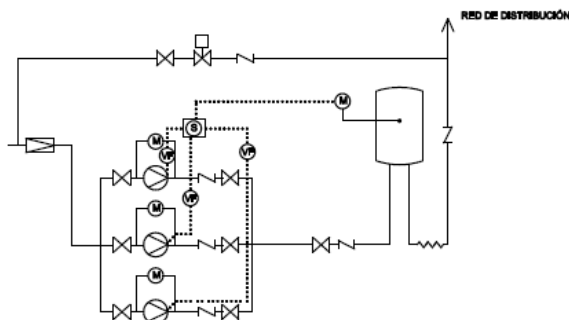
Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total (m)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Caudal fría(l/s)	Caudal caliente(l/s)
1	CRED	0	4	24	20	0	
2		0	4	23,67	19,67	0	
3		0	4	21,6	17,6	0	
4		0	4	21,57	17,57	0	
7		0	4	30,65	26,65	0	
8		3	7	29,32	22,32	0	
9		3	7	27,12	20,12	0	
		3	7	26,85	19,85	0	
10		3	7	26,61	19,61	0	
11		3	7	26,49	19,49	0	
12		3	7	25,61	18,61	0	
13	Inodoro cisterna	0	4	25,57	21,57	0,1	
14		3	7	25,08	18,08	0	
15	Lavabo	0	4	25,03	21,03	0,1	
16		3	7	25,87	18,87	0	
17	Inodoro cisterna	0	4	25,83	21,83	0,1	
18		3	7	25,43	18,43	0	
19	Inodoro cisterna	0	4	25,31	21,31	0,1	
20		3	7	25,31	18,31	0	
21	Inodoro cisterna	0	4	25,19	21,19	0,1	
22		3	7	24,63	17,63	0	
23	Lavabo	0	4	24,58	20,58	0,1	
24		3	7	24,15	17,15	0	
25	Lavabo	0	4	24,03	20,03	0,1	
26		3	7	24,03	17,03	0	
27	Lavabo	0	4	23,91	19,91	0,1	
28		3	7	26,55	19,55	0	
29		3	7	26,17	19,17	0	
30		3	7	24,76	17,76	0	
31	Inodoro cisterna	0	4	24,64	20,64	0,1	
32		3	7	24,46	17,46	0	
33	Lavabo	0	4	24,34	20,34	0,1	
34		3	7	25,14	18,14	0	
35	Inodoro cisterna	0	4	25,1	21,1	0,1	
36		3	7	24,96	17,96	0	
37	Inodoro cisterna	0	4	24,91	20,91	0,1	
38		3	7	24,32	17,32	0	
39	Lavabo	0	4	24,27	20,27	0,1	
40		3	7	23,86	16,86	0	
41	Lavabo	0	4	23,74	19,74	0,1	
42		3	7	23,74	16,74	0	
43	Lavabo	0	4	23,63	19,63	0,1	
44		3	3	26,84	23,84	0	
		3	3	26,8	23,8	0	
45		3	3	26,33	23,33	0	
46		3	3	26,21	23,21	0	
47		3	3	25,99	22,99	0	
48		3	3	25,7	22,7	0	
49	Inodoro cisterna	0	0	25,58	25,58	0,1	
50		3	3	25,54	22,54	0	
51	Lavabo	0	0	25,42	25,42	0,1	
52		3	3	24,76	21,76	0	
53	Inodoro cisterna	0	0	24,72	24,72	0,1	
54		3	3	24,55	21,55	0	
55	Inodoro cisterna	0	0	24,5	24,5	0,1	
56		3	3	24,36	21,36	0	
57	Inodoro cisterna	0	0	24,32	24,32	0,1	
58		3	3	23,62	20,62	0	
59	Lavabo	0	0	23,58	23,58	0,1	
60		3	3	23,17	20,17	0	
61	Lavabo	0	0	23,06	23,06	0,1	
62		3	3	23,06	20,06	0	
63	Lavabo	0	0	22,94	22,94	0,1	
64		3	3	26,25	23,25	0	
65		3	3	25,84	22,84	0	
66		3	3	25,58	22,58	0	
67		3	3	25,35	22,35	0	
68	Inodoro cisterna	0	0	25,24	25,24	0,1	



69		3	3	24,62	21,62	0
70	Lavabo	0	0	24,51	24,51	0,1
71		3	3	23,65	20,65	0
72	Inodoro cisterna	0	0	23,61	23,61	0,1
73		3	3	23,44	20,44	0
74	Inodoro cisterna	0	0	23,39	23,39	0,1
75		3	3	23,26	20,26	0
76	Inodoro cisterna	0	0	23,21	23,21	0,1
77		3	3	22,51	19,51	0
78	Lavabo	0	0	22,47	22,47	0,1
79		3	3	22,1	19,1	0
80	Lavabo	0	0	21,98	21,98	0,1
81		3	3	21,98	18,98	0
82	Lavabo	0	0	21,86	21,86	0,1
83		3	7	29,17	22,17	0
84		3	7	29,04	22,04	0
85		3	7	28,96	21,96	0
86		3	7	28,88	21,88	0
87	Lavabo	0	4	28,87	24,87	0,1
88		3	7	28,8	21,8	0
89	Lavabo	0	4	28,79	24,79	0,1
90		3	7	28,57	21,57	0
91	Lavabo	0	4	28,53	24,53	0,1
92		3	7	28,25	21,25	0
93	Inodoro cisterna	0	4	28,21	24,21	0,1
94		3	7	27,87	20,87	0
95		3	7	27,67	20,67	0
96	Urinario temporiz.	0	4	27,58	23,58	0,15
97		3	7	27,54	20,54	0
98	Urinario temporiz.	0	4	27,3	23,3	0,15
99		3	7	26,84	19,84	0
100	Inodoro cisterna	0	4	26,72	22,72	0,1
101		3	7	26,52	19,52	0
102	Lavabo	0	4	26,4	22,4	0,1
		3	7	27	20	0
104		3	7	26,53	19,53	0
105		3	7	26,39	19,39	0
106	Lavabo	0	4	26,35	22,35	0,1
107		3	7	26,22	19,22	0
108	Lavabo	0	4	26,18	22,18	0,1
109		3	7	26,08	19,08	0
110	Lavabo	0	4	26,03	22,03	0,1
111		3	7	25,9	18,9	0
112	Inodoro cisterna	0	4	25,85	21,85	0,1
113		3	7	25,73	18,73	0
114	Inodoro cisterna	0	4	25,69	21,69	0,1
115		3	7	24,52	17,52	0
116	Inodoro cisterna	0	4	24,4	20,4	0,1
117		3	7	23,97	16,97	0
118	Lavabo	0	4	23,85	19,85	0,1
120		3	7	26,71	19,71	0
214		3	3	25,08	22,08	0
215		3	3	24,85	21,85	0
304	DEP+GP	0	4	31	27	0
306		3	7	25,85	18,85	0
307	Urinario temporiz.	3	7	25,82	18,82	0,15
308		3	7	25,68	18,68	0
309	Urinario temporiz.	3	7	25,59	18,59	0,15
310		0	0	25,15	25,15	0
311		0	0	25,06	25,06	0
312	Urinario temporiz.	0	0	25,12	25,12	0,15
313	Urinario temporiz.	0	0	25,03	25,03	0,15



ESQUEMA GENERAL DE GRUPO DE PRESIÓN DE CAUDAL VARIABLE



Al ser necesario por normativa un grupo de presión se escoge un grupo de dos bombas de velocidad variable, capaz de satisfacer los 3,9 l/seg (caudal de simultaneidad) con una presión de 3,5 Kg/cm². No obstante, se realizará by-pass capaz de entrar en funcionamiento siempre que exista suficiente presión de red.

Agua Caliente Sanitaria

En la presente memoria se fijan las condiciones técnicas que debe cumplir la instalación para preparar A.C.S. mediante energía solar, realizando el dimensionado de la misma.

Los datos de partida, para el dimensionamiento de la instalación, son los siguientes:

El edificio de primaria NO está dotado con suministro de A.C.S.

Gimnasio

La demanda prevista por persona es de 21 litros de ACS al día, tabla del CT.DB.HE 4 ahorro de energía.

Ocupación máxima prevista para esta ampliación es de 54 alumnos.

El gasto total diario será por lo tanto de 1.134 litros-día.

La contribución solar al estar el edificio situado en la zona climática IV es del 50 % según la tabla 2.1 del CT.DB.HE-4.

En función de estos datos el depósito de almacenamiento solar elegido es de 1.000 litros para estar del lado de la seguridad. La temperatura de preparación será de 60°C. El circuito primario se llenará con un glicol, con inhibidores para la corrosión. El cálculo del sistema de captadores solares se realiza en el anejo correspondiente.

Se prevé un sistema de apoyo para complementar a la instalación solar en los momentos de baja radiación solar, o de un consumo punta superior al previsto. El apoyo se hará mediante grupos térmicos de gas natural.

D.17 Instalación eléctrica

1. ANTECEDENTES

El Centro dispone de otro edificio sobre la parcela. La instalación eléctrica que se plantea en el presente proyecto, para dar servicio a los dos nuevos edificios de la fase II, acometerá al cuadro general de protección del Centro, existente en la sala dedicada a cuadro eléctrico general. La instalación planteada, tiene una previsión de potencias para la fase III y un automático situado en el cuadro de primaria suministro de red y en el cuadro de primaria suministro de grupo para acometer hacia la ampliación de la fase III. Se ha previsto una potencia para la fase III de 40 KW en suministro de red y de 6 KW de suministro de grupo electrógeno.

2. NORMATIVA LEGAL

Para llevar a cabo la instalación nos atenderemos en todo momento a la normativa actual vigente.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002 (B.O.E. nº 224).
- Instrucciones Técnicas Complementarias. ITC-BT.
- Normas UNE asociadas al R.E.B.T.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Código Técnico de la Edificación.

3. CLASIFICACION

Según la ITC-BT-28, desde el punto de vista eléctrico quedan clasificados ambos edificios como "local de pública concurrencia".



4. PREVISION DE CARGA

La carga a prever se determinará en función de la demanda de potencia. Para la ampliación de la fase II objeto de este proyecto y en previsión de la fase III, la demanda de potencias estimadas es la siguiente:

- Suministro Normal Pabellón Polideportivo: 41.692,8 W
- Suministro Normal Aulas de infantil planta primera; 7.126 W
- Suministro Normal Cuadro de primaria = 40.000 W fase III + 11.742 fase II = 51.742 W
- Suministro Normal Aulas específicas: 13.269 W
- Suministro Socorro Infantil = 420 W
- Suministro Socorro Primaria = 420 W + 6.000 W Fase III = 6.420 W
- Suministro Socorro Aulas específicas: 420 W
- Suministro Normal Potencia TOTAL 113.829,8 W
- Suministro Socorro Potencia TOTAL 7.260 W
- Suministro Red + Socorro POTENCIA TOTAL = 121.089,8 W

Según la ITC-BT-44, por considerarse leds, la potencia en este tipo de alumbrado se ha multiplicado por 1,8 a la hora del cálculo de las líneas de alumbrado.

6. SUMINISTRO EN BAJA TENSION

6.1. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

-Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

-Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

-Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.

-Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.

-Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.

-Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.

-Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

-Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)

-Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

-Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

-Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

-Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

-Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

-Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

6.2. ACOMETIDA.

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin



edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.

- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1 \text{ mm}$.
- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

6.3. INSTALACIONES DE ENLACE.

6.3.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

Para el caso de suministros a un único usuario (en este caso para el suministro complementario), al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

6.3.2. DERIVACION INDIVIDUAL.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.



- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

6.3.3. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

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

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

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

$$R_a \times I_a < U$$

donde:

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

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

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

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

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

- Dispositivos de corte onnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.



6.4. INSTALACIONES INTERIORES.

6.4.1. CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

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

Las intensidades máximas admisibles, se registrarán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

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

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f < 16$	S_f
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

6.4.2. IDENTIFICACION DE CONDUCTORES.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

6.4.3. SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

6.4.4. EQUILIBRADO DE CARGAS.

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

6.4.5. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (Mohs)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$



La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

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

6.4.6. CONEXIONES.

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

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

6.4.7. SISTEMAS DE INSTALACION.

6.4.7.1. Prescripciones Generales.

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

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

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

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

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

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

6.4.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.

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

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

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

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



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

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

6.4.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

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

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.



- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

6.4.7.4. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.4.7.5. Conductores aislados bajo canales protectoras.

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

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

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

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

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

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

6.5. PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA.

6.5.1. ALIMENTACION DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD.

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.



Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad (alumbrado de evacuación, alumbrado ambiente y alumbrado de zonas de alto riesgo).

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia (alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento, según los casos).

Deberán disponer de suministro de socorro (potencia mínima: 15 % del total contratado) los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva (potencia mínima: 25 % del total contratado):

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie.
- Estadios y pabellones deportivos.

6.5.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo).

6.5.2.1. Alumbrado de seguridad.

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de evacuación.



Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente o anti-pánico.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado de zonas de alto riesgo.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

6.5.2.2. Alumbrado de reemplazamiento.

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

7.5.2.3. Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia.

Con alumbrado de seguridad.

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) a menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) a menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- l) a menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- m) a menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.



Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

Con alumbrado de reemplazamiento.

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

6.5.2.4. Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.

Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Luminaria alimentada por fuente central.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

6.5.3. PRESCRIPCIONES DE CARACTER GENERAL.

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

- Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.
- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
 - Salas de venta o reunión, por planta del edificio
 - Escaparates
 - Almacenes
 - Talleres
 - Pasillos, escaleras y vestíbulos



6.6. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

6.7. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

6.7.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.

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

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

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)				
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I	
230/400	230		6	4	2,5	1,5
400/690			8	6	4	2,5
1000						

Categoría I

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

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartament: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

6.7.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.



Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

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

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

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

6.7.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

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

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

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

6.8. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

6.8.1. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

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

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

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.



6.8.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

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

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.9. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

6.9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

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

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.



Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

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

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

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

6.9.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

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

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

6.9.3. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

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

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



Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

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

6.9.4. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

6.10. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

6.11. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

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

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



Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

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

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior

a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

6.12. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

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

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

Sistema Monofásico:

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

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

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

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

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios} \times \text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmios} \times \text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).



I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:
- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

ϕ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

ϕ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2\pi f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu F)$.

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U : Tensión trifásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.



C_R : Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{mcc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curva válida.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

IMAG = 5 In

CURVA C

IMAG = 10 In

CURVA D Y MA

IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107



Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Aplicación del Cuadro General

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
A CEG Cuadro gimnasio	41954.08	115	4x70+TTx35Cu	60.56	170	0.78	0.93	125
C Infantil CEI RED	7118.4	75	4x10+TTx10Cu	10.27	54	0.62	0.78	
Cuadro primaria CEP	43245.44	54	4x35+TTx16Cu	62.42	114	0.82	0.97	
Cuadro Aulas. Esp CEAE	12676.32	38	4x6+TTx6Cu	18.3	39	0.97	1.12	
C Infantil CEI grupo	756	75	4x2.5+TTx2.5Cu	1.09	22	0.26	0.42	
Cuadro primaria CEP grupo	6756	54	4x6+TTx6Cu	9.75	39	0.71	0.87	
Cuadro aulas. espec. grupo	756	54	4x2.5+TTx2.5Cu	1.09	22	0.19	0.34	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
A CEG Cuadro gimnasio	115	4x70+TTx35Cu	10.27	15	1547.52	41.84			63;C
C Infantil CEI RED	75	4x10+TTx10Cu	10.27	15	453.71	9.93			25;C
Cuadro primaria CEP	54	4x35+TTx16Cu	10.27	15	1613.65	9.62			63;C
Cuadro Aulas. Esp CEAE	38	4x6+TTx6Cu	10.27	15	528.15	2.64			25;C
C Infantil CEI grupo	75	4x2.5+TTx2.5Cu	10.27	15	121.98	8.59			16;B
Cuadro primaria CEP grupo	54	4x6+TTx6Cu	10.27	15	384.09	4.99			25;C
Cuadro aulas. espec. grupo	54	4x2.5+TTx2.5Cu	10.27	15	167.79	4.54			16;C

Subcuadro CEG cuadro general gimnasio



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Cuadro CESC	5542.96	15	4x6+TTx6Cu	8	39	0.16	1.1	
Al pistas AG1	1080	37	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	20	1.13	2.07	20
Emer pistas EG1	180	22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	14.5	0.19	1.12	16
Al pistas AG2	1080	37	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	20	1.13	2.07	20
Emer pistas EG2	180	22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	14.5	0.19	1.12	16
Al pistas AG3	1080	37	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	20	1.13	2.07	20
Emer pistas EG3	180	22	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	14.5	0.19	1.12	16
Al AG4	540	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.27	1.22	20
Emer EG4	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.51	1.45	16
Usos Varios FG1	1500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.65	1.59	20
Al AG5	540	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.27	1.21	20
Emer EG5	180	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.1	1.04	16
Al AG6	540	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.27	1.21	20
Emer EG6	180	18	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.15	1.09	16
Secamanos SC1	1500	12	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.52	1.46	20
Secamanos SC2	1500	12	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.52	1.46	20
Secamanos SC3	1500	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.78	1.72	20
Secamanos SC4	1500	18	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.78	1.72	20
Secamanos SC5	1500	6	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	17	0.26	1.2	20
Extractores EX1	2500	26	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	24	1.93	2.88	20
Extractores EX2	2500	26	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	24	1.93	2.88	20
Extractores EX3	2500	26	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	24	1.93	2.88	20
Cuadro Canastas	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	22	0.57	1.51	20
Control	100	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.54	17	0.03	0.96	20
Puestos de trabajo	1200	18	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	17	0.62	1.56	20
Alumb ext AE1	6039	47	4x6+TTx6Cu	8.72	44	0.52	1.47	50
Alumb ext AE2	4500	50	4x6+TTx6Cu	6.5	44	0.41	1.36	50
Alumb ext AE3	4500	87	4x6+TTx6Cu	6.5	44	0.72	1.66	50
Alumb Ext AE5	421.2	87	2x2.5+TTx2.5Cu	1.83	20	1.03	1.97	20
Alumb Ext AE6	648	87	2x2.5+TTx2.5Cu	2.82	20	1.59	2.53	20
Alumb Ext AE7	741.6	55	2x6+TTx6Cu	3.22	53	0.45	1.39	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ipcc (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
Cuadro CESC	15	4x6+TTx6Cu	3.43	4.5	763.15	1.26			25;C
Al pistas AG1	37	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	246.47	1.36			10;C
Emer pistas EG1	22	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	4.5	248.34	0.48			10;C
Al pistas AG2	37	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	246.47	1.36			10;C
Emer pistas EG2	22	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	4.5	248.34	0.48			10;C
Al pistas AG3	37	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	246.47	1.36			10;C
Emer pistas EG3	22	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	4.5	248.34	0.48			10;C
Al AG4	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.38	4.5	434.3	0.44			10;C
Emer EG4	60	2x1.5+TTx1.5Cu	3.38	4.5	101.96	2.86			10;C
Usos Varios FG1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.38	4.5	493.08	0.34			16;C
Al AG5	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	431.3	0.44			10;C
Emer EG5	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	4.5	399.75	0.19			10;C
Al AG6	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	431.3	0.44			10;C
Emer EG6	18	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	4.5	292.69	0.35			10;C
Secamanos SC1	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	565.07	0.26			16;C
Secamanos SC2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	565.07	0.26			16;C
Secamanos SC3	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	431.3	0.44			16;C
Secamanos SC4	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	431.3	0.44			16;C
Secamanos SC5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	818.94	0.12			16;C
Extractores EX1	26	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	290.57	1.51			16;C
Extractores EX2	26	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	290.57	1.51			16;C
Extractores EX3	26	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	290.57	1.51			16;C
Cuadro Canastas	30	4x2.5+TTx2.5Cu	3.3		258.55	1.91			
Control	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3		630.21	0.21			
Puestos de trabajo	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.3	4.5	431.3	0.44			16;C
Alumb ext AE1	47	4x6+TTx6Cu	3.38	4.5	364.73	5.53			16;C
Alumb ext AE2	50	4x6+TTx6Cu	3.38	4.5	347.83	6.08			16;C
Alumb ext AE3	87	4x6+TTx6Cu	3.38	4.5	221.36	15.02			16;C
Alumb Ext AE5	87	2x2.5+TTx2.5Cu	3.4	4.5	116.1	6.13			10;C
Alumb Ext AE6	87	2x2.5+TTx2.5Cu	3.4	4.5	116.1	6.13			10;C
Alumb Ext AE7	55	2x6+TTx6Cu	3.4	4.5	323.38	7.04			10;C

Subcuadro Cuadro CESC cuadro eléctrico sala calderas gimnasio



I. MEMORIA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	360	0.3	2x2.5Cu	1.96	23	0	1.1	
Al Sala Cal AG7	180	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	14.5	0.13	1.23	16
Em Sala Cal EG7	180	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	14.5	0.13	1.23	16
	414	0.3	2x4Cu	2.25	31	0	1.1	
Bomba 1	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
Bomba 2	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
	828	0.3	2x4Cu	4.5	31	0	1.1	
Bomba ACS	460	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.5	24	0.16	1.26	20
Bomba PPAL	460	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.5	24	0.16	1.26	20
	3860.8	0.3	4x4Cu	6.97	26	0	1.1	
Bomba llenado	276	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.5	24	0.09	1.19	20
C. Inst. Salar	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	20	0.06	1.16	20
C. Control	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	20	0.06	1.16	20
Caldera y Quemador	1840	12	2x2.5+TTx2.5Cu	10	24	0.64	1.74	20
Usos Varios FSC	1200	8	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	20	0.27	1.37	20
Centralita Gas	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	20	0.06	1.16	20
	800	0.3	4x2.5Cu	1.44	20	0	1.1	
Aerotermino Solar	800	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.44	18	0.09	1.19	20
	800	0.3	4x2.5Cu	1.44	20	0	1.1	
Aerotermino Gimnasio	800	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.44	18	0.09	1.19	20
	414	0.3	2x4Cu	2.25	31	0	1.1	
Bomba Retorno 1	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
Bomba Retorno 2	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
	414	0.3	2x4Cu	2.25	31	0	1.1	
Bomba Soar primario	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
Recuperador	230	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.25	24	0.08	1.18	20
	100	0.3	2x2.5Cu	0.54	23	0	1.1	
Control	100	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.54	17	0.03	1.13	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x2.5Cu	1.69		747.5	0.15			
Al Sala Cal AG7	15	2x1.5+TTx1.5Cu	1.66	4.5	275.86	0.39			10;C
Em Sala Cal EG7	15	2x1.5+TTx1.5Cu	1.66	4.5	275.86	0.39			10;C
	0.3	2x4Cu	1.69		753.29	0.37			
Bomba 1	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
Bomba 2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
	0.3	2x4Cu	1.69		753.29	0.37			
Bomba ACS	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
Bomba PPAL	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
	0.3	4x4Cu	1.69		753.29	0.37			
Bomba llenado	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
C. Inst. Salar	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	446.01	0.42			16;C
C. Control	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	446.01	0.42			16;C
Caldera y Quemador	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
Usos Varios FSC	8	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	485.64	0.35			16;C
Centralita Gas	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	446.01	0.42			16;C
	0.3	4x2.5Cu	1.69	4.5	747.5	0.15			16
Aerotermino Solar	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.66	4.5	275.86	1.09			16;C
	0.3	4x2.5Cu	1.69	4.5	747.5	0.15			16
Aerotermino Gimnasio	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.66	4.5	275.86	1.09			16;C
	0.3	2x4Cu	1.69		753.29	0.37			
Bomba Retorno 1	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
Bomba Retorno 2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
	0.3	2x4Cu	1.69		753.29	0.37			
Bomba Soar primario	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
Recuperador	12	2x2.5+TTx2.5Cu	1.67	4.5	383.81	0.87			16;C
	0.3	2x2.5Cu	1.69	4.5	747.5	0.15			10;C
Control	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.66		443.97	0.42			

Subcuadro C Infantil CEI RED

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	1795.2	0.3	2x4Cu	7.81	31	0.01	0.79	
AI AI1	864	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.76	17	0.49	1.28	20
Emerg EI1	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.96	16
Enchufes FI1	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.68	1.47	20
	1795.2	0.3	2x4Cu	7.81	31	0.01	0.79	



I. MEMORIA

AI AI2	864	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.76	17	0.49	1.28	20
Emerg EI2	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.96	16
Enchufes FI2	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.68	1.47	20
	1795.2	0.3	2x4Cu	7.81	31	0.01	0.79	
AI AI3	864	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.76	17	0.49	1.28	20
Emerg EI3	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.96	16
Enchufes FI3	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.68	1.47	20
	920	0.3	2x2.5Cu	4	23	0.01	0.79	
Ventilación SIAV	920	18	2x2.5+TTx2.5Cu	5	20	0.47	1.25	20
	1200	0.3	2x2.5Cu	6.52	23	0.01	0.79	
Puestos de trabajo	1200	18	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	17	0.62	1.4	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccl} (kA)	P de C (kA)	I _{pcF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x4Cu	1.01		450.21	1.04			
AI AI1	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			10;C
Emerg EI1	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1	4.5	189.69	0.83			10;C
Enchufes FI1	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			16;C
	0.3	2x4Cu	1.01		450.21	1.04			
AI AI2	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			10;C
Emerg EI2	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1	4.5	189.69	0.83			10;C
Enchufes FI2	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			16;C
	0.3	2x4Cu	1.01		450.21	1.04			
AI AI3	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			10;C
Emerg EI3	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1	4.5	189.69	0.83			10;C
Enchufes FI3	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1	4.5	246.83	1.36			16;C
	0.3	2x2.5Cu	1.01		448.13	0.41			
Ventilación SIAV	18	2x2.5+TTx2.5Cu	0.99	4.5	257.82	1.24			16;C
	0.3	2x2.5Cu	1.01		448.13	0.41			
Puestos de trabajo	18	2x2.5+TTx2.5Cu	0.99	4.5	257.82	1.24			16;C

Subcuadro Cuadro primaria CEP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	40000	0.3	4x16Cu	57.74	63	0.01	0.98	
Futura ampliación	40000	60	4x16+TTx16Cu	57.74	72	1.95	2.93	
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP1	540	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.18	1.16	20
Emerg EP1	180	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.1	1.08	16
FP1	1200	16	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.55	1.52	20
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP2	540	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.21	1.19	20
Emerg EP2	180	14	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.12	1.09	16
FP2	1200	18	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.61	1.59	20
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP3	540	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.24	1.22	20
Emerg EP3	180	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.14	1.11	16
FP3	1200	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.68	1.66	20
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP7	540	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.21	1.19	20
Emerg EP7	180	14	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.12	1.09	16
FP7	1200	22	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.75	1.73	20
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP8	540	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.24	1.22	20
Emerg EP8	180	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.14	1.11	16
FP8	1200	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.82	1.79	20
	1536	0.3	2x6Cu	6.68	40	0.01	0.98	
AI AP9	540	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	17	0.24	1.22	20
Emerg EP9	180	16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.14	1.11	16
Reserva	1200	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.82	1.79	20
	920	0.3	2x2.5Cu	5	23	0.01	0.98	
Ventilación SIAV	920	18	2x2.5+TTx2.5Cu	4	20	0.47	1.45	20
	370.8	0.3	2x1.5Cu	2.02	17	0.01	0.98	
Alumb ext AE8	370.8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.61	17.5	0.52	1.5	16
	1200	0.3	2x2.5Cu	6.52	23	0.01	0.98	
Puestos de trabajo	1200	18	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	17	0.62	1.6	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccl} (kA)	P de C (kA)	I _{pcF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
--------------	--------------	---------------	------------------------	-------------	----------------------	-------------------------	------------------------	----------------------	--------------



I. MEMORIA

	0.3	4x16Cu	3.58		1602.62	1.32		
Futura ampliación	60	4x16+TTx16Cu	3.56	4.5	617.02	13.75		63;B
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP1	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	579.02	0.25		10;C
Emerg EP1	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	406.69	0.18		10;C
FP1	16	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	477.8	0.36		16;C
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP2	14	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	523.57	0.3		10;C
Emerg EP2	14	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	361.81	0.23		10;C
FP2	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	439.38	0.43		16;C
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP3	16	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	477.8	0.36		10;C
Emerg EP3	16	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	325.85	0.28		10;C
FP3	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	406.69	0.5		16;C
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP7	14	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	523.57	0.3		10;C
Emerg EP7	14	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	361.81	0.23		10;C
FP7	22	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	378.52	0.58		16;C
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP8	16	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	477.8	0.36		10;C
Emerg EP8	16	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	325.85	0.28		10;C
FP8	24	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	353.99	0.66		16;C
	0.3	2x6Cu	3.58		1584.57	0.19		
AI AP9	16	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	477.8	0.36		10;C
Emerg EP9	16	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	4.5	325.85	0.28		10;C
Reserva	24	2x2.5+TTx2.5Cu	3.52	4.5	353.99	0.66		16;C
	0.3	2x2.5Cu	3.58		1545.57	0.03		
Ventilación SIAV	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.43	4.5	436.31	0.43		16;C
	0.3	2x1.5Cu	3.58		1503.28	0.01		
Alumb ext AE8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.34	4.5	166.93	1.65		10;C
	0.3	2x2.5Cu	3.58		1545.57	0.03		
Puestos de trabajo	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.43	4.5	436.31	0.43		16;C

Subcuadro Cuadro Aulas Específicas CEAE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	2256	0.3	2x4Cu	9.81	31	0.01	1.14	
AI AE1	1440	28	2x2.5+TTx2.5Cu	6.26	17	1.15	2.29	20
Emerg EE1	180	28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.24	1.37	16
FE1	1200	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.82	1.95	20
	2256	0.3	2x4Cu	9.81	31	0.01	1.14	
AI AE2	1440	28	2x2.5+TTx2.5Cu	6.26	17	1.15	2.29	20
Emerg EE2	180	28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.24	1.37	16
FE2	1200	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.82	1.95	20
	2256	0.3	2x4Cu	9.81	31	0.01	1.14	
AI AE3	1440	28	2x2.5+TTx2.5Cu	6.26	17	1.15	2.29	20
Emerg EE3	180	28	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.24	1.37	16
FE3	1200	24	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	17	0.82	1.95	20
	419.4	0.3	2x1.5Cu	2.28	17	0.01	1.13	
Alumb ext AE4	419.4	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	17.5	0.59	1.72	16
Cuadro Inf. CEAI	4800	10	4x2.5+TTx2.5Cu	6.93	18	0.23	1.35	20
	920	0.3	2x2.5Cu	4	23	0.01	1.13	
Ventilación SIAV	920	18	2x2.5+TTx2.5Cu	5	20	0.47	1.6	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x4Cu	1.17		523.41	0.77			
AI AE1	28	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	223.58	1.65			10;C
Emerg EE1	28	2x1.5+TTx1.5Cu	1.16	4.5	161.78	1.14			10;C
FE1	24	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	243.51	1.39			16;C
	0.3	2x4Cu	1.17		523.41	0.77			
AI AE2	28	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	223.58	1.65			10;C
Emerg EE2	28	2x1.5+TTx1.5Cu	1.16	4.5	161.78	1.14			10;C
FE2	24	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	243.51	1.39			16;C
	0.3	2x4Cu	1.17		523.41	0.77			
AI AE3	28	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	223.58	1.65			10;C
Emerg EE3	28	2x1.5+TTx1.5Cu	1.16	4.5	161.78	1.14			10;C
FE3	24	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	243.51	1.39			16;C
	0.3	2x1.5Cu	1.17		515.69	0.11			
Alumb ext AE4	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.14	4.5	137.61	2.43			10;C



Cuadro Inf. CEAI	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.17	4.5	356.09	0.65			16;C
	0.3	2x2.5Cu	1.17		520.61	0.3			
Ventilación SIAV	18	2x2.5+TTx2.5Cu	1.16	4.5	280.28	1.05			16;C

Subcuadro Cuadro Infantil. CEAI

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	2000	0.3	2x2.5Cu	8.7	23	0.02	1.37	
P 1,2,3,4	1200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	0.51	1.88	40x30
P 4,6,7	800	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.48	24	0.34	1.71	40x30
	2000	0.3	2x2.5Cu	8.7	23	0.02	1.37	
P 8,9,10,11	1200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	0.51	1.88	40x30
P 12,13,14	800	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.48	24	0.34	1.71	40x30
	2000	0.3	2x2.5Cu	8.7	23	0.02	1.37	
P 15,16,17,18	1200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	0.51	1.88	40x30
P 19,20,21	800	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.48	24	0.34	1.71	40x30

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x2.5Cu	0.79		352.64	0.66			
P 1,2,3,4	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C
P 4,6,7	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C
	0.3	2x2.5Cu	0.79		352.64	0.66			
P 8,9,10,11	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C
P 12,13,14	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C
	0.3	2x2.5Cu	0.79		352.64	0.66			
P 15,16,17,18	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C
P 19,20,21	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	4.5	225.53	2.51			16;C

Subcuadro C Infantil CEI grupo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.42	
AI AI4	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.46	20
Emerg EI4	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.59	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.42	
AI AI5	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.46	20
Emerg EI5	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.59	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.42	
AI AI6	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.46	20
Emerg EI6	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.59	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x2.5Cu	0.27		121.58	5.59			
AI AI4	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.27	4.5	99.44	8.36			10;B
Emerg EI4	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.27	4.5	88.68	3.78			10;B
	0.3	2x2.5Cu	0.27		121.58	5.59			
AI AI5	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.27	4.5	99.44	8.36			10;B
Emerg EI5	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.27	4.5	88.68	3.78			10;B
	0.3	2x2.5Cu	0.27		121.58	5.59			
AI AI6	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.27	4.5	99.44	8.36			10;B
Emerg EI6	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.27	4.5	88.68	3.78			10;B

Subcuadro Cuadro primaria CEP grupo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.87	
AI AP4	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.91	20
Emerg EP4	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	1.04	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.87	
AI AP5	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.91	20
Emerg EP5	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	1.04	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.87	
AI AP6	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.91	20
Emerg EP6	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	1.04	16
Futura ampliación	6000	0.3	4x2.5Cu	10.83	20	0.01	0.88	



Futura Ampliación	6000	60	4x2.5+TTx2.5Cu	10.83	22	1.75	2.62	
-------------------	------	----	----------------	-------	----	------	------	--

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x2.5Cu	0.85		380.09	0.57			
AI AP4	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.84	4.5	224.15	1.65			10;C
Emerg EP4	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.84	4.5	176.01	0.96			10;C
	0.3	2x2.5Cu	0.85		380.09	0.57			
AI AP5	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.84	4.5	224.15	1.65			10;C
Emerg EP5	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.84	4.5	176.01	0.96			10;C
	0.3	2x2.5Cu	0.85		380.09	0.57			
AI AP6	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.84	4.5	224.15	1.65			10;C
Emerg EP6	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.84	4.5	176.01	0.96			10;C
Futura ampliación	0.3	4x2.5Cu	0.85		380.09	0.57			
Futura Ampliación	60	4x2.5+TTx2.5Cu	0.84	4.5	110.81	10.41			16;B

Subcuadro Cuadro aulas. específicas. grupo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.34	
AI AE4	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.39	20
Emerg EE4	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.51	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.34	
AI AE5	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.39	20
Emerg EE5	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.51	16
	252	0.3	2x2.5Cu	1.1	23	0	0.34	
AI AE6	72	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.31	17	0.04	0.39	20
Emerg EE6	180	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	12.5	0.17	0.51	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
	0.3	2x2.5Cu	0.37		167.02	2.96			
AI AE4	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	4.5	127.91	5.05			10;C
Emerg EE4	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	4.5	110.64	2.43			10;C
	0.3	2x2.5Cu	0.37		167.02	2.96			
AI AE5	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	4.5	127.91	5.05			10;C
Emerg EE5	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	4.5	110.64	2.43			10;C
	0.3	2x2.5Cu	0.37		167.02	2.96			
AI AE6	20	2x2.5+TTx2.5Cu	0.37	4.5	127.91	5.05			10;C
Emerg EE6	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	4.5	110.64	2.43			10;C

Todos los cuadros dispondrán de reserva un 20% de espacio para aparamenta de futuras ampliaciones.

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm² 300 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 1.97 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.



D.18 Instalación de calefacción, gas y solar

Instalación de calefacción

1. ANTECEDENTES

El centro dispone de otros edificios sobre la parcela. Sin embargo, la instalación de calefacción que se plantea en el presente proyecto, para dar servicio a los dos nuevos edificios, será independiente de la existente. Con nuevas calderas situadas en el edificio de gimnasio por un lado y de usos exclusivo para éste, así como otra para cubrir la demanda de las ampliaciones de primaria, infantil y aulas específicas y ubicada en la Sala de Máquinas existente..

2. OBJETO.

El objeto de este proyecto es el de ofrecer detalles del cálculo y diseño de los componentes de la instalación de calefacción, de ambos edificios.

3. NORMATIVA LEGAL.

En la redacción y estudio de este proyecto de Calefacción nos atendremos a la siguiente Normativa:

- . Cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Decreto 1027/2007 de 29 de Agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias y posteriores modificaciones.
- . Código Técnico Edificación.
- . Reglamento de Recipientes a Presión.
- . Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. RD-842/2002.

4. DESCRIPCION DEL EDIFICIO.

El complejo objeto de este proyecto está formado:

- Gimnasio: edificio independiente de una sola planta que se va a dedicar a gimnasio, con zona de vestuarios y otras dependencias de servicio.
- Ampliaciones en los edificios de primaria e infantil.

Los cerramientos que se han tenido en cuenta para la realización de la instalación de calefacción son los siguientes:

Capas						
Material	e	X	+	RT	Cp	!
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	12.25	1140	0.585	0.2095	238.846	10
Arena y grava [1700 < d < 2200]	10	1950	1.72	0.0581	249.594	50
Betún fieltro o lámina	0.3	1100	0.198	0.0152	238.846	50000
Caucho natural	0.7	910	0.112	0.0626	262.73	10000
Cloruro de polivinilo [PVC]	0.1	1390	0.146	0.0068	214.961	50000
Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25	825	0.215	0.0581	238.846	4
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7	930	0.376	0.186	238.846	10
Fábrica de ladrillo cerámico perforado	11	1140	0.525	0.2093	238.846	10
Guarnecido de yeso	1.5	1150	0.49	0.0306	238.846	6
Lana mineral	4	70	0.029	1.368	200.631	1
Losa alveolar 30 cm, 625 kg/m²	30	2083.33	1.173	0.3333	238.846	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1	1350	0.602	0.0166	238.846	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	2	1350	0.602	0.0332	238.846	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5	1350	0.602	0.0831	238.846	10
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	1000	0.353	0.2836	238.846	10
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	5	40	0.027	1.8755	238.846	1
pintura plastica	0.01	1000	0.43	0.0002	238.846	1
Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	0.2	900	0.215	0.0093	238.846	4
Plaqueta o baldosa cerámica	0.5	2000	0.86	0.0058	191.077	30
Plaqueta o baldosa de gres	1	2500	1.978	0.0051	238.846	30
Subcapa fieltro	0.1	120	0.043	0.0233	310.5	15
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	7.5	930	0.403	0.1859	238.846	10
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	5	37.5	0.029	1.71	238.846	20
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8	37.5	0.029	2.736	238.846	20



Capas						
Material	e	X	+	RT	Cp	!
Abreviaturas utilizadas						
e Espesor (cm)	RT	Resistencia térmica ($m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / kcal$)				
X Densidad (kg/m^3)	Cp	Calor específico ($cal/kg \cdot ^\circ C$)				
+ Conductividad térmica ($kcal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$)	!	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ()				

5. SISTEMA DE INSTALACION

El sistema de instalación proyectada para dar servicio de calefacción (por agua caliente) y ACS en los nuevos edificios del complejo CEIP "Valdebebas" posee las siguientes características:

- El sistema de ACS solo da servicio a los locales húmedos situados en el gimnasio (pabellón).
- Generadores de calor: se proyectan dos generadores de calor independientes, por un lado un generador para el edificio del gimnasio con potencia para cubrir el servicio de calefacción y ACS del mismo, marca BAXI, modelo POWER HT Plus 70, así como un nuevo generador para las zonas ampliadas de infantil y primaria, para cubrir la demanda de calefacción, también marca BAXI, modelo POWER HT Plus 110.
 - Las características de estos generadores son las siguientes:

	Etapas de la caldera	Unidad	POWER HT Plus 50	POWER HT Plus 70	POWER HT Plus 90	POWER HT Plus 110
Potencia térmica útil a 80/60 °C Modo de calefacción	Mínimo	kW	5,0	7,2	9,4	11,4
Potencia térmica útil a 80/60 °C Modo de calefacción	Máxima	kW	45	65	85	102
Potencia térmica útil a 50/30 °C Modo de calefacción	Mínimo	kW	5,4	7,8	10,2	12,3
Potencia térmica útil a 50/30 °C Modo de calefacción	Máxima	kW	48,6	70,2	91,8	110,2
Potencia - Modo de calefacción	Mínimo	kW	5,1	7,4	9,7 ⁽¹⁾	11,7
Potencia - Modo de calefacción	Máxima	kW	46,3	66,9	87,4	104,9
Potencia - Modo de calefacción	Mínimo	kW	5,6	8,2	10,7	12,9
Potencia - Modo de calefacción	Máxima	kW	51,4	74,2	97,0	116,4
Eficiencia a 80/60 °C - Modo de calefacción a plena carga	Máxima	%	97,4	97,2	97,3	97,2
Eficiencia a 50/30 °C -	Modo de calefacción a plena carga	%	105,0	105,0	105,5	105,1
Eficiencia - - Temperatura de retorno 30 °C	Modo de calefacción a carga parcial	%	108,4	108,1	108,2	108,1

El sistema primario tendrá dos niveles de funcionamiento básico:

- Inicio de funcionamiento de los sistemas de calefacción y ACS, donde el primario trabajará de con un salto de temperaturas de 80 – 65 °C.
 - Para aprovechar el sistema de condensación de las calderas, la temperatura de consigna del primario será de 58°C (cerca del límite donde se produce la condensación y los máximos rendimientos). Este nivel de funcionamiento se establecerá cuando la temperatura de acumulación de ACS este como mínimo a 60°C y se hallan vencidos las inercias térmicas que existen al comienzo de la entrada de funcionamiento de los edificios.
- Sistemas secundarios de calor (impulsión y retorno) compuestos por:
 - Circuito secundario de ACS, el cual se conecta directamente al sistema primario sin válvulas de tres vías. La temperatura de trabajo de este circuito cuando esté en funcionamiento será con un salto térmico de 80 – 65 °C.
 - Circuito secundario de calefacción correspondiente a los emisores térmicos de aluminio. La



temperatura de trabajo de este circuito como mínimo de 63 – 53 °C durante el periodo de entrada en funcionamiento del edificio, bajándose 5 °C (tanto la impulsión como el retorno 58-48 °C) una vez se hallan vencido las diferentes inercias térmicas. Este circuito posee válvula de tres vías. Los emisores térmicos finales serán de aluminio de diferentes alturas en función de la emisión calorífica que tengan que irradiar en el local correspondiente. Cada uno de estos emisores llevarán detentor y válvula termostática. La válvula termostática podrá ser bloqueada a una determinada temperatura por personal de mantenimiento.

- Circuitos secundarios de calefacción correspondiente a las baterías de las unidades de tratamiento SIAV. La temperatura de trabajo de estos circuitos será como mínimo de 60 – 40 °C durante el periodo de entrada en funcionamiento del edificio, bajándose 5 °C (tanto la impulsión como el retorno 55-35 °C) una vez se hallan vencido las diferentes inercias térmicas. Estos circuitos poseen válvulas de tres vías.
- Circuitos secundario de calefacción correspondiente a las baterías de los aerotermos del gimnasio. La temperatura de trabajo de estos circuitos será como mínimo de 50 – 40 °C durante el periodo de entrada en funcionamiento del edificio, bajándose 5 °C (tanto la impulsión como el retorno 45-35 °C) una vez se hallan vencido las diferentes inercias térmicas. Este circuito posee válvula de tres vías.



- Todos los circuitos (primarios y secundarios) llegarán sus correspondientes sistemas de bombeo, compuestos por bombas gemelas siempre que sea posible. NOTA: los sistemas de ACS para consumo humano estarán compuestos por bombas simples debido a los posibles tratamientos antilegionela.
- El combustible de los generadores de calor será gas natural. La regulación de todo el conjunto será electrónica.
- Las tuberías de los elementos de calefacción serán multicapa PEX-AL-PEX.
- El aislamiento de las tuberías se realizará con espuma elastomérica o equivalente según normativa. Los espesores se realizarán según requerimientos del RITE.

6. FUENTE DE ENERGIA

Como se ha comentado anteriormente, el combustible a utilizar para los generadores será gas natural, cuya instalación cumplirá lo especificado en el correspondiente reglamento.

7. CUMPLIMIENTO ITE. 1.2.4.1.2.2

Para conseguir el cumplimiento de la ITE.1.2.4.1.2.2 en lo relativo al fraccionamiento de potencia el equipo de producción de calor no es preciso que se disponga de más de un generador de calor, por ser la potencia inferior a 400 kw.

De acuerdo con ITE.1.2.4.1.2.3 el quemador por estar la potencia térmica entre 70 y 400 kw. debe tener como mínimo una regulación de dos marchas, no obstante los generadores escogidos poseen quemadores modulantes.

8. CONTROL AUTOMÁTICO

El control de temperatura, en función de las condiciones externas, se realizará mediante válvulas motorizadas de tres vías accionadas por centralita electrónica en función de la temperatura exterior y de la temperatura de impulsión.

El control de la temperatura interior se conseguirá mediante válvulas termostáticas en los radiadores de todas las dependencias.

9. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Se instalará una válvula de seguridad en la caldera tarada a 3 kg/cm².

Termómetros en las tuberías de ida y retorno.

Manómetros antes y después de bombas.

Termómetros en la chimenea.

Termostatos de corte en la chimenea en función de la temperatura de humos.



Vasos de expansión cerrados.

El arranque de la instalación se realizará mediante un automático programable.

10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las canalizaciones tanto de fuerza como de alumbrado estarán formadas como mínimo por conductores de cobre con aislamiento de PVC para 750 v, libre de halógenos, bajo tubo de acero galvanizado en montaje superficial.

Los puntos de luz serán estancos.

El cuadro de protección se situará próximo a la puerta de acceso, será metálico, estanco, y albergará los mecanismos de protección contra sobrecarga y contactos indirectos.

Se dispondrá un automático de corte rápido en la puerta y un sistema de detección de fugas automático.

La alimentación de esta instalación será independiente desde el cuadro general.

11. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

11.1.-DATOS GENERALES CÁLCULO.

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

Temperatura seca verano	36.5 °C
Temperatura húmeda verano	21.4 °C
Percentil condiciones de verano	1.0 %
Temperatura seca invierno	-4.9 °C
Percentil condiciones de invierno	99.0 %
Variación diurna de temperaturas	15.8 °C
Grado acumulados en base 15 – 15°C	1403 días-grado
Orientación del viento dominante	N
Velocidad del viento dominante	4.4 m/s
Altura sobre el nivel del mar	859 m
Latitud	40.75 Norte

En un anexo de cálculo aparece la evolución de las temperaturas secas y húmedas máximas corregidas para todos los meses del año y horas del día, según las tablas de corrección que recoge la norma UNE 100014.

Las fórmulas empleadas en el cálculo de cargas térmicas son:

11.2.-PERDIDAS POR TRANSMISIÓN.

$$Pt = S * Kn * Io * (Ti - Te)$$

Siendo:

Pt = Pérdida transmisión en Kcal/h.

S = Superficie en m².

Kn = Coeficiente K del cerramiento.

Io = Incremento por orientación.

Ti - Te = (Diferencia de Temperatura).

11.3.-PERDIDAS POR INFILTRACIÓN.

$$P_{real} = 0.61 * v^2$$

$$I_{real} = I * (P_{real}/100)^{1.80}$$

$$Pi = I_{real} * S * 0.30 * (Ti - Te).$$

Siendo:

P_{real} = Presión real del viento en Pa.

v = Velocidad del viento en m/seg.

I_{real} = Infiltración real en m³/h m².

Pi = Pérdidas por infiltración.

I = Infiltración ventana tipo.

11.4.-PERDIDAS POR RENOVACIÓN

$$Pr = 0.30 * (Ti - Te) * Volumen * N^{\circ} \text{ de renovaciones.}$$

Calculadas las pérdidas por infiltración, se comprobarán las pérdidas por renovaciones y tomaremos el mayor valor de ambas pérdidas.

$$PERDIDA \text{ TOTAL} = (Pt + Pi \text{ o } Pr) * (Is + li + la + le).$$

Siendo :

Is = Incremento situación (10%).

li = Incremento intermitencia (15%).

la = Incremento por altura (10%).

le = Incremento por esquina (10%).

Sumando las pérdidas de todos los locales se obtiene la potencia total necesaria del edificio.



11.5.-RESUMEN DEL CÁLCULO DE PÉRDIDAS

A continuación figuran los resultados obtenidos, para cada uno de los locales que conforman el edificio, con la indicación de sus cargas térmicas.

Pabellón Gimnasio

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Gimnasio	13602	0	0	2720	10	17954	6135	24089
Pasillo gimnasio	904	0	0	90	10	1093	1591	2684
Aseo masculino	601	0	0	60	10	727	355	1082
Aseo femenino	521	0	0	52	10	630	355	985
Aseo masculino adaptado	165	0	0	17	10	200	355	555
Aseo femenino adaptado	122	0	0	12	10	147	355	502
Aseo monitor	119	0	0	12	10	144	355	499
Despacho monitor	636	0	0	95	10	804	533	1337
Suma	16670	0	0	3058		21701	10034	
Total Sistema (W):								31735

Infantil planta primera

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Aula infantil 1	722	0	0	108	10	913	3543	4456
Aula infantil 2	908	0	0	136	10	1148	3375	4523
Aula infantil 3	724	0	0	72	10	876	3543	4419
Aula infantil 4	915	0	0	92	10	1108	3543	4651
Aseo infantil 1	167	0	0	25	10	211	337	548
Aseo infantil 2	167	0	0	17	10	202	337	539
Distribuidor aula infantil	1212	0	0	242	10	1599	972	2571
Suma	4815	0	0	692		6058	15650	
Total Sistema (W):								21708

Aulas de primaria

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Aula P1	947	0	0	189	10	1250	1392	2642
Reprografía	621	0	0	124	10	820	533	1352
Aula P2	933	0	0	187	10	1232	1392	2624
Aula P3	1164	0	0	175	10	1473	1392	2865
Aula P4	1236	0	0	185	0	1421	1392	2813
Aseo Masculino Prim planta baja	259	0	0	26	10	314	355	668
Aseo adap masculino prim pta baja	167	0	0	17	10	202	355	557
Aseo adaptado fem prim planta baja	121	0	0	18	10	153	355	508
Aseo femenino prim planta baja	239	0	0	24	10	289	355	644
Aeo masculino Prim P-1	400	0	0	40	10	484	355	839
Aseo femenino prim P-1	575	0	0	58	10	696	355	1051
Aseo adaptado masculino prim P-1	163	0	0	16	10	197	355	552
Aseo adaptado femenino prim P-1	162	0	0	16	10	196	355	551
Distribuidor planta baja	2690	0	0	538	10	3551	3229	6780
Distribuidor sótano primaria	1545	0	0	232	10	1955	1392	3347



Suma	11222	0	0	1845		14232	13562	
					Total Sistema (W):		27794	

Aulas específicas.

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Sala de Profesores	967	0	0	145	10	1223	874	2097
APG I	465	0	0	70	10	588	492	1080
APG II	493	0	0	74	10	624	492	1116
Aula de informática	1143	0	0	171	10	1445	1147	2592
Aula de música	955	0	0	143	10	1208	929	2137
Aseo masculino	178	0	0	18	10	216	348	564
Aseo m adaptado	157	0	0	16	10	190	348	538
Aseo femenino	189	0	0	19	10	229	348	577
Aseo fem adaptado	157	0	0	16	10	190	348	538
Biblioteca	2356	0	0	471	10	3110	6795	9905
Pasillo salas específicas	1693	0	0	169	10	2048	3345	5393
Suma	8753	0	0	1312		11071	15466	
					Total Sistema (W):		26538	

11.6.-CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Sobre la base de los cálculos de las pérdidas anteriormente expuesto y a las fichas justificativas de los mismos, detallamos a continuación el resumen del cálculo de los elementos de la instalación:

11.6.1.- Grupos Térmicos

Para calcular el sistema correspondiente a la calefacción se ha considerado que existe una pérdida de calor por las tuberías según los espesores mínimos del RITE (aproximadamente un 5%).

Potencia calorífica Global de calefacción

(Sobre hojas de carga)

31.735	W. (Pabellón Deportivo)
27.794	W (Edificio de Primaria)
26.538	W (Aulas específicas)
21.708	W (Aulas de Infantil)

A esta potencia se le añade la del calentamiento del ACS (agua caliente sanitaria) del Pabellón. Los usos previstos de esta instalación son los siguientes:



Uso del Edificio y/o actividad	Gimnasio
Nº de viviendas	0
Localidad de ubicación	Madrid
Zona climática según HE-4	IV
Cobertura solar alcanzada	56,90%
Necesidades de ACS l/día: persona a 60 °C	21
Nº de personas del Edificio / camas / Kg / etc.	54
Otras necesidades según el Uso (l/día)	0
Demanda diaria de ACS (l/día)	1134
Factor de centralización	1
Consumo diario de ACS (l/día)	1134
Consumo punta estimado	567
Capacidad de Acumulación al 100% del consumo punta	567
Nº de depósitos de ACS	1
Fabricante	LAPESA
Modelo	CV-M1
Volumen depósitos de ACS (litros)	500
Diámetro depósitos de ACS (mm.)	770
Altura depósitos de ACS (mm.)	1690
Temperatura de entrada AFS (T_{AFS}) °C	8
Temperatura de preparación ACS (T_{pACS}) °C	60
Temperatura de Utilización ACS (T_{uACS}) °C	55
Factor de uso de acumulación ($F_{uso\ acumulación}$)	94%
Rendimiento del sistema de producción del ACS (η_{ACS})	75%
Potencia de caldera necesaria por periodo punta (kW)	4
Tiempo de recuperación para nuevo consumo punta (h)	11,40
Potencia de caldera necesaria recuperación en 2 horas (kW)	15
Potencia de caldera seleccionada (kW)	15

Por lo tanto, la potencia necesaria para el calentamiento del ACS es de 15.000 W.

La potencia útil de las calderas será superior a dichas pérdidas, por lo cual se seleccionan los siguientes grupos térmicos:

- Pabellón Deportivo: Caldera de condensación marca BAXI, modelo POWER HT Plus 70
- Aulas Específicas, Aulas de Infantil y Aulas de Primaria: Caldera de condensación marca BAXI, modelo POWER HT Plus 110

11.6.2 Cálculo de tuberías

Como se ha indicado anteriormente se ha elegido un sistema bitubular, con tuberías multicapa PEX-AL-PEX mediante sistema Presfitting.

Las tuberías discurrirán por los lugares indicados en planos, las horizontales ocultas en el falso techo y las verticales empotradas en paramentos.

Las tuberías que discurran por falso techo llevarán aislamiento a base coquillas de espuma elastomérica o sistema de aislamiento equivalente homologado, con los espesores indicados en RITE.

El caudal y la sección de cada tubería lo calculamos como sigue:

$$Q = Pr / St. \quad l/h.$$

$$S = Q / v * 3.6 \text{ mm}^2.$$

Conocido el diámetro calculamos las pérdidas de carga unitaria de cada tramo de tubería. Se ha limitado la pérdida de carga a un máximo de 40 mm.c.a. El caudal de agua se ha calculado para los saltos térmicos que vienen indicados en el apartado 5 de este documento.



A continuación se expone los distintos circuitos:

CÁLCULO HIDRÁULICO CIRCUITO RADIADORES PABELLÓN DEPORTIVO													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN										60			
VISCOSIDAD CINEMÁTICA										0,000000400			
DENSIDAD (Kg/m3)										984,46			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TÉRMICO	CAUDAL CIRCULACIÓN	LONG. I+R	DIÁMETRO COMERCIAL	DIÁMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	83	0	8134	10,0	700	3,0	AC. 3/4"	21,7	0,53	23,1	138,6	41,6	180,1
T2-T3	14	0	1372	10,0	118	6,0	MC. 16	12,0	0,29	11,9	143,0	42,9	185,9
T2-T4	69	0	6762	10,0	582	1,0	AC. 3/4"	21,7	0,44	16,2	32,5	9,7	42,2
T4-T5	6	0	588	10,0	51	6,0	MC. 16	12,0	0,12	2,9	35,2	10,6	45,8
T4-T6	63	0	6174	10,0	531	5,0	AC. 3/4"	21,7	0,40	13,6	136,5	40,9	177,4
T6-T7	14	0	1372	10,0	118	4,0	MC. 16	12,0	0,29	11,9	95,3	28,6	124,0
T6-T8	35	0	3430	10,0	295	3,0	AC. 1/2"	16,1	0,40	20,8	124,6	37,4	161,9
T8-T9	6	0	588	10,0	51	4,0	MC. 16	12,0	0,12	2,9	23,5	7,0	30,5
T8-T10	23	0	2254	10,0	194	6,0	AC. 1/2"	16,1	0,26	9,5	113,4	34,0	147,5
T10-T11	11	0	1078	10,0	93	4,0	MC. 16	12,0	0,23	8,0	63,7	19,1	82,8

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO RADIADORES PABELLÓN DEPORTIVO	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERÍAS (mm.c.d.a.)	992,3
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	2
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	2,99
DATOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.)	2,99
CAUDAL DE CIRCULACIÓN (l/h)	700

CÁLCULO HIDRÁULICO CIRCUITO AEROTERMOS PABELLÓN DEPORTIVO													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN										40			
VISCOSIDAD CINEMÁTICA										0,000000600			
DENSIDAD (Kg/m3)										992,58			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TÉRMICO	CAUDAL CIRCULACIÓN	LONG. I+R	DIÁMETRO COMERCIAL	DIÁMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	0	24000	24000	10,0	2.064	15,0	AC. 1 1/4"	36,0	0,56	14,1	423,8	127,1	550,9
T2-T3	0	12000	12000	10,0	1.032	7,0	AC. 1"	27,3	0,49	15,6	218,7	65,6	284,3
T3-T4	0	8000	8000	10,0	688	10,0	AC. 1"	27,3	0,33	7,3	146,5	43,9	190,4
T4-T5	0	4000	4000	10,0	344	10,0	AC. 1"	27,3	0,16	2,1	41,6	12,5	54,1
T2-T6	0	12000	12000	10,0	1.032	18,0	AC. 1"	27,3	0,49	15,6	562,3	168,7	731,0
T6-T7	0	8000	8000	10,0	688	10,0	AC. 1"	27,3	0,33	7,3	146,5	43,9	190,4
T7-T8	0	4000	4000	10,0	344	10,0	AC. 1"	27,3	0,16	2,1	41,6	12,5	54,1

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO AEROTERMOS PABELLÓN DEPORTIVO	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERÍAS (mm.c.d.a.)	1.526,4
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	2
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	3,53
DATOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.)	3,53
CAUDAL DE CIRCULACIÓN (l/h)	2.064

CÁLCULO HIDRÁULICO CIRCUITO PRIMARIO ACS PABELLÓN DEPORTIVO													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN										80			
VISCOSIDAD CINEMÁTICA										0,000000370			
DENSIDAD (Kg/m3)										980,12			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TÉRMICO	CAUDAL CIRCULACIÓN	LONG. I+R	DIÁMETRO COMERCIAL	DIÁMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	0	15000	15000	15,0	860	3,0	AC. 3/4"	21,7	0,65	34,0	204,1	61,2	265,4

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO PRIMARIO ACS	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERÍAS (mm.c.d.a.)	265,4
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	2
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	2,27
DATOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.)	2,27
CAUDAL DE CIRCULACIÓN (l/h)	860

CÁLCULO HIDRÁULICO CIRCUITO SUELO RADIANTE DE INFANTIL													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN										40			
VISCOSIDAD CINEMÁTICA										0,000000600			
DENSIDAD (Kg/m3)										992,58			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TÉRMICO	CAUDAL CIRCULACIÓN	LONG. I+R	DIÁMETRO COMERCIAL	DIÁMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	0	23200	23200	5,0	3.990	65,0	PEX. 50 (S-5)	40,8	0,85	17,8	2.310,4	693,1	3.003,6
T2-T3	0	13276	13276	5,0	2.283	5,0	PEX. 40 (S-5)	32,6	0,76	19,4	194,4	58,3	252,7
T2-T4	0	9924	9924	5,0	1.707	5,0	PEX. 32 (S-5)	26,2	0,88	33,0	330,2	99,1	429,3

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO SUELO RADIANTE DE INFANTIL	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERÍAS (mm.c.d.a.)	3256,26
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	3
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	6,26
DATOS DE SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.)	6,26
CAUDAL DE CIRCULACIÓN (l/h)	3.990



CALCULO HIDRAULICO CIRCUITO SIAV PRIMARIA-INFANTIL-AULAS ESPECIFICAS													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCION										60			
VISCOSIDAD CINEMATICA										0,000000400			
DENSIDAD (Kg/m3)										984,46			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TERMICO	CAUDAL CIRCULACION	LONG. I+R	DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	0	30000	30000	20,0	1.290,0	15,0	AC. 1"	27,3	0,61	22,8	685,5	205,6	891,1
T2-T3	0	20000	20000	20,0	860,0	8,0	AC. 3/4"	21,7	0,65	34,4	549,6	164,9	714,5
T3-T4	0	10000	10000	20,0	430,0	25,0	AC. 1/2"	16,1	0,59	42,6	2.129,5	638,8	2.768,3
T4-T5	0	5000	5000	20,0	215,0	22,0	AC. 1/2"	16,1	0,29	11,5	504,3	151,3	655,6
T4-T6	0	5000	5000	20,0	215,0	32,0	AC. 1/2"	16,1	0,29	11,5	733,5	220,1	953,6
T3-T7	0	10000	10000	20,0	430,0	5,0	AC. 1/2"	16,1	0,59	42,6	425,9	127,8	553,7
T7-T8	0	5000	5000	20,0	215,0	34,0	AC. 1/2"	16,1	0,29	11,5	779,4	233,8	1.013,2
T2-T9	0	10000	10000	20,0	430,0	65,0	AC. 1/2"	16,1	0,59	42,6	5.536,6	1.661,0	7.197,6
T9-T10	0	5000	5000	20,0	215,0	8,0	AC. 1/2"	16,1	0,29	11,5	183,4	55,0	238,4
T9-T11	0	5000	5000	20,0	215,0	8,0	AC. 1/2"	16,1	0,29	11,5	183,4	55,0	238,4

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO CIRCUITO SIAV PRIMARIA-INFANTIL-AULAS ESPECIFICAS	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERIAS (mm.c.d.a.)	6882,60
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	3
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	9,88
DATOS DE SELECCION DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMETRICA TOTAL (m.c.a.)	9,88
CAUDAL DE CIRCULACION (l/h)	1.290

CALCULO HIDRAULICO CIRCUITO RADIADORES PRIMARIA													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCION										60			
VISCOSIDAD CINEMATICA										0,000000400			
DENSIDAD (Kg/m3)										984,46			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TERMICO	CAUDAL CIRCULACION	LONG. I+R	DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T1-T2	553	0	54194	10,0	4.660,7	25,0	AC. 1 1/2"	41,9	0,94	30,0	1.497,7	449,3	1.947,0
T2-T3	294	0	28812	10,0	2.477,8	18,0	AC. 1 1/4"	36,0	0,68	19,3	693,5	208,1	901,6
T3-T4	166	0	16268	10,0	1.399,0	9,0	AC. 1"	27,3	0,66	26,7	481,1	144,3	625,4
T4-T5	24	0	2352	10,0	202,3	8,0	AC. 1/2"	16,1	0,28	10,2	163,7	49,1	212,8
T5-T6	14	0	1372	10,0	118,0	8,0	MC. 16	12,0	0,29	11,9	190,7	57,2	247,9
T4-T7	132	0	12936	10,0	1.112,5	6,0	AC. 1"	27,3	0,53	17,2	206,2	61,9	268,1
T7-T8	122	0	11956	10,0	1.028,2	3,0	AC. 1"	27,3	0,49	14,8	88,7	26,6	115,2
T8-T9	112	0	10976	10,0	943,9	5,0	AC. 1"	27,3	0,45	12,5	125,5	37,6	163,1
T9-T10	26	0	2548	10,0	219,1	2,0	AC. 1/2"	16,1	0,30	11,9	47,5	14,2	61,7
T10-T11	20	0	1960	10,0	168,6	3,0	AC. 1/2"	16,1	0,23	7,3	43,8	13,1	57,0
T11-T12	13	0	1274	10,0	109,6	5,0	AC. 1/2"	16,1	0,15	3,3	33,4	10,0	43,4
T9-T13	20	0	1960	10,0	168,6	8,0	AC. 1/2"	16,1	0,23	7,3	116,8	35,0	151,9
T9-T14	66	0	6468	10,0	556,2	6,0	AC. 3/4"	21,7	0,42	14,9	178,9	53,7	232,6
T14-T15	56	0	5488	10,0	472,0	2,0	AC. 3/4"	21,7	0,35	10,9	43,7	13,1	56,8
T15-T16	28	0	2744	10,0	236,0	10,0	AC. 1/2"	16,1	0,32	13,6	272,8	81,8	354,6
T16-T17	14	0	1372	10,0	118,0	1,0	MC. 16	12,0	0,29	11,9	23,8	7,2	31,0
T3-T18	128	0	12544	10,0	1.078,8	25,0	AC. 1"	27,3	0,51	16,2	810,0	243,0	1.052,9
T18-T19	41	0	4018	10,0	345,5	1,0	AC. 1/2"	16,1	0,47	28,0	56,1	16,8	72,9
T19-T20	32	0	3136	10,0	269,7	6,0	AC. 1/2"	16,1	0,37	17,5	210,4	63,1	273,5
T20-T21	15	0	1470	10,0	126,4	3,0	AC. 1/2"	16,1	0,17	4,3	25,9	7,8	33,7
T21-T22	9	0	882	10,0	75,9	3,0	MC. 16	12,0	0,19	5,7	34,3	10,3	44,5
T18-T23	87	0	8526	10,0	733,2	3,0	AC. 3/4"	21,7	0,55	25,3	151,6	45,5	197,1
T23-T24	78	0	7644	10,0	657,4	4,0	AC. 3/4"	21,7	0,49	20,5	164,0	49,2	213,2
T24-T25	69	0	6762	10,0	581,5	4,0	AC. 3/4"	21,7	0,44	16,2	129,8	38,9	168,7
T25-T26	30	0	2940	10,0	252,8	10,0	AC. 1/2"	16,1	0,34	15,5	310,5	93,1	403,6
T26-T27	15	0	1470	10,0	126,4	1,0	MC. 16	12,0	0,31	13,4	26,8	8,0	34,8

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO RADIADORES PRIMARIA	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERIAS (mm.c.d.a.)	4695,35
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	3
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	7,70
DATOS DE SELECCION DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMETRICA TOTAL (m.c.a.)	7,70
CAUDAL DE CIRCULACION (l/h)	4.661



CÁLCULO HIDRAULICO CIRCUITO RADIADORES AULAS ESPECÍFICAS													
TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN										60			
VISCOSIDAD CINEMATICA										0.000000400			
DENSIDAD (Kg/m3)										984,46			
TRAMO	Nº ELEMENTOS	OTROS EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	SALTO TÉRMICO	CAUDAL CIRCULACIÓN	LONG. I+R	DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERIOR	VELOC.	PERDIDAS UNITARIAS	PERDIDAS TRAMO	PERDIDAS RESIST.	PERDIDAS TOTALES
			W	°C	l/h.	mts.	mm.	mm.	m/s.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.
T2-T3	259	0	25382	10,0	2.182,9	3,0	AC. 1 1/4"	36,0	0,60	15,1	90,5	27,1	117,6
T3-T4	236	0	23128	10,0	1.989,0	5,0	AC. 1 1/4"	36,0	0,54	12,6	126,0	37,8	163,8
T4-T5	224	0	21952	10,0	1.887,9	2,0	AC. 1 1/4"	36,0	0,52	11,4	45,6	13,7	59,3
T5-T6	85	0	8330	10,0	716,4	7,0	AC. 3/4"	21,7	0,54	24,2	338,4	101,5	439,9
T6-T7	74	0	7252	10,0	623,7	5,0	AC. 3/4"	21,7	0,47	18,5	185,4	55,6	241,0
T7-T8	63	0	6174	10,0	531,0	5,0	AC. 3/4"	21,7	0,40	13,6	136,5	40,9	177,4
T8-T9	52	0	5096	10,0	438,3	6,0	AC. 3/4"	21,7	0,33	9,5	114,0	34,2	148,2
T9-T10	39	0	3822	10,0	328,7	8,0	AC. 1/2"	16,1	0,45	25,5	407,9	122,4	530,2
T10-T11	26	0	2548	10,0	219,1	4,0	AC. 1/2"	16,1	0,30	11,9	95,0	28,5	123,5
T11-T12	13	0	1274	10,0	109,6	8,0	MC. 16	12,0	0,27	10,5	168,4	50,5	218,9
T5-T13	128	0	12544	10,0	1.078,8	9,0	AC. 1"	27,3	0,51	16,2	291,6	87,5	379,1
T13-T14	116	0	11368	10,0	977,6	3,0	AC. 1"	27,3	0,46	13,4	80,5	24,1	104,6
T14-T15	104	0	10192	10,0	876,5	4,0	AC. 1"	27,3	0,42	10,9	87,1	26,1	113,3
T15-T16	90	0	8820	10,0	758,5	4,0	AC. 1"	27,3	0,36	8,3	66,2	19,9	86,1
T16-T17	76	0	7448	10,0	640,5	6,0	AC. 3/4"	21,7	0,48	19,5	234,1	70,2	304,3
T17-T18	65	0	6370	10,0	547,8	4,0	AC. 3/4"	21,7	0,41	14,5	115,9	34,8	150,6
T18-T19	54	0	5292	10,0	455,1	2,0	AC. 3/4"	21,7	0,34	10,2	40,8	12,2	53,0
T19-T20	41	0	4018	10,0	345,5	2,0	AC. 1/2"	16,1	0,47	28,0	112,1	33,6	145,8
T20-T21	27	0	2646	10,0	227,6	3,0	AC. 1/2"	16,1	0,31	12,7	76,5	22,9	99,4
T21-T22	13	0	1274	10,0	109,6	6,0	MC. 16	12,0	0,27	10,5	126,3	37,9	164,2

PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO RADIADORES PRIMARIA+AULAS ESPECÍFICAS	
PÉRDIDA DE CARGA CIRCUITO TUBERIAS (mm.c.d.a.)	2599,00
PÉRDIDA DE CARGA EN GENERADOR (m.c.a.)	0,0
PÉRDIDA DE CARGA ELEMENTOS VARIOS (m.c.a.)	3
PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)	5,60
DATOS DE SELECCION DE EQUIPO DE BOMBEO CIRCUITO	
ALTURA MANOMETRICA TOTAL (m.c.a.)	5,60
CAUDAL DE CIRCULACION (l/h)	2.183

11.6.4.- Cálculo del vaso de expansión

Se disponen de dos vasos de expansión, uno en cada sal con las siguientes características:

VOLUMEN VASO DE EXPANSIÓN	
PRESIÓN DE LLENADO DEL SISTEMA (bar)	1,50
COLUMNA DE AGUA SOBRE EL VASO (m.c.a.)	3,50
TARADO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD (bar)	3,00
VOLUMEN DE AGUA DE LA INSTALACIÓN (l)	160,00
TEMPERATURA MEDIA DEL SISTEMA (°C)	60,0
PRESION MAXIMA DEL CIRCUITO (bar)	2,65
PRESION MINIMA DEL CIRCUITO (bar)	1,85
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN	0,01508
COEFICIENTE DE PRESIÓN	4,56
VOLUMEN DEL DEPÓSITO DE EXPANSIÓN (l)	11
TUBERÍA DE EXPANSIÓN (mm.)	28
VASO DE EXPANSIÓN SELECCIONADO	
MARCA	IBAIONDO
MODELO	CMF-25

VOLUMEN VASO DE EXPANSIÓN	
PRESIÓN DE LLENADO DEL SISTEMA (bar)	1,50
COLUMNA DE AGUA SOBRE EL VASO (m.c.a.)	3,50
TARADO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD (bar)	3,00
VOLUMEN DE AGUA DE LA INSTALACIÓN (l)	950,00
TEMPERATURA MEDIA DEL SISTEMA (°C)	60,0
PRESION MAXIMA DEL CIRCUITO (bar)	2,65
PRESION MINIMA DEL CIRCUITO (bar)	1,85
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN	0,01508
COEFICIENTE DE PRESIÓN	4,56
VOLUMEN DEL DEPÓSITO DE EXPANSIÓN (l)	65
TUBERÍA DE EXPANSIÓN (mm.)	31
VASO DE EXPANSIÓN SELECCIONADO	
MARCA	IBAIONDO
MODELO	CMF-100

11.6.5.-Chimenea

Las chimeneas de los grupos térmicos serán prefabricadas y concéntricas según fabricante de las calderas, por lo que no es necesario realizar cálculos.

11.6.6.- Cálculo de radiadores

Entramos con la emisión calorífica en condiciones normales, es decir, para $t_t = 50^\circ\text{C}$, en la fórmula siguiente:

$$Q = Q_n \cdot (t_t/50)$$

$$Q = \text{Emisión Calorífica Real.}$$

$$Q_n = \text{Emisión Calorífica a } t_t = 50^\circ\text{C.}$$

$$t_t = \text{Salto Térmico (tm-ta).}$$

$$n = \text{Exponente Característico.}$$

El Salto Térmico (t_t), lo calculamos:

1) Si $t_{ts}/t_{te} > 0.7$ aplicamos la fórmula siguiente:

$$t_t = t_m - t_a = (t_e + t_s/2) - t_a$$



2) Si $l_{ts}/l_{te} < 0.7$ aplicamos la fórmula siguiente:

$$l_t = T_e - T_s / \ln(l_{te}/l_{ts}).$$

Siendo:

T_s = Temperatura de Salida.

T_e = Temperatura de Entrada.

T_a = Temperatura de ambiente.

$l_{ts} = t_s - t_a$

$l_{te} = t_e - t_a$

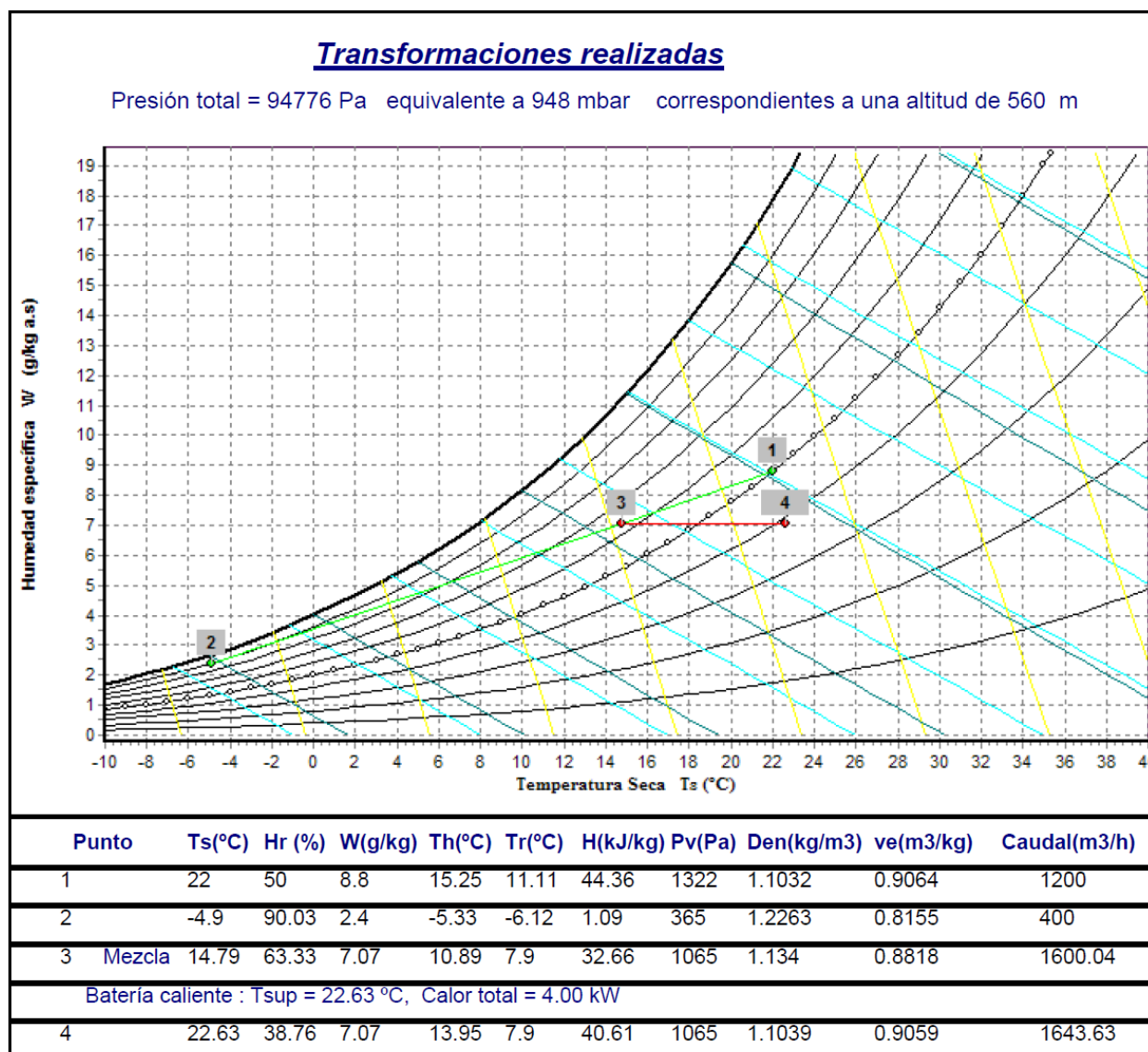
3) N° de elementos = (Potencia Local / Q) * Fc

Fc = Factor de Corrección situación radiador.

11.6.7.- Cálculo SIAV

Como complemento a la justificación anterior, a continuación se expone mediante programa informático la mezcla más desfavorable posible en un aparato SIAV AL-25.16G y como con una batería de 4 Kw de postcalentamiento es suficiente para mantener la temperatura de impulsión a los locales a como mínimo 22°C. Datos de partida:

- Caudal de retorno : 1.200 m³/h
- T^a retorno = 22 °C
- Humedad relativa = 50 %
- Caudal aire exterior : 400 m³/h
- T^a exterior = -4,9 °C
- Humedad relativa = 90 %
- Batería de agua caliente = 4 Kw





Como se puede observar, la temperatura de impulsión en las condiciones más desfavorables de proyecto es como mínimo igual o ligeramente superior a la del local (22,63°C).

Unidad	Potencia (w)	Temp. Entrada (°C)	Temp. Salida (°C)	Caudal agua (l/h)	Caída presión (mm.c.a.)	Presión de equilibrado (mm.c.a.)	Marca y modelo
Aerotermino 5 [24-20]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	0,0	Aerotermino TLHK-25
Aerotermino 4 [25-19]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	237,6	Aerotermino TLHK-25
Aerotermino 6 [23-15]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	445,9	Aerotermino TLHK-25
Aerotermino 1 [22-14]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	975,8	Aerotermino TLHK-25
Aerotermino 2 [21-12]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	1.214,5	Aerotermino TLHK-25
Aerotermino 3 [26-17]	5.039	55,0	45,0	433,4	500,0	761,7	Aerotermino TLHK-25

11.6.8.- Cálculo Suelo Radiante zona Infantil

CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO

Descripción:		AULA	Codice:	20-25	Colector:	C - 11		
						Invernal	Verano	
Superficie total			[m²]	: 51.08	Potencia requerida	[W]	: 2828.8	: 0
Superficie total a la pared			[m²]	: 62.45				
Superficie total al techo			[m²]	: 51.08				
Superficie residencial			[m²]	: 44.1	Potencia residual	[W]	: 1178.7	: 0
Superficie marginal			[m²]	: 5.56	Potencia adquirida	[W]	: 49.9	: 0
Superficie a la pared			[m²]	: 0				
Superficie al techo			[m²]	: 0				
Temperatura interior inviernal			[°C]	: 21	T. premisas debajo inv. [°C] : -3			
Temperatura interior verano			[°C]	: 24	T. premisas debajo ver. [°C] : 36.5			
Pavimento	Resistencia pavimento			[(m²°C)/W]	: 0.01			
	Resistencia solado			[(m²°C)/W]	: 1.36			
	Espesor mortero			[mm]	: 45			
	Panel				: Pol-Dinamic 22/45			
	Tubería				: Tubo Polytherm Evohflex 16			
Circuitos insertados				: 3				

Datos relativos a los circuitos



Colector: C - 11				Circuito #: 1		Superficie cubierta [m²]: 15.41		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1178.2	0	28.4	0	14.64
Zona Marginal	180	80.5	0	62.4	0	28.4	0	0.77
Longitud circuito		Total [m]: 88.24		Espiral [m]: 86.98		Tubo conexión: [m]		1.26
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1241.6	355.2	1596.9				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			196	2387.32	0.05 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 11				Circuito #: 2		Superficie cubierta [m²]: 16.26		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1227.5	0	28.4	0	15.25
Zona Marginal	180	80.5	0	80.8	0	28.4	0	1
Longitud circuito		Total [m]: 92.7		Espiral [m]: 91.44		Tubo conexión: [m]		1.26
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1309.4	374.6	1684.1				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			207	2752.35	0.06 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 11				Circuito #: 3		Superficie cubierta [m²]: 17.5		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1260.5	0	28.4	0	15.66
Zona Marginal	180	80.5	0	148.2	0	28.4	0	1.84
Longitud circuito		Total [m]: 97.71		Espiral [m]: 96.43		Tubo conexión: [m]		1.28
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1409.8	403.4	1813.2				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			223	3301.32	0.06 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO

Descripción: AULA		Codice: 20-26		Colector: C - 11					
				Invernal	Verano				
Superficie total		[m²]	: 50.87	Potencia requerida	[W]	: 3205.4	: 0		
Superficie total a la pared		[m²]	: 61.71						
Superficie total al techo		[m²]	: 50.87						
Superficie residencial		[m²]	: 43.65	Potencia residual	[W]	: 632.4	: 0		
Superficie marginal		[m²]	: 6.25	Potencia adquirida (Pasajes)	[W]	: 196.1	: 0		
Superficie a la pared		[m²]	: 0						
Superficie al techo		[m²]	: 0						
Temperatura interior inviernal			[°C]	: 21	T. premisas debajo inv.			[°C]	: -3
Temperatura interior verano			[°C]	: 24	T. premisas debajo ver.			[°C]	: 36.5
Pavimento	Resistencia pavimento		[(m²°C)/W]		: 0.01				
	Resistencia solado		[(m²°C)/W]		: 1.36				
	Espesor mortero		[mm]		: 45				
	Panel				: Pol-Dinamic 22/45				
	Tubería				: Tubo Polytherm Evohflex 16				
Circuitos insertados			: 3						

Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 11				Circuito #: 4		Superficie cubierta [m²]: 12.49		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	953.9	0	28.4	0	11.85
Zona Marginal	180	80.5	0	50.9	0	28.4	0	0.63
Longitud circuito		Total [m]: 85.79		Espiral [m]: 84.84		Tubo conexión: [m]		0.95
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1004.9	287.5	1292.4				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			159	1605.58	0.04 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



Colector: C - 11				Circuito #: 5		Superficie cubierta [m²]: 14.56							
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]					
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.						
Zona Residencial	180	80.5	0	1108	0	28.4	0	13.77					
Zona Marginal	180	80.5	0	63.8	0	28.4	0	0.79					
Longitud circuito		Total [m]:		80.06		Espiral [m]:		79.11		Tubo conexión: [m]		0.95	
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula						
		Alto	Bajo	Total									
	7	1171.9		335.3		1507.2							
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			185	1958.08	0.05 [l/s]						
		Alto	Bajo	Total									
Datos circuito	0	0		0		0							

Colector: C - 11				Circuito #: 6		Superficie cubierta [m²]: 18.2				
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]		
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.			
Zona Residencial	180	80.5	0	1318.6	0	28.4	0	16.38		
Zona Marginal	180	80.5	0	146.3	0	28.4	0	1.82		
Longitud circuito		Total [m]:		95.38	Espiral [m]:		94.43	Tubo conexión: [m]		0.95
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula			
		Alto	Bajo	Total						
	7	1464.9	419.1	1884.1						
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			231	3446.8	0.06 [l/s]			
		Alto	Bajo	Total						
Datos circuito	0	0	0	0						



Colector: C - 11				Circuito #: 7		Superficie cubierta [m²]: 16.54		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	240	68	0	1124.3	0	27.3	0	16.54
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 88.8		Espiral [m]: 85.95		Tubo conexión: [m]		2.86
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1142.4	367.8	1510.2				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			185	2179.78	0.05 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 11				Circuito #: 8		Superficie cubierta [m²]: 33.64		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	240	68	0	2286.8	0	27.3	0	33.64
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 92.42		Espiral [m]: 88.64		Tubo conexión: [m]		3.78
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	2312	744.4	3056.4				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			375	7844.46	0.10 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 11				Circuito #: 9		Superficie cubierta [m²]: 22.72		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	240	68	0	1544.5	0	27.3	0	22.72
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 95.48		Espiral [m]: 93.46		Tubo conexión: [m]		2.02
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1554.3	500.4	2054.7				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			252	4017.88	0.07 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO



Descripción: AULA		Codice: 20-32		Colector: C - 11		
				Invernal	Verano	
Superficie total		[m²] : 9.43	Potencia requerida	[W] : 598.9	: 0	
Superficie total a la pared		[m²] : 29.91				
Superficie total al techo		[m²] : 9.43				
Superficie residencial		[m²] : 7.44	Potencia residual	[W] : 128.4	: 0	
Superficie marginal		[m²] : 0	Potencia adquirida (Pasajes)	[W] : 0	: 0	
Superficie a la pared		[m²] : 0				
Superficie al techo		[m²] : 0				
Temperatura interior inviernal			[°C] : 22	T. premisas debajo inv.		[°C] : -3
Temperatura interior verano			[°C] : 26	T. premisas debajo ver.		[°C] : 36.5
Pavimento	Resistencia pavimento		[(m²°C)/W]	: 0.01		
	Resistencia solado		[(m²°C)/W]	: 1.36		
	Espesor mortero		[mm]	: 45		
	Panel			: Pol-Dinamic 22/45		
	Tubería			: Tubo Polytherm Evohflex 16		
Circuitos insertados			: 1			

Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 11				Circuito #: 10		Superficie cubierta [m²]: 8.14		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	120	89.3	0	727.2	0	30.1	0	8.14
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 76.57		Espiral [m]: 61.53		Tubo conexión: [m]		15.04
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	917	251.4	1168.3				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			143	1202.87	0.04 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO



Descripción: AULA		Codice: 20-27		Colector: C - 12	
				Invernal	Verano
Superficie total		[m²] : 51.43	Potencia requerida	[W] : 2648.1	: 0
Superficie total a la pared		[m²] : 62.83			
Superficie total al techo		[m²] : 51.43			
Superficie residencial		[m²] : 44.1	Potencia residual	[W] : 1859.3	: 0
Superficie marginal		[m²] : 5.56	Potencia adquirida (Pasajes)	[W] : 31.5	: 0
Superficie a la pared		[m²] : 0			
Superficie al techo		[m²] : 0			
Temperatura interior inviernal			[°C] : 21	T. premisas debajo inv. [°C] : -3	
Temperatura interior verano			[°C] : 24	T. premisas debajo ver. [°C] : 36.5	
Pavimento	Resistencia pavimento		[(m²°C)/W]	: 0.01	
	Resistencia solado		[(m²°C)/W]	: 1.36	
	Espesor mortero		[mm]	: 45	
	Panel			: Pol-Dinamic 22/45	
	Tubería			: Tubo Polytherm Evohflex 16	
Circuitos insertados			: 3		

Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 12				Circuito #: 1		Superficie cubierta [m²]: 21.14		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1654.7	0	28.4	0	20.56
Zona Marginal	180	80.5	0	46.8	0	28.4	0	0.58
Longitud circuito		Total [m]: 94.41		Espiral [m]: 93.1		Tubo conexión: [m]		1.31
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1702.7	487.2	2189.9				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			269	4443.84	0.07 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



Colector: C - 12				Circuito #: 2		Superficie cubierta [m²]: 16.41				
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]		
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.			
Zona Residencial	180	80.5	0	1260.6	0	28.4	0	15.66		
Zona Marginal	180	80.5	0	59.9	0	28.4	0	0.74		
Longitud circuito		Total [m]:		88.25	Espiral [m]:		86.97	Tubo conexión: [m]		1.28
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula			
		Alto	Bajo	Total						
	7	1321.8	378.2	1699.9						
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			209	2663.61	0.06 [l/s]			
		Alto	Bajo	Total						
Datos circuito	0	0	0	0						

Colector: C - 12				Circuito #: 3		Superficie cubierta [m²]: 18.06				
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]		
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.			
Zona Residencial	180	80.5	0	1327.9	0	28.4	0	16.5		
Zona Marginal	180	80.5	0	125.9	0	28.4	0	1.56		
Longitud circuito		Total [m]:		97.86	Espiral [m]:		96.57	Tubo conexión: [m]		1.28
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula			
		Alto	Bajo	Total						
	7	1454.9	416.3	1871.2						
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			230	3494.15	0.06 [l/s]			
		Alto	Bajo	Total						
Datos circuito	0	0	0	0						



CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO

Descripción: AULA		Codice: 20-28		Colector: C - 12		
				Invernal	Verano	
Superficie total		[m²] : 51.21	Potencia requerida	[W] : 3028	: 0	
Superficie total a la pared		[m²] : 62.51				
Superficie total al techo		[m²] : 51.21				
Superficie residencial		[m²] : 43.71	Potencia residual	[W] : 958.1	: 0	
Superficie marginal		[m²] : 6.25	Potencia adquirida (Pasajes)	[W] : 201.4	: 0	
Superficie a la pared		[m²] : 0				
Superficie al techo		[m²] : 0				
Temperatura interior inviernal			[°C] : 21	T. premisas debajo inv.		[°C] : -3
Temperatura interior verano			[°C] : 24	T. premisas debajo ver.		[°C] : 36.5
Pavimento	Resistencia pavimento		[(m²°C)/W]	: 0.01		
	Resistencia solado		[(m²°C)/W]	: 1.36		
	Espesor mortero		[mm]	: 45		
	Panel			: Pol-Dinamic 22/45		
	Tubería			: Tubo Polytherm Evohflex 16		
Circuitos insertados			: 3			



Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 12				Circuito #: 4		Superficie cubierta [m²]: 15.27		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1198.2	0	28.4	0	14.89
Zona Marginal	180	80.5	0	31	0	28.4	0	0.39
Longitud circuito		Total [m]: 93.66		Espiral [m]: 92.71		Tubo conexión: [m]		0.95
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1229.3	351.7	1581				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			194	2490.04	0.05 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 12				Circuito #: 5		Superficie cubierta [m²]: 16.07		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1253.4	0	28.4	0	15.57
Zona Marginal	180	80.5	0	39.7	0	28.4	0	0.49
Longitud circuito		Total [m]: 87.54		Espiral [m]: 86.59		Tubo conexión: [m]		0.95
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1293.1	370	1663.1				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			204	2542.56	0.06 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				

Colector: C - 12				Circuito #: 6		Superficie cubierta [m²]: 15.68		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	180	80.5	0	1170.6	0	28.4	0	14.54
Zona Marginal	180	80.5	0	91.8	0	28.4	0	1.14
Longitud circuito		Total [m]: 87.07		Espiral [m]: 86.12		Tubo conexión: [m]		0.95
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1262.4	361.2	1623.5				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			199	2424.92	0.06 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO

Descripción:		PASILLO AULAS	Codice:	20-29	Colector:	C - 12		
					Invernal	Verano		
Superficie total			[m²]	: 83.84	Potencia requerida	[W]	: 4040.6	: 0
Superficie total a la pared			[m²]	: 165.55				
Superficie total al techo			[m²]	: 83.84				
Superficie residencial			[m²]	: 79.25	Potencia residual	[W]	: 1916.7	: 0
Superficie marginal			[m²]	: 0	Potencia adquirida (Pasajes)	[W]	: 0	: 0
Superficie a la pared			[m²]	: 0				
Superficie al techo			[m²]	: 0				
Temperatura interior inviernal			[°C]	: 21	T. premisas debajo inv. [°C] : -3			
Temperatura interior verano			[°C]	: 24	T. premisas debajo ver. [°C] : 36.5			
Pavimento	Resistencia pavimento			[(m²°C)/W]		: 0.01		
	Resistencia solado			[(m²°C)/W]		: 1.36		
	Espesor mortero			[mm]		: 45		
	Panel					: Pol-Dinamic 22/45		
	Tubería					: Tubo Polytherm Evohflex 16		
Circuitos insertados				: 4				

Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 12				Circuito #: 7		Superficie cubierta [m²]: 14.74		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	240	68	0	1001.7	0	27.3	0	14.74
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 69.14		Espiral [m]: 65.72		Tubo conexión: [m]		3.42
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	1036.2	333.6	1369.9				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			168	1431.9	0.05 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO

Descripción: AULA			Codice: 20-33		Colector: C - 12	
					Invernal	Verano
Superficie total [m²] : 10.03			Potencia requerida [W] : 574.1			: 0
Superficie total a la pared [m²] : 30.27						
Superficie total al techo [m²] : 10.03						
Superficie residencial [m²] : 7.44			Potencia residual [W] : 90.3			: 0
Superficie marginal [m²] : 0			Potencia adquirida [W] : 0			: 0
Superficie a la pared [m²] : 0						
Superficie al techo [m²] : 0						
Temperatura interior inviernal [°C] : 22			T. premisas debajo inv. [°C] : -3			
Temperatura interior verano [°C] : 26			T. premisas debajo ver. [°C] : 36.5			
Pavimento	Resistencia pavimento		[(m²°C)/W]	: 0.01		
	Resistencia solado		[(m²°C)/W]	: 1.36		
	Espesor mortero		[mm]	: 45		
	Panel			: Pol-Dinamic 22/45		
	Tubería			: Tubo Polytherm Evohflex 16		
Circuitos insertados			: 1			

Datos relativos a los circuitos

Colector: C - 12				Circuito #: 8		Superficie cubierta [m²]: 7.44		
	Paso [mm]	Densidad [W/m²]		Heat rate [W]		Temperatura Superficial [°C]		Superficie cubierta [m²]
		Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	
Zona Residencial	120	89.3	0	664.4	0	30.1	0	7.44
Zona Marginal	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud circuito		Total [m]: 77.11		Espiral [m]: 61.67		Tubo conexión: [m]		15.44
	DT invierno [°C]	Potencia inviernal [W]			Capacidad [l/h]	DP [daPa]	Posición válvula	
		Alto	Bajo	Total				
	7	859.3	235.5	1094.8				
	DT verano [°C]	Potencia verano [W]			134	1082.54	0.04 [l/s]	
		Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	0	0	0	0				



11.6.9.-Relación de equipos que consumen energía

Los distintos equipos que consumen energía son los detallados a continuación:

Caldera HT Plus 70	117 w. (1 ud)
Caldera HT Plus 110	185 w. (1 ud)
Bomba aceleradora (por unidad)	150 w. (6 uds)
Válvula motorizada de 3 vías	60 w. (5 uds)

Instalación de gas

1. ANTECEDENTES

El centro dispone de otros edificios sobre la parcela con instalación de gas natural que alimenta a las calderas y cocina del comedor. Sin embargo, la instalación de gas que se plantea en el presente proyecto para dar servicio a las nuevas instalaciones será independiente de la existente en el caso del Pabellón Deportivo, con nueva acometida por la calle Félix Candela, así como ampliando la existente en el caso de las ampliaciones de Infantil y Primaria. Así se ha previsto tras consulta con la Empresa instaladora de zona.

Se han computado los caudales de los aparatos a gas para proyectar la nueva instalación de gas.

No ha sido posible la confirmación de la presión de acometida actual. No obstante, en los alrededores de la zona la presión de suministro es en MPB, por lo que para los cálculos posteriores se partirá de esta premisa.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL GAS DISTRIBUIDO Y OTRAS CONDICIONES DE PARTIDA

Para proceder al diseño de una instalación receptora de gas se parten de las siguientes características del gas distribuido:

Familia del Gas:	Segunda
Naturaleza del Gas:	Natural
Presencia Eventual de Condensados:	Nula
Toxicidad:	Nula
Poder Calorífico Superior:	9.500 kcal/m ³ (N)
Densidad relativa al aire:	0,62
Índice de Wobbe:	12.500 kcal/m ³ (N) (2ª Familia)
Grado de humedad:	Seco

Las características principales de la distribución del combustible son las siguientes:

Regulador de edificio:	SI
Presión máxima de operación (MOP):	≤ 2 bar
Presión mínima de gas en la llave de aparato:	17 mbar

3. GRADO DE GASIFICACIÓN

El grado de gasificación es la previsión de potencia simultánea máxima individual con que se quiere dotar a las mismas.

Se establecen los siguientes grados de gasificación:

- Grado 1: Se prevé una potencia simultánea máxima individual de 30 kW (25,8 te/h)
- Grado 2: Se prevé una potencia simultánea máxima individual que está comprendida entre 30 y 70 kW (25,8 y 60,2 te/h).
- Grado 3: Se prevé una potencia simultánea máxima individual superior a 70 kW (60,2 te/h).

La gasificación de la instalación actual es 3, por lo tanto con las nuevas instalaciones seguirá siendo 3.

4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL NOMINAL DE UN APARATO A GAS

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

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

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

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

$$Q_N = 1,1 \times \frac{G.C.}{P.C.S.}$$

QN	:	Caudal nominal del aparato a gas expresado en m ³ /h
G.C.	:	Gasto calorífico del aparato a gas referido al P.C.S. expresado en Kcal/h
P.C.S.	:	Poder calorífico superior del gas expresado en Kcal/m ³ .

NOTA: el coeficiente de seguridad 1,1 suele utilizarse cuando se utiliza el PCS (Poder Calorífico Superior) en vez de PCI (Poder Calorífico Inferior).

5. CAUDAL MÁXIMO DE SIMULTANEIDAD DE INSTALACIONES INDIVIDUALES



En una instalación individual con más de dos receptores o aparatos a gas, es poco probable que todos ellos estén funcionando a su potencia nominal de forma simultánea.

A la hora de diseñar las instalaciones individuales, la acometida interior y la o las instalaciones comunes, se han de tener en cuenta los caudales máximos de simultaneidad de las instalaciones individuales domésticas, que se calcularán mediante la siguiente ecuación:

$$P_{II} = (A + B + C + D + \dots) \times 1,10$$

A, B, C: Consumos caloríficos (referidos al PCI) de los aparatos de consumo

P_{II}: Potencia de diseño de la instalación individual del local de uso no doméstico

1,10: Coeficiente corrector medio, función del PCS y del PCI del gas suministrado

6. LONGITUD EQUIVALENTE DE LA INSTALACIÓN

Al circular un gas por una conducción se produce una disminución de su presión, llamada pérdida de carga, que es debida en primer lugar por el roce del gas con las paredes de la canalización y en segundo lugar por el roce en los diversos accesorios de la misma, como son codos, válvulas, derivaciones, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación la longitud real (LR) incrementada en un 20 %, denominándose longitud equivalente (LE). Todo esto queda recogido en el manual de instalaciones receptoras de Gas Natural.

7. MÉTODO DE CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA

Para calcular la pérdida de carga en un tramo de instalación se utiliza la fórmula de Renouard

lineal para baja presión y media presión A hasta 100 mbar, y la fórmula de Renouard cuadrática para media presión A superior a 100 mbar, media presión B y alta presión

Las fórmulas de Renouard lineal y cuadrática, con sus condicionantes, son las siguientes:

Fórmula de Renouard lineal (P < 100 mbar):

$$\Delta P = 24.584,4 \cdot dr \cdot L_E \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Fórmula Renouard cuadrática (P > 100 mbar):

$$P_1^2 - P_2^2 = 51,5 \cdot dr \cdot L_E \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

ΔP : Incremento de Presión relativa en mbar.

P1 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al inicio del tramo de tubería en bar.

P2 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al final del tramo de tubería en bar.

dr : Densidad relativa del gas

LE : Longitud equivalente del tramo en m.

Q : Caudal en m³/h.

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

Todas estas expresiones son válidas para las condiciones normales, para condiciones estándar los coeficientes pueden variar ligeramente.

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

8. EMPUJE POR DESNIVEL

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

$$e = 0,1268 \cdot \left(\frac{\rho_g}{\rho_a} - 1 \right) = 0,1268 \cdot (d_g - 1)$$

$$E = e_{mbar/m} \cdot H_m$$

e : Empuje por desnivel en mbar/m.

dg : Densidad relativa del gas ● $\frac{\rho_g}{\rho_a}$

ρ_a : masa en volumen del aire

ρ_g : masa en volumen del gas

E : Empuje por desnivel en mbar

H : Altura del tramo m.

El empuje solo se considerará en tramos en baja presión y en longitudes de tubería importante, ya que sus efectos son muy limitados en tramos pequeños.



9. CÁLCULO DE VELOCIDAD DEL GAS

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

$$V = 378.04 \cdot \frac{Q}{P \cdot D^2}$$

V : Velocidad del gas en m/s

Q : Caudal en m³/h.

P : Presión absoluta al final del tramo en bar.

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

Esta expresión es válida para las condiciones normales, para condiciones estándar el coeficiente puede variar ligeramente.

10. RESULTADOS

DATOS PARA EL CALCULO										
TIPO DE GAS SUMINISTRADO				NATURAL						
P.C.S. DEL GAS EN kW/m³:				11,05						
P.C.I. DEL GAS EN kW/m³:				9,42						
DENSIDAD RELATIVA GAS:				0,629						
CALCULO DE TUBERIAS PRESION <= 100 mbar.										PERDIDA CONTADOR
TRAMO	POTENCIA INSTALADA	CAUDAL	LONGITUD	Pe	DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERIOR	Ps	Pe - Ps	VELOCIDAD	
	kW	Nm³/h.	m.	mm.c.d.a.		mm.	mm.c.d.a.	mm.c.d.a.	m/seg.	
T1-T2	66,9	6,054299	12	205	PE. 32	26	191,8913	9,108693	3,11075367	4
T2-T3	66,9	6,054299	2	191,8913	AC. 3/4"	21,7	188,2627	3,628611	4,4673245	0

11. PRESCRIPCIONES DE LA INSTALACIÓN

La tubería de polietileno será de media densidad SDR 11 $\sigma/p = 5$ PE-80 o PE-100 y con conformidad a la UNE-EN 1555. Las uniones se realizarán mediante soldador acreditado y con accesorios electrosoldables hasta DN-110 y a tope para diámetros superiores.

La tubería de cobre será en estado duro o recocido de 1 mm. de espesor (1,5 m. para tuberías enterradas) y de conformidad a la UNE-EN 1057. Las uniones podrán ser soldadas mediante accesorios con conformidad a su Norma de fabricación y a través de soldadura fuerte (punto de fusión > 450 °C) o soldadura blanda (punto de fusión > 220 °C), según proceda, o bien, mediante uniones mecánicas no desmontables (press-fitting).

La tubería de acero será con conformidad a la UNE-EN 10255 serie media M, utilizando para su unión soldadura eléctrica o soldadura oxiacetilénica (válida hasta DN-50 máximo).

La tubería de acero inoxidable será con conformidad a la UNE-EN 13012 Serie 2. Las uniones podrán ser soldadas mediante accesorios con conformidad a su Norma de fabricación y a través de soldadura fuerte (punto de fusión > 450 °C) o soldadura blanda (punto de fusión > 220 °C), según proceda, o bien, mediante uniones mecánicas no desmontables (press-fitting).

La tubería multicapa será con conformidad a la UNE-EN 53008-1 y las uniones se realizarán mediante uniones mecánicas no desmontables tipo press-fitting o anillo corredizo.

La tubería de acero inoxidable corrugado, será con conformidad a la UNE-EN 15266.

Las llaves de corte de obturador esférico, se ajustarán a lo indicado en la Norma UNE 60.708, UNE 60.718 y UNE-EN 331. Los pasamuros, serán de PVC rígido, acero o cobre.

Las válvulas de mariposa se ajustarán a su Norma correspondiente y el material de asiento será Nitrilo

Cuando se utilicen uniones roscadas para conectar aparatos, aparatos de medida, regulación o control, se deberá asegurar su estanqueidad mediante el empleo de teflón de alta densidad conforme a UNE 60.722 y 60.725, o equivalentes.

Las juntas deberán ser de elastómero y serán conformes a UNE 53.591 o equivalente.

Las conexiones a los aparatos de consumo que sean móviles, se realizará mediante conexiones flexibles espirometálica (UNE 60715-1) con enchufe de seguridad (UNE-EN 15069), conexiones flexibles de acero inoxidable (UNE 14800) con enchufe de seguridad (UNE-EN 15069), o bien, mediante conexiones flexibles de elastómero de armadura interna o externa (UNE 60712).

Instalación de energía solar

1. ANTECEDENTES

El centro dispone de otros edificios sobre la parcela. Sin embargo, la instalación de captación de energía solar que se plantea en el presente proyecto, será independiente de la existente.



2. NORMATIVA APLICADA.

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).
- Código Técnico Edificación
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- Pliego de Especificaciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar Térmica a Baja Temperatura del I.D.A.E.
- Norma EN 12975-2, ensayo de captadores solares.
- N.B.E. –MV-101-1979. Acciones en la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación.

3. DATOS DE PARTIDA.

Instalación solar de Agua Caliente Sanitaria para un edificio de gimnasio.

3.1. DEMANDA DE ACS

Para realizar el cálculo de la demanda de ACS, se procederá a consultar el punto 4.1.1 de HE-4, el cual define los consumos de agua caliente en función de la utilización del Edificio y los ocupantes del mismo.

Por lo tanto y según la tabla 4.1 del citado Reglamento, corresponde un consumo de 21 litros de agua caliente sanitaria a 60ª C por persona y día, obtenidos de aplicar un criterio de demanda de gimnasio y/o escuela con duchas.

Esto equivale a un consumo de 1.134 litros de ACS a 60 °C por día, ya que se ha estimado una ocupación de 54 personas.

3.2. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

La demanda total del Inmueble es de 1.134 litros/día a 60 °C, por lo que teniendo en cuenta este valor y el hecho de que Madrid, en función de su Radiación Solar Global media se encuentra encuadrada en la zona climática IV según la tabla 4.4 del punto 4.2 del HE-4, se debe cumplir el requisito de que el **50 %** de la demanda energética total para ACS de la vivienda sea de origen solar.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR.

Para el caso de que nos ocupa, existen diferentes posibles tipologías de instalación solar, no obstante, dado que el sistema térmico de calefacción del Pabellón es individual, se ha optado para la producción de ACS de un sistema de captación colectiva con acumulación y apoyo individual.

El diseño del sistema de producción de ACS se ha realizado de forma que se garantice el máximo confort y economía por parte del usuario, al tiempo que se ha procurado conseguir el máximo ahorro energético y la protección del medio ambiente, cubriendo las necesidades de ACS mediante la combinación de un sistema de acumulación con uso de Gas Natural como energía primaria en el equipo de apoyo y colectores de captación solar.

Se proyecta por tanto instalar un campo de captación para el Pabellón Deportivo, situado en la Planta de Cubiertas y con azimut 0º tal y como se muestra en los planos correspondientes.

La energía absorbida por los captadores solares será distribuida a través de un circuito primario hasta el intercambiador de calor interno en el propio acumulador solar a fin de producir ACS, garantizándose la temperatura de uso mediante el sistema de energía auxiliar propuesto (caldera que consumen como energía primaria Gas Natural) para aquellos días en los que el aporte solar no sea suficiente.

La regulación del sistema será de tipo diferencial y se realiza mediante una sonda de inmersión en el campo de captación que compara la temperatura del fluido en captadores con la de acumulación.

Por otro lado, dada la particularidad del edificio con consumos muy esporádicos y temporadas vacacionales en los que no va a haber uso del sistema, se ha previsto un sistema de captación con tecnología "Drain Back", en la que el fluido caloportador cuando no esté en circulación, se alojará en el depósito al efecto, dejando vacíos los captadores y por tanto, no llegando a alcanzar temperaturas de estancamiento.

6. CAPTADOR SOLAR.

Dentro de las posibilidades técnicas existentes en el mercado para aplicaciones a baja temperatura de la Energía Solar hemos elegido el captador de placa plana. Es la solución más extendida actualmente y consiste en una placa absorbente a la que se adosa un colector en forma de serpentín o rejilla y por el que circula el fluido caloportador que recoge la energía solar a fin de transportarla al sistema de intercambio.

Se instalarán por tanto, captadores de tipo plano la marca ACV de reconocida solvencia en el mercado nacional e internacional, modelo HELIOPLAN DB, de cubierta transparente de vidrio solar especial antirreflectante y alta transmitancia, sellando su unión al marco con una junta continua y de gran eficacia por los absorbentes con



recubrimientos de titanio altamente selectivo. Por otro lado, los captadores cuentan con su correspondiente contraseña de homologación incluyéndose en su ficha técnica de ensayo, los siguientes parámetros:

- Área total
- Área de apertura
- Área del absorbedor
- Factor óptico
- Factor de pérdidas o emisión

7. ACUMULADOR SOLAR.

El sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía solar captada a lo largo del día de modo que la instalación pueda dar servicio en cualquier momento, independientemente del nivel instantáneo de radiación solar.

En el presente caso dado que la demanda diaria es de 1.134 litros, se instalará un acumulador solar de 1.000 litros de capacidad en acero vitrificado de calidad alimentaria, de manera que resista temperaturas de hasta 90 °C sin degradarse y con aislamiento térmico adecuado a base de espuma rígida de poliuretano inyectado en molde.

Por otro lado, según prescribe el HE-4 en su punto 3.3.3.1, cumplimos con la relación superficie de captación-volumen de acumulación definida por:

$$50 < V / A < 180$$

Donde hemos llamado:

A: Suma de áreas de colectores expresadas (m²)

V: Volumen del depósito de acumulación solar (litros)

Resultando ser ésta relación en nuestro caso de **73,75** (superficie de captación: 13,56 m² / Volumen del acumulador: 1.000 litros), por tanto, dentro de los límites anteriormente mencionados.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura del mismo
- La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste
- La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior
- La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto supondría una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente
- Registro embrizado para inspección del interior del Acumulador y eventual acoplamiento del serpentín en caso de llevarlo
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato
- Manguitos para el vaciado

En cualquier caso la placa de características del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.

En caso de disponer de un depósito acumulador de capacidad superior a 750 litros, dispondrá de boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm., fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

8. FLUIDO CALOPORTADOR.

El fluido caloportador con el que se llenará el circuito primario solar es agua desmineralizada sin iones cloro con anticongelante (tipo etileno glicol o monopropileno glicol) al 30/40% del volumen para evitar problemas de congelación.

Este fluido de trabajo tendrá un pH a 20°C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponerse de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 µS/cm
- El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l



El aditivo empleado para el fluido caloportador descrito anteriormente para la protección contra heladas, es un producto químico no tóxico cuyo calor específico no es inferior a 3 kJ/kg, en 5°C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir en el circuito primario de captadores roturas por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

En el caso que nos ocupa, consultadas la Guía Técnica del IDAE “Condiciones climáticas exteriores de Proyecto”, así como el PCT del IDAE referente a las IST, nos indican una temperatura mínima histórica registrada para la localidad de Madrid de -6,1°C y -16 °C, respectivamente, por lo que la mezcla a utilizar, debe garantizar un punto de congelación superior +/- 16°C.

Se elige por tanto, como fluido caloportador una mezcla anticongelante estándar en el mercado para las IST como es el Tyfocor, compuesto a base de propilenglicol y con una concentración para éste caso al 40%, ya que con dicho grado de concentración se obtiene un punto de congelación de -28 °C según datos del producto.

Por otro lado, independientemente al uso de una mezcla anticongelante como fluido caloportador y como complemento para protección de heladas, lo más racional en función del tipo de instalación propuesto y la localidad de ubicación, es programar en la centralita de control del sistema, una recirculación del fluido en el circuito primario cuando la sonda de temperatura de salida del captador registre una temperatura superior a 3°C a la del punto de congelación del fluido caloportador.

Así mismo se dota a la instalación de un sistema de protección contra flujos inversos no intencionados en ningún punto del circuito hidráulico del sistema. Para ello se han dispuesto válvulas antirretorno en los puntos marcados en planos.

9. JUSTIFICACIÓN DEL DIMENSIONADO DE LA ACUMULACIÓN SOLAR Y DE LOS CAPTADORES

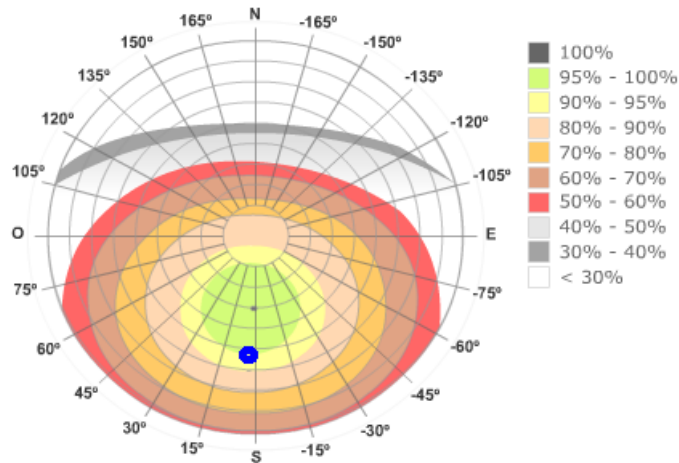
9.1. DEMANDA DE ACS

DEMANDA DE ACS									
LOCALIDAD		MADRID							
CRITERIO DE DEMANDA		GIMNASIO							
Nº DE PERSONAS		54							
T _{ACS} ACUMULACIÓN (°C)		60							
MES	Nº DÍAS	T _{AFS} (°C)	Nº PERSONAS	(l/día-per)	T _{ACS} (°C)	(l/mes)	Q _a ACS (kWh)	Q _a pérdidas ACS (kWh)	Q _a total ACS (kWh)
ENERO	31	8	54	21	60	35154	2120	318	2439
FEBRERO	28	8	54	21	60	31752	1915	287	2203
MARZO	31	10	54	21	60	35154	2039	306	2345
ABRIL	30	12	54	21	60	34020	1894	284	2178
MAYO	31	14	54	21	60	35154	1876	188	2063
JUNIO	30	17	54	21	60	34020	1697	170	1867
JULIO	31	20	54	21	60	35154	1631	82	1713
AGOSTO	31	19	54	21	60	35154	1672	84	1756
SEPTIEMBRE	30	17	54	21	60	34020	1697	170	1867
OCTUBRE	31	13	54	21	60	35154	1917	192	2108
NOVIEMBRE	30	10	54	21	60	34020	1973	296	2269
DICIEMBRE	31	8	54	21	60	35154	2120	318	2439
		DEMANDA DE ACS (l/día)		1134.00			22552	2693	25245

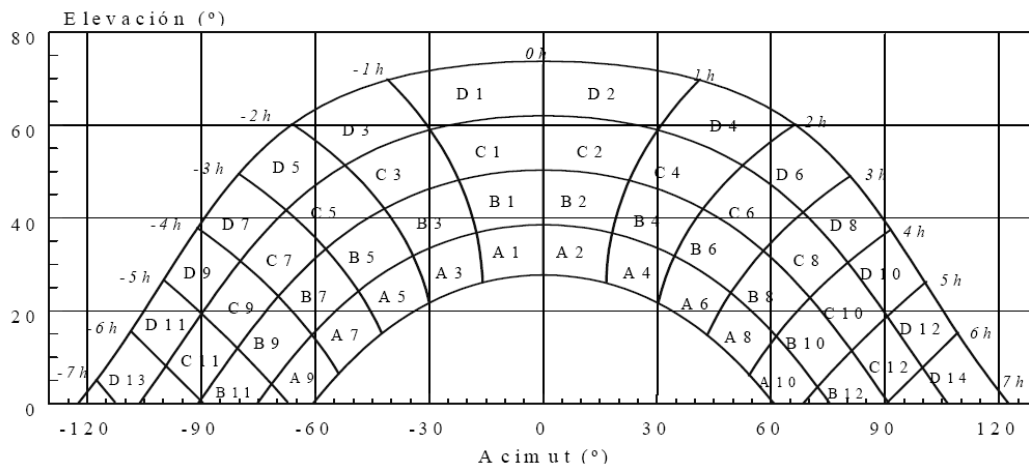
9.2. PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS

Manteniendo siempre la componente estética y considerando el espacio disponible en la planta de cubiertas del Pabellón Deportivo y la correcta ordenación de los captadores en la orientación más próxima al Sur, se prevé instalar los captadores con un acimut de 0° y una inclinación de 40° con respecto a la horizontal.

Con estos parámetros de orientación e inclinación obtenemos unas pérdidas en el campo de captación de 0% según el diagrama del PCT del IDAE, cumpliendo por tanto con el punto 2.2.3 del HE-4, ya que no se supera el límite de pérdidas por orientación e inclinación fijado en dicha Norma en instalaciones generales (10 %).



Por otro lado, la separación del Pabellón con los colindantes es lo suficientemente amplia como para que no se produzcan pérdidas de radiación por sombras debido a obstáculos adyacentes.



De lo anterior mencionado se desprende que cumplimos con el límite total de la tabla 2.3 del punto 2.2.3 del HE-4, fijado en el 15%

9.3. CONTRIBUCIÓN SOLAR OBTENIDA

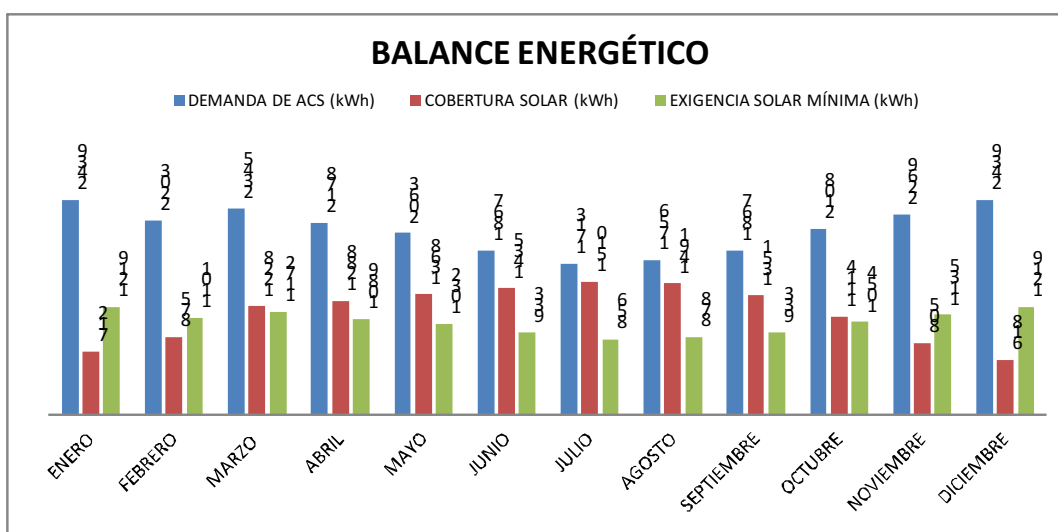
La superficie de captación se dimensiona de manera que el aporte solar anual mínimo sea superior al 50% de la demanda energética, según se ha indicado en apartados anteriores, así como limitado por el cumplimiento de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda y en no más de tres meses el 100%.

El número de captadores se ajustará de forma que se obtenga una configuración homogénea y equilibrada del campo de los mismos y lo más cercana posible a la superficie que cubra el requisito de demanda solar.



DATOS CLIMÁTICOS Y RADIACIÓN SOLAR				
Localidad	MADRID			
Latitud	40			
Inclinación óptima (β_{opt})	40			
Inclinación real (β)	40			
Azimet respecto al Sur	0			
Pérdidas por orientación e inclinación	0,00%			
Pérdidas por sombras	0,00%			
MES	T ^a media (°C)	H día (kWh)	Factor K	EI día (kWh)
ENERO	5	2,27	1,39	3,16
FEBRERO	6	3,25	1,29	4,19
MARZO	10	4,65	1,16	5,39
ABRIL	13	5,75	1,04	5,98
MAYO	16	6,60	0,95	6,27
JUNIO	21	7,74	0,92	7,12
JULIO	24	8,04	0,95	7,64
AGOSTO	24	7,00	1,05	7,35
SEPTIEMBRE	20	5,47	1,21	6,62
OCTUBRE	14	3,56	1,39	4,95
NOVIEMBRE	9	2,43	1,50	3,65
DICIEMBRE	6	1,87	1,48	2,77

BALANCE ENERGÉTICO					
MES	Q _a ACS (kWh)	EI mes (kWh)	Q _u (kWh)	f	ηrendimiento
ENERO	2.439	1326	712	29,20%	53,68%
FEBRERO	2.203	1592	875	39,73%	54,98%
MARZO	2.345	2267	1228	52,39%	54,17%
ABRIL	2.178	2433	1288	59,14%	52,96%
MAYO	2.063	2636	1368	66,32%	51,92%
JUNIO	1.867	2897	1435	76,90%	49,56%
JULIO	1.713	3211	1510	88,18%	47,04%
AGOSTO	1.756	3090	1491	84,94%	48,26%
SEPTIEMBRE	1.867	2692	1351	72,38%	50,18%
OCTUBRE	2.108	2080	1114	52,84%	53,56%
NOVIEMBRE	2.269	1483	805	35,48%	54,29%
DICIEMBRE	2.439	1163	618	25,32%	53,08%
	25.245	26870	13797	56,90%	51,97%





DETERMINACIÓN SUPERFICIE DE CAPTACIÓN Y ACUMULACIÓN DE ACS	
Captador	KAPLAN S-2.6-V
Superficie de apertura (m ²)	2,26
Factor óptico	0,807
Coficiente pérdidas W/(m ² ·K)	3,7
Dimensiones (LxAxH) mm.	2030x1230x93
Inclinación capatador (°)	40
Nº de captadores	6
Superficie de captación (m ²)	13,56
Depósito acumulación	LAPESA CV-1000-M1B
Nº Depósitos	1
Volumen de acumulación (l)	1.000
Fracción solar anual obtenida	56,90%
Relación V/Sc	73,75

9.4. AHORRO DE EMISIONES

AHORRO DE EMISIONES DE CO ₂	
Demanda energética de ACS (kWh)	25245
Energía primaria	Gas natural
Factor de paso energía primaria	1,195
Factor de paso emisiones de CO ₂	0,252
Rendimiento equipo sistema auxiliar	96,00%
Energía final necesaria (kWh)	26297
Energía primaria necesaria (kWh)	31425
Emisiones de CO ₂ (Kg·CO ₂ /año)	6627
Contribución solar alcanzada	56,90%
Energía final consumida (kWh)	11333
Energía primaria consumida (kWh)	13543
Emisiones de CO ₂ (Kg·CO ₂ /año)	2856
Ahorro de emisiones de CO ₂ (Kg·CO ₂ /año)	3771



D.19.- Sistema de ventilación

Antecedentes

Se trata de la ampliación de 4 aulas de infantil y varias específicas en el edificio de infantil, ampliación para 4 Aulas de primaria, hall de entrada y edificio exento polideportivo. La instalación que se plantea será independiente de la existente

Objeto

El objeto del presente proyecto es el de proporcionar todos los datos y cálculos necesarios que permitan dar una idea exacta de como se realizará la instalación de ventilación y cuáles serán los elementos que en ella intervienen.

Normativa Legal

En la redacción y estudio de este proyecto de Ventilación nos atenderemos a la siguiente Normativa:

- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones según ordenes posteriores.
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus instrucciones técnicas complementarias (B.O.E 217 agosto 2007) y correcciones posteriores.
- Norma UNE EN 13779 Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.

Descripción de la Instalación

Conforme a las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su instrucción técnica IT 1.1.4.2., se ha previsto en el edificio un sistema de ventilación para el aporte de aire exterior, que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

La cantidad de aire exterior necesaria para la ventilación (según el nuevo RITE – RD 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios) puede ser reducida por medio de la recirculación de aire purificado donde los contaminantes interiores y exteriores hayan sido reducidos o eliminados.

La cantidad de aire exterior requerida dependerá de la generación de contaminantes en el interior, la concentración de contaminantes del aire interior y del exterior, la localización y la eficacia de los sistemas de purificación.

Se utilizarán sistemas de recirculación de aire limpio modelos SIAV AL-25.16G y AL-25.24G. Este sistema evita la instalación de grandes sistemas de ventilación general con el consiguiente ahorro energético, de costes, así como reducción de la incidencia de enfermedades cíclicas, alergias y otras patologías, dando cumplimiento a los requerimientos de ventilación del nuevo RITE (utilizando el método de cálculo de la ventilación por Calidad del Aire Percibido). Estos equipos están diseñados para reducir contaminantes tanto microbiológicos como gaseosos con una eficacia mínima del 90%, dotados de la más moderna tecnología de filtración y purificación de aire.

Las funciones para las que está diseñado el sistema son:

- Diluir la polución del aire interior sin aumentar el aporte de aire exterior.
- Purificar el aire exterior de ventilación

El equipo debe ser instalado con conductos de impulsión y de retorno a cada uno de los entornos a tratar, con los que se purificará el aire mediante la recirculación del mismo a través del equipo purificador.

Así mismo el equipo aspirará aire del exterior y lo introducirá en la sala a tratar, totalmente purificado, creando una sobre-presión para garantizar la no introducción de aire contaminado desde otras zonas adyacentes. El aire exterior además de purificarlo se tratará en periodo invernal con una batería de calefacción por agua caliente con su correspondiente regulación. Estas baterías se alimentarán de un circuito secundario procedente del sistema de generación de calor que se implantará en esta actuación.

Para maximizar la efectividad del sistema, se deberá instalar y llevar a cabo el mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en este manual.

Se aconseja tener los SIAV conectados al menos 40 minutos antes de que comience cualquier actividad en el entorno, para conseguir unas prestaciones óptimas.

La distribución o impulsión del aire se realiza a través de:

- En el interior del edificio: Conductos de climaver neto o equivalente (de espesor según RITE) y rejillas regulables de dimensiones variables según estancia, que transcurren bajo falso techo.
- En el exterior del edificio: Conductos de chapa galvanizada aislada en su interior (espesor según RITE), que transcurren en cubierta. No obstante, se limitará lo máximo posible esta opción en proyecto para evitar pérdidas de calor.

El retorno de aire se realiza en el interior del edificio a través de:

- En el interior del edificio: Conductos de climaver neto o equivalente (de espesor según RITE) y rejillas de lamas fijas de dimensiones variables según estancia, que transcurren bajo falso techo.

Cada unidad de tratamiento contará con equipos independientes de control electrónico integrado y que actuarán sobre los diferentes equipos en función de la temperatura detectada a través de las sondas que incorporan los propios equipos de tratamiento de aire.

Además, el encendido y apagado de cada una de estas unidades se realizará de modo separado mediante unos interruptores horarios situados en el cuadro eléctrico de la instalación, encendiendo las unidades de ventilación en función del horario de funcionamiento del centro.



I. MEMORIA

La instalación de extracción de aseos y vestuarios de consta extractores de tejado (tipo seta) ubicados en cubierta, cada uno de los cuales, con un regulador electrónico, que ajustan exactamente esta instalación a los requerimientos de caudal-presión de la misma. El control de los extractores se realiza a través de interruptores horarios.

La extracción de aire se realiza a través de:

- En el interior del edificio: Conductos climaver Plus R o equivalente (de espesor según RITE) y rejillas regulables de dimensiones variables según estancia, que transcurren bajo falso techo.

No existen conductos de extracción circulando por el exterior, el único elemento que se encuentra en el exterior es el ventilador.

En el pabellón, para evitar la acumulación de contaminantes en momentos puntuales, se dispone de un sistema de extracción capaz de garantizar la eliminación de los mismos como mínimo vez cada hora.



INDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETO DEL DOCUMENTO**
- 3. ÁMBITO DE APLICACIÓN**
- 4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**
- 5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA**
- 6. PROYECTO**
 - 6.1. Instalaciones de electricidad**
 - 6.1.1. CUADROS ELÉCTRICOS
 - 6.1.1. PREVISIÓN DE CARGAS. CONSUMOS CARGAS SISTEMA DE COMUNICACIONES E INFORMÁTICA
 - 6.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
 - 6.2. Locales**
 - 6.3. Red de comunicaciones**
 - 6.3.1. CAJAS DE MECANISMO
 - 6.3.2. ARMARIOS RACK
 - 6.3.3. RED DE ACCESO PARA SERVICIOS DE COMUNICACIONES
 - 6.3.4. ARMARIO DE CORTE Y PRUEBA
 - 6.3.5. CABLEADO ESTRUCTURADO
 - 6.4. IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO**
 - 6.5. GARANTÍA DEL FABRICANTE**
 - 6.6. CERTIFICACIÓN DE RED**
 - 6.7. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN**
- 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO**
 - 7.1. Criterios de diseño de icm para la red multiservicio**
 - 7.1.1. RED DE ACCESO
 - 7.1.2. ESTRUCTURA GENERAL Y TOPOLOGÍA DE LA RED
 - 7.1.3. CUARTO DE INSTALACIONES DE ICM O RTIC
 - 7.1.4. SUBSISTEMA TRONCAL DE CAMPUS
 - 7.1.5. SUBSISTEMA TRONCAL EDIFICIO
 - 7.1.6. SUBSISTEMA HORIZONTAL
 - 7.1.7. PUESTO DE USUARIO
 - 7.1.8. ARMARIO REPARTIDOR (RT).
 - 7.1.9. ELEMENTOS DE CONEXIÓN
 - 7.1.10. ADMINISTRACIÓN DE LA RED
 - 7.1.11. MEDIDAS, GARANTÍA Y CERTIFICACIÓN DE LA RED



1 MEMORIA DE INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN AULAS

1.1 Objeto.

El objeto del presente estudio es definir y precisar los requisitos y características de la instalación de ventilación de este edificio.

1.2 Descripción del proyecto.

Se trata de la ventilación de una ampliación del CEIP Valdebebas.

Por tanto, el estudio de ventilación a continuación se realiza sobre estancias del tipo sala de profesores, considerando las ocupaciones y superficies que se indican en apartados a continuación.

1.3 Descripción de la instalación de ventilación.

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire mediante Sistemas Integrados para el Ahorro de la Ventilación (SIAV), distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos, rejillas de difusión y de extracción a través del falso techo.

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

Los SIAV se situarán en el falso techo de los aseos y zonas de paso, previendo el espacio y accesos necesarios para la realización de futuras tareas de mantenimiento como se indica en la I.T.3.4.4.3.

1.4 Justificación y Método de Cálculo

1.4.1 Exigencia de calidad de aire interior

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

1.4.2 Clasificación de la calidad de aire interior.

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

- Aulas: Clase IDA 2
- Sala de profesores: Clase IDA 2

1.4.3 Caudal mínimo de aire exterior de ventilación.

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

1.4.4 Método Directo por Calidad de Aire Percibido

Este método está basado en el informe CR 1752 (método olfativo) desarrollado por el profesor P. O. Fanger y su grupo de trabajo, empleando los valores de la tabla 1.4.2.2. de la misma instrucción técnica del RITE.

Categoría	Calidad del aire interior percibida en decipols
	Valor por defecto
IDA 1	0,8
IDA 2	1,2
IDA 3	2
IDA 4	3

1.5 Cálculo de la ventilación:

1.5.1 Relación de ocupaciones y superficies

La ocupación considerada para los distintos espacios, es la marcada por el proyecto.



Se considera el edificio construido con materiales convencionales con las siguientes superficies a tratar y ocupación estimada.

INFANTIL

Planta	Descripción	Ocupación	Superficie (m ²)	IDA
Planta 1	Aula Infantil 1	25	51,22	2
Planta 1	Aula Infantil 2	25	51,22	2
Planta 1	Aula Infantil 3	25	51,22	2
Planta 1	Aula Infantil 4	25	51,22	2

PRIMARIA

Planta	Descripción	Ocupación	Superficie (m ²)	IDA
Planta Baja	Aula Primaria 1	25	48,02	2
Planta Baja	Aula Primaria 2	25	48,02	2
Planta -1	Aula Primaria 3	25	48,02	2
Planta -1	Aula Primaria 4	25	48,02	2



AULAS ESPECÍFICAS

Planta	Descripción	Ocupación	Superficie (m²)	IDA
Planta Baja	Sala de profesores	16	49,79	2
Planta Baja	APG I	9	25,39	2
Planta Baja	APG II	9	25,39	2
Planta Baja	Aula de Informática	33	63,03	2
Planta Baja	Aula música	25	50,18	2
Planta Baja	Biblioteca	40	87,42	2


OCUPACIÓN TOTAL: 332
SUPERFICIE TOTAL: 698,16 m²

1.5.2 Localización y clasificación de la calidad de aire exterior.

El Edificio se encuentra localizado en Valdebebas, Madrid. La concentración de NO₂ en 44 µg/m³ según datos de la estación situada en la Urbanización Embajada, la más cercana al proyecto de la red de medición de la Comunidad de Madrid.

ESTACION URBANIZACIONEMBAJADA (23)

CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA EN MADRID AÑO 2010			Nº DIAS SUPERADO
PM10 (µg/m³)	20	26	
SO2 (µg/m³)	-	-	
NO2 (µg/m³)	44	2	
O3 (µg/m³)	-	-	
NIVEL DE ODA PROMEDIO			
ODA 2			
VALOR DE REFERENCIA			
PM 10 (µg/m³)	40	35	
SO2 (µg/m³)	20	3	
NO2 (µg/m³)	40	18	
O3 (µg/m³)	120	25	



DIRECCION: Urbanización Embajada Madrid

Contaminantes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
NO2	Valor Limite Legal	50 µg/m³	48 µg/m³	46 µg/m³	44 µg/m³	42 µg/m³	40 µg/m³
	Promedio real	67 µg/m³	67 µg/m³	63 µg/m³	66 µg/m³	75 µg/m³	44 µg/m³
PM10	Valor Limite Legal	40 µg/m³	40 µg/m³	40 µg/m³	40 µg/m³	41,6 µg/m³	40 µg/m³
	Promedio real	31 µg/m³	29 µg/m³	28 µg/m³	25 µg/m³	31 µg/m³	20 µg/m³
ODA	ODA 2	ODA 2	ODA 2	ODA 3	ODA 3	ODA 2	

De acuerdo con la clasificación de calidad de aire exterior que hace el RITE en su apartado I.T.1.1.4.2.4.4. la calidad de aire exterior en la zona se clasifica como ODA 2.

1.5.3 Fórmulas de cálculo

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

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



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

$$Q = 10x \frac{G_o}{C_{api} - C_{ape}} x E_p$$

Donde:

G_o = Carga sensorial total en olf

C_{api} = Calidad del aire interior percibida en decipol

C_{ape} = Calidad del aire exterior percibida en decipol

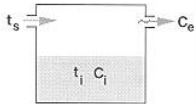
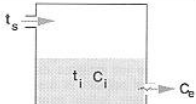
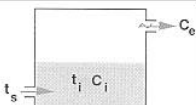
E_p = Ratio de eficacia de purificación

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

1.5.4 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 E_v de 0,8.

Principio de ventilación	Diferencia de temperaturas entre suministro de aire y zona respiratoria ($t_s - t_i$) °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:

$$Q = 10x \frac{G_o}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{E_v} = 10x \frac{G_o \cdot E_p}{C_{api} - C_{ape}} x \frac{1}{E_v}$$

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

E_v = Eficacia de la ventilación = 0,8

Con lo que tendremos:



$$Q = 10x \frac{Go \cdot Ep}{Capi - Cape} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go \cdot 0,08}{Capi - Cape} x \frac{1}{0,8}$$

Simplificando:

$$Q = 10x \frac{Go \cdot Ep}{Capi - Cape} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go}{Capi - Cape} x 0,1$$

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.

1.5.5 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%.

1.5.6 Resultados:

Se distinguen dos tipos de ODA. Por tanto, para simplificar los cálculos se agrupan las estancias en función de esta como sigue:

- **Aulas**

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 1,3 olf/ocupante.
 - 316 ocupantes x 1,3 olf/ocupante = 410,8 olf

Carga sensorial debida al edificio:

- De acuerdo a la tipología del edificio se estiman 0,8 olf/m²
 - 648,37 m² x 0,8 olf/m² = 518,69 olf

Carga sensorial total: 929,5 olf

La calidad del aire exterior corresponde a ODA 3 por lo que se le asignan 0,75 decipol y para una IDA 2 calidad del aire interior percibida será 1,2 decipols.

$$Q = 10x \frac{Go}{Capi - Cape} x Ep = 10x \frac{929,5}{1,2 - 0,45} x 0,1 = 1.239,32 \text{ l/s}$$

De acuerdo a esta metodología en las aulas se requerirá un caudal de aire primario de 1.239,32/s. El caudal de ventilación resultante es de 3,92 l/s-persona

- **Sala de profesores**



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 sedentaria adulta corresponde 1 olf/ocupante.
 - 16 ocupantes x 1 olf/ocupante = 16 olf

Carga sensorial debida al edificio:

- De acuerdo a la tipología del edificio se estiman 0,5 olf/m²
 - 49,79 m² x 0,5 olf/m² = 24,895 olf

Carga sensorial total: 40,895 olf

La calidad del aire exterior corresponde a ODA 2 por lo que se le asignan 0,45 decipol y para una IDA 2 calidad del aire interior percibida será 1,2 decipols.

$$Q = 10 \times \frac{Go}{C_{api} - C_{ape}} \times E_p = 10 \times \frac{40,895}{1,2 - 0,45} \times 0,1 = 54,52 \text{ l/s}$$

De acuerdo a esta metodología en la sala de profesores se requerirá un caudal de aire primario de 54,52 l/s. El caudal de ventilación resultante es de 3,4 l/s-persona.

1.5.7 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 $Q = 1.293,84 \text{ l/s} = 4.657,82 \text{ m}^3/\text{h}$
- 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 = 2,2 x Q
 - Q total = 2,2 x 4.657,82 = 10.247,21 m³/h

Para lograr los citados caudales se instalarán 4 unidades SIAV modelo AL-25.16G y 2 unidades SIAV modelo AL-25.24G, de la marca AIRE LIMPIO capaz de aportar y procesar el aire necesario según el método de diseño de Calidad de Aire Percibido del RITE. El anexo IV muestra la distribución de equipos. Los SIAV irán instalados en el falso techo de los aseos, dando servicio de la siguiente manera:

- Impulsión de 1.600 m³/h.
 - Aire primario $693 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Aire de recirculación $907 \text{ m}^3/\text{h}$



- Impulsión de 2.400 m³/h.
 - Aire primario 943 m³/h
 - Aire de recirculación 1.467 m³/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.

1.5.8 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.

1.5.9 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 m³/s (1.800 m³/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.

1.5.10 Red de conductos

Para el diseño de la red de conductos tanto del circuito de impulsión como el circuito de retorno se propone usar 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.

1.5.11 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.

1.5.12 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 |



2 MEMORIA DE INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN POLIDEPORTIVO

2.6 Objeto.

El objeto del presente estudio es definir y precisar los requisitos y características de la instalación de ventilación de este edificio.

2.7 Descripción del proyecto.

Se trata de la ventilación del polideportivo del CEIP Valdebebas.

El estudio de ventilación a continuación se realiza sobre dicho polideportivo, considerando las ocupaciones y superficies que se indican en apartados a continuación.

2.8 Descripción de la instalación de ventilación.

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire mediante Sistemas Integrados para el Ahorro de la Ventilación (SIAV), distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos, rejillas de difusión y de extracción a través del falso techo.

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

Los SIAV se situarán en el falso techo de los aseos y zonas de paso, previendo el espacio y accesos necesarios para la realización de futuras tareas de mantenimiento como se indica en la I.T.3.4.4.3.

2.9 Justificación y Método de Cálculo

2.9.1 Exigencia de calidad de aire interior

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

2.9.2 Clasificación de la calidad de aire interior.

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

Polideportivo

Clase IDA 3

2.9.3 Caudal mínimo de aire exterior de ventilación.

El caudal de aire exterior mínimo de ventilación, de acuerdo con la I.T.1.1.4.2.3 se calculará por el Método indirecto de caudal de aire exterior por persona.

2.9.4 Método Indirecto de caudal de aire exterior por persona

Este método está basado en el informe CR 1752 (método olfativo) desarrollado por el profesor P. O. Fanger y su grupo de trabajo, empleando los valores de la tabla 1.4.2.2. de la misma instrucción técnica del RITE.

Categoría	Dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12.5
IDA 3	8
IDA 4	5

2.10 Cálculo de la ventilación:

2.10.1 Relación de ocupaciones y superficies

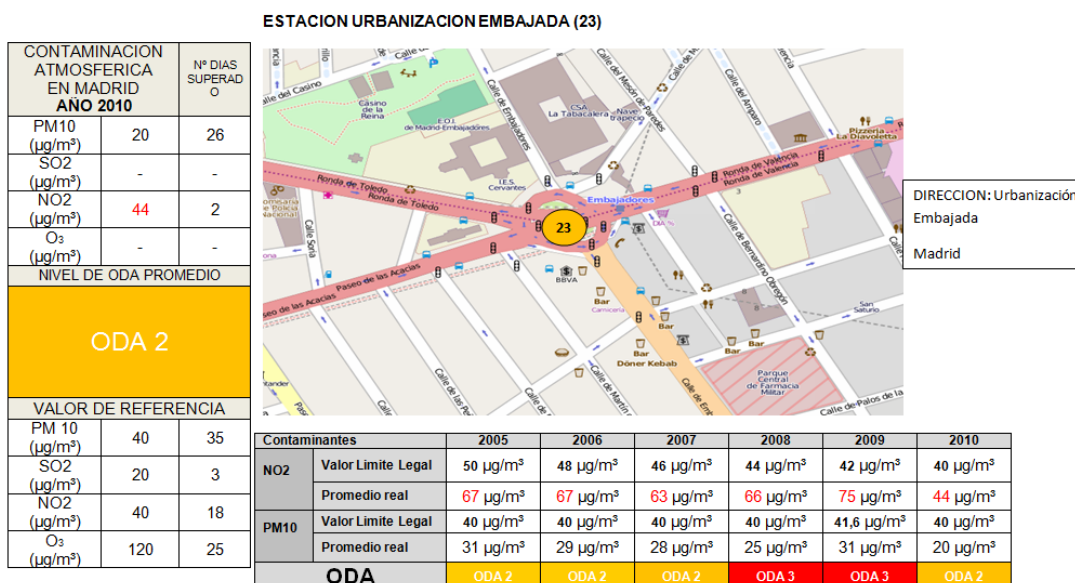
La ocupación considerada para los distintos espacios, es la marcada por el proyecto. Se considera el edificio construido con materiales convencionales con las siguientes superficies a tratar y ocupación estimada.

OCUPACIÓN TOTAL: 86



2.10.2 Localización y clasificación de la calidad de aire exterior.

El Edificio se encuentra localizado en Valdebebas, Madrid. La concentración de NO₂ en 44 µg/m³ según datos de la estación situada en la Urbanización Embajada, la más cercana al proyecto de la red de medición de la Comunidad de Madrid.



De acuerdo con la clasificación de calidad de aire exterior que hace el RITE en su apartado I.T.1.1.4.2.4.4. la calidad de aire exterior en la zona se clasifica como ODA 2.

2.10.3 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%.

2.10.4 Resultados:

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

El caudal de aire exterior mínimo de ventilación, de acuerdo con la I.T.1.1.4.2.3 se calculará por el Método indirecto de caudal de aire exterior por persona es de 8 dm³/s por persona.

La ocupación considerada para la pista deportiva es de 86 personas según proyecto.

De acuerdo a esta metodología en el polideportivo se requerirá un caudal de aire de ventilación de 2.476,8 m³/h.

2.10.5 Sistemas de Recuperación de Calor

El sistema de ventilación está formado 1 Recuperador Entálpico, mediante el cual se recuperará la energía del aire expulsado.



Dispone de una toma de aire del exterior y una rejilla de descarga al exterior, y una red interior de conductos de impulsión y extracción.

De acuerdo con los cálculos de requerimiento de aire primario de ventilación se debe instalar un recuperador entálpico que consiga un caudal de aire de ventilación de 2.476,8 m³/h.

Para lograr dicho caudal se instalará 1 Recuperador Entálpico, mediante el cual se recuperará la energía del aire expulsado, con un caudal de **3200 m³/h, modelo UR-3200**, 550 w, estructura modular en chapa galvanizada o de perfil de aluminio, y panel sandwich de 20 mm de lana de roca, con Filtros F7 según RITE integrados dentro del equipo, y con sistema drenaje de condensados.

El recuperador irá instalado en el falso techo del aseo del despacho, dando servicio de la siguiente manera:

- Ventilación de 3.200 m³/h.
- Conducción de aire hasta rejilla de impulsión.
- Conducción de aire hasta rejilla de toma de aire.
- Retorno de aire: conducido mediante desde rejillas de retorno hasta equipo.
- Impulsión de aire de ventilación: en conducto circular de chapa galvanizada.

Los aseos, llevarán un sistema de extracción aparte.

2.10.6 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

La clase de filtración mínima a emplear estará en función de la calidad del aire exterior (ODA) y la calidad del aire interior (IDA). Para un IDA=3 y un ODA=2, la clase de filtración requerida es F7, según la IT 1.1.4.2.4

FILTROS FINALES				
	IDA1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F9	F8	F7	F6
ODA 3	F9	F8	F7	F6
ODA 4	F9	F8	F7	F6
ODA 5	F9	F8	F7	F6

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación.

En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco; la humedad relativa del aire será siempre menor que el 90 %.

2.10.7 Aire de extracción

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 m³/s (1.800 m³/h) la energía del aire expulsado ha de recuperarse.



El sistema introduce aire de ventilación, 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.

2.10.8 Red de conductos

Para el diseño de la red de conductos tanto del circuito de impulsión como el circuito de retorno se propone usar 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.

2.10.9 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.

2.10.10 Mantenimiento

Para mantener los niveles de Calidad de Aire, Ventilación y Ahorro Energético, los SIIV 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. |



BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVA

- Indoor Air Quality Handbook. McGraw Hill, John Spengler, Johnathan M. Sammet, John McCarthy. 2000.
- Bioaerosols. Assessment and Control. ACGIH. 1999
- Bioaerosols. Center for Indoor Air Research. Harriet A. Burge. 1995
- Indoor Air Quality Workbook. Jeff Burton. 1990
- Building Air Quality. A guide for buildings owners and facility managers. EPA. 1991.
- Industrial ventilation. Jeff Burton. 1990
- Handbook of Ventilation for Contaminant Control. Henty J. McDermott. 1996
- Indoor Air Quality. Solutions and strategy. Steve M. Hays, Ronald V. Goppel, Nicholas R. Ganick. McGraw Hill. 1995
- Influence of air Diffuser Layout on the Ventilation Workstations. Construction Technology Update No.37, June 2000 by C.Y. Shaw.
- DTIE Calidad de Aire Interior, Atecyr, Paulino Pastor, 2006
-
- Reglamento de Instalaciones Técnicas de la Edificación. RITE
- Norma UNE EN 13779-Septiembre 2005 Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- ASHRAE Standard 62-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- ASHRAE Standard 52.2-1999 Methods of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size.
- ASHRAE Standard 51.1-1992 Gravimetric and Dust Spot Procedures for Testing Air Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter.
- Norma UNE En 779 Marzo 1996. Filtros de aire utilzador en ventilación general para eliminación de partículas. Requisitos, ensayos y marcado.
- VDI 6022 Hygienic Standards for Ventilation and Air Conditioning systems.
- NTP 343: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores. Ana Hernandez Calleja. INSHT



ANEXO I: Cálculos de las recirculaciones

AirQ

Indoor Air Quality Design and Analysis

aire
limpio

NO IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAMOS

Project

CEIP VALDEBEBAS

Notes

Representative

FF

Ventilated Space

Building Size Area m² Ceiling Height m

Total Volume of Space m³ m³/person

Total Airflow In, Vs m³/h m³/h/person

Ventilation Airflow, Vo m³/h m³/h/person

Recirculation Airflow, RVr m³/h m³/h/person

Recirculation Flow Factor, R

Ventilation Effectiveness, Ev Air Changes /hour

Occupants

Number of Occupants person (s)

Level of Physical Activity

Respiratory Flow cfm/person

CO₂ Generation ft³/hr/person

Smoking

☐ Smoking in Space

Percent of people smoking

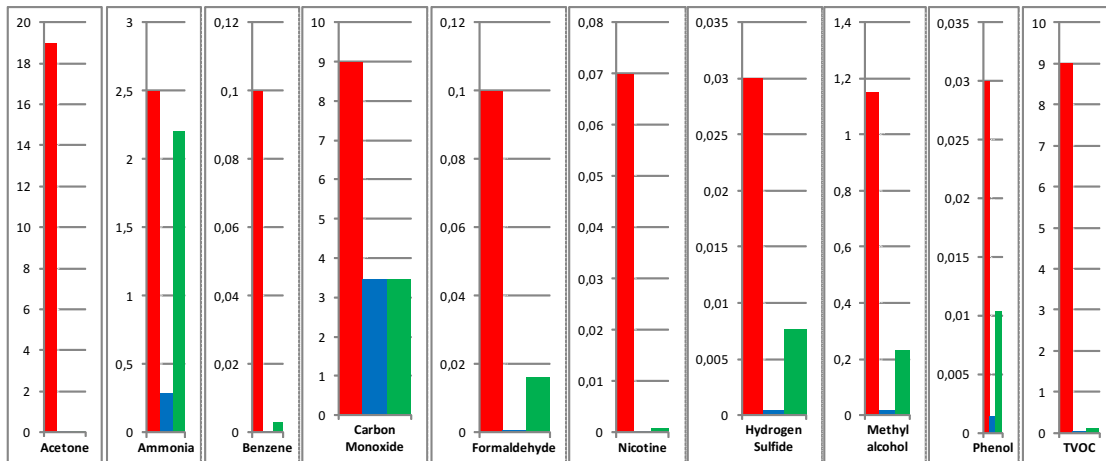
Cigarettes / hour / person

Filtration

Filter efficiency %

Contaminant	Generation Rate per Person (lb/min)	Smoking Generation Rate 1 cig/hour (lb/min)	Molecular Weight (g/mole)	Aire Limpio Cleaner Efficiency (%)	Typical Outside Concentration (ppm)	ASHRAE Limit (ppm)	Steady State Concentration With Aire Limpio Cleaners and Typical Outside Concentration (ppm)	Steady State Concentration Without Aire Limpio Cleaners and Typical Outside Concentration (ppm)
Acetone	1,7460E-08	1,4700E-08	58	93	0,001265	19	0,0014644 OK	0,02092 OK
Ammonia	5,7330E-07	2,2050E-07	17	87	0,001727	2,5	0,28652 OK	2,204 *
Benzene	5,8800E-10	2,7480E-08	78	89	0,002509	0,1	0,00033022 OK	0,003002 OK
Carbon Monoxide	3,6750E-07	2,2050E-06	28	0	2,621	9	3,478 OK	3,478 OK
Formaldehyde	1,0000E-20	8,8180E-08	30	97	0,01631	0,1	0,0004893 OK	0,01631 OK
Nicotine	1,0000E-20	2,9760E-07	162	96	0,000755	0,07	0,000030204 OK	0,0007551 OK
Hydrogen Sulfide	4,0000E-09	0	34,08	94	0	0,03	0,00045996 OK	0,007666 OK
Methyl alcohol	1,1400E-07	0	32,04	93	0	1,15	0,016268 OK	0,2324 OK
Phenol	1,5000E-08	0	94,11	87	0	0,03	0,0013533 OK	0,01041 OK
TVOC	8,7300E-08	0	56,11	97	0	9	0,003048 OK	0,1016 OK

*Indicates level exceeds 80% of ASHRAE limit





ANEXO II: Certificados de conformidad y CE tificados de

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD para
CERTIFICATE OF CONFORMITY for

Producto: **FILTRANTE DE AIRE PARA TECHO**
Product: CEILING FILTRATION UNITS

Ensayado a solicitud de: **AIRE LIMPIO 2000, S.L.**
Tested on request for Pº de la Castellana, 123 – Esc. Izq. 2º B
28046 MADRID (ESPAÑA)

Identificación completa del producto: **230 V~; 50 Hz; 315 W; Clase I**
Full identification of the product

Marca comercial: **AIRE LIMPIO**
Trade mark

Referencia del modelo: **AL-25-G**
Model/type ref.

Extensión: **AL-14; AL-15; AL-16; AL-25-GI**
Version

Información complementaria (si procede): ...
Additional information (if any)

Una muestra del producto ha sido ensayada y ha resultado conforme con la Norma:
A sample of the product has been tested and found to be in conformity with

UNE-EN 60335-1/A11:1997	(EN 60335-1:1994/A11:1995)
UNE-EN 60335-1/A12:1997	(EN 60335-1:1994/A12:1996)
UNE-EN 60335-1/A13:1999	(EN 60335-1:1994/A13:1998)
UNE-EN 60335-1/A14:1999	(EN 60335-1:1994/A14:1998)
UNE-EN 60335-1/A15:2001	(EN 60335-1:1994/A15:2000)
UNE-EN 60335-1/A16:2001	(EN 60335-1:1994/A16:2001)
UNE-EN 60335-1/A1:1997	(EN 60335-1:1994/A1:1996)
UNE-EN 60335-1/A2:2002	(EN 60335-1:1994/A2:2000)
UNE-EN 60335-1:1997	(EN 60335-1:1994)
UNE-EN 60335-2-65/A1 :2002	(EN 60335-2-65 :1995/A1 :2001)
UNE-EN 60335-2-65 :1997	(EN 60335-2-65 :1995)

Como se puede ver en el informe de ensayo de referencia N°:
As shown in the test report reference N°
200307520349; Exp. A28/000017

Este Certificado de Conformidad es el resultado de ensayar una muestra del producto relacionado, según las disposiciones de la norma específica correspondiente.
No lleva consigo una evaluación de toda la producción y no permite el uso de una marca de conformidad.
This Conformity Certificate is the outcome of a related product sample tested in accordance with the provisions of the corresponding specific standard.
It does not entail the evaluation of the entire production or the use of the conformity mark.

En Madrid, a 2005-03-15
Lugar y Fecha
(Place and date)

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
Director General
Nombre del Organismo - Firma
(Name of the body - signature)



NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS



**DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD
(Directiva 2006/42/CE)**

Aire Limpio 2000 S.L., Calle Velázquez, 100, 4º Izq. Madrid, España, mediante su representante Don Tomás Higuero de Juan.

Declara que los sistemas de purificación de aire marca Aire Limpio modelos:

- SIAV AL25.16G
- SIAV AL25.08G
- AL25.09GI
- AL25.10GI
- AL25.15GI
- AL25G
- AL25GI

Están en conformidad con las directivas para máquinas:

- 93/68/CEE
- 2004/108/CE
- 2006/95/CE
- 2006/42/CE

y cumplen con las Normas Europeas armonizadas:

- UNE EN 60355-1-2002
- UNE EN 60355-A1-2005
- UNE EN 60355-A2-2007
- UNE EN 60355-A12-2006
- UNE EN 60355-A13-2009
- UNE EN 60355-A14-2011
- UNE EN 55014-1-2008
- UNE EN 61000-4-16-1998/A1-2005
- UNE EN 61000-4-16-1998/A2-2011

En Madrid a 27 de octubre de 2011

Fdo.: Tomás Higuero
Consejero Delegado



C/ Velázquez, 100 - 4º izda. 28006 Madrid Tel.: 91 417 0428 Fax: 93 417 03 79
Avd. Diagonal, 468 - 6ªA. 08006 Barcelona Tel.: 93 706 10 06 Fax: 93 118 00 04
www.airelimpio.com - airelimpio@airelimpio.com



ANEXO II:

Estudios de eficiencia de los equipos



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

Ciemat

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

Sr. D. Fernando Feldman
Aire-Limpio S.L.

Pº de la Castellana, 123–Pta 2ªB
28046 MADRID

S/REF

N/REF

FECHA: 26 de Febrero de 2004

ASUNTO: Informe evaluación equipo AL-25

Estimado Señor:

Se ha procedido a evaluar su equipo AL-25 en relación con su capacidad filtrante para Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) durante un periodo de 10 días. El funcionamiento ha sido a plena potencia en continuo trabajando en un espacio de 60 m³. Contaminantes utilizados: Tolueno, Xileno y Formaldehído a 50 ppmv, todos ellos componentes mayoritarios en ambiente interior. El muestreo de la concentración existente a la salida del equipo se ha realizado mediante cromatografía de gases en continuo. Para ello, tras la constatación en el primer día de la no existencia de muestra, cada mañana se procedió a cargar nuevamente el ambiente con la concentración determinada, resultando una destrucción completa de dicha concentración a lo largo de los todos los días ensayados.

Reciba un cordial saludo

Dr. Benigno Sánchez
CIEMAT
Departamento de Energías Renovables

CORREO ELECTRÓNICO
benigno.sanchez@ciemat.es

AVENIDA COMPLUTENSE, 22
28040 - MADRID
TEL: 91 3466417
FAX: 91 3466037



DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA III
FACULTAD DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
TLEF: 913944963
FAX: 913944964
28040 Madrid

INFORME SOBRE LA EFICACIA DE PURIFICACIÓN DE AIRE AL APARATO AL-25G

Se ha ensayado la eficacia depuradora del aparato AL-25G, viendo la influencia sobre la disminución de bacterias y hongos presentes en suspensión en el aire de una habitación de aproximadamente 160 m³.

Para esta valoración el aire se filtró a través de un equipo Millipore M Air T; la cantidad filtrada en cada uno de los ensayos fue de 500 l.

Los medios de cultivo utilizados fueron: TSA (Agar Triptona Soja) para bacterias y Agar Sabouraud con Cloranfenicol para hongos; las temperaturas y tiempos de incubación 32°C, 72 horas en el primer caso y 24°C 4 días en el segundo

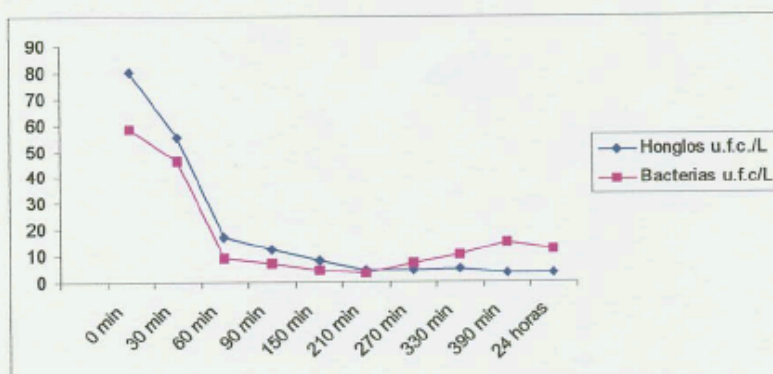
PROCEDIMIENTO:

- A tiempo cero (sin haber puesto en funcionamiento el aparato purificador); se procedió a tomar una medida del n° de bacterias aerobias mesófilas/ L y de hongos/L.
- Seguidamente se conectó el aparato y permaneció encendido, durante el resto de los análisis.
- Al cabo de diferentes tiempos se procedió a tomar medidas del aire; sobre placas de TSA y Agar Sabouraud con Cloranfenicol.



RESULTADOS

Tiempo	Hongos		Bacterias	
	u.f.c./L	% reducción	u.f.c./L	% reducción
0 min	80		58	
30 min	55	31,5	46	21
60 min	17	78,5	9	84,5
90 min	12	85	7	88
150 min	8	90	4	93
210 min	4	95	3	95
270 min	4	95	7	88
330 min	5	94	10	83
390 min	3	96	15	74
24 horas	3	96	12	79





CONCLUSIONES:

El aparato valorado presenta una características de reducción de microorganismos elevada, haciéndose patente a los 60 minutos de funcionamiento (reducción de un 78% para hongos y de un 84 % para bacterias) presentando un máximo a los 210 minutos (reducción de un 95% en los dos casos) y manteniéndose esta reducción prácticamente durante el tiempo restante de actuación.

Madrid a 7 de Febrero de 2005

Fdo: Trinidad Soto Esteras

Prfa Titular de Microbiología



ANEXO III: 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)	SIAV	Temperatura de aire de mezcla (°C)
Planta 1	Aula Infantil 1	352,68	775,91	800	352,68	447,32	AL-25.16G	10,98
Planta 1	Aula Infantil 2	352,68	775,91	800	352,68	447,32		10,98
Planta 1	Aula Infantil 3	352,68	775,91	800	352,68	447,32	AL-25.16G	10,98
Planta 1	Aula Infantil 4	352,68	775,91	800	352,68	447,32		10,98
Planta Baja	Aula Primaria 1	340,40	748,87	800	340,40	459,60	AL-25.16G	11,36
Planta Baja	Aula Primaria 2	340,40	748,87	800	340,40	459,60		11,36
Planta -1	Aula Primaria 3	340,40	748,87	800	340,40	459,60	AL-25.16G	11,36
Planta -1	Aula Primaria 4	340,40	748,87	800	340,40	459,60		11,36
Planta Baja	Sala de profesores	196,30	431,85	500	196,30	303,70	AL-25.24G	12,19
Planta Baja	APG I	153,66	338,05	400	153,66	246,34		12,40
Planta Baja	APG II	153,66	338,05	400	153,66	246,34		12,40
Planta Baja	Aula de Informática	447,96	985,50	1100	447,96	652,04		11,82
Planta Baja	Aula música	348,69	767,12	1000	348,69	651,31	AL-25.24G	13,28
Planta Baja	Biblioteca	585,29	1287,64	1400	585,29	814,71		11,55

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)	SIAV	Temperatura de aire de mezcla (°C)
Planta 1	Polideportivo	2.396	5.249,2	4.800	2.396	2.404	2x AL-25.24G	9,32



ANEXO IV: Cálculos de la calidad de aire interior

Zone Tag	Facility type	Zone use	Zone floor Area (m2)	Zone max Occupancy	Rp (Table 6.1, ASHRAE 62.1 2010)	Ra (Table 6.1, ASHRAE 62.1 2010)	Pz x Rp	Az x Ra	Ventilation effectiveness Ez	Outdoor air to zone with Ez correction (Vbz/Ez) (l/s)							
Polideportivo	Health club/aerobics room	Polideportivo	661,09	75	10	0,3	750	198,33	0,8	1185,40875							
Zone Height (m)	7,00	$C_s = \frac{N + e \cdot V_o \cdot (1 - E_f) \cdot C_o}{e \cdot (V_o + R V_r \cdot E_f)}$				Air Changes per Hour	0,52	VRP OA CFM per person (l/s) 15,81 IAQ OA CFM per person (l/s) 8,89									
Outside Air (Vo)	2.400					Outside Air Per VRP (m3/h)	4.267										
Supply Air (Vs)	11.200					Outside Air Per IAQ (m3/h)	2.400										
Recirc. Flow factor (R)	0,21					Outside Air Savings (m3/h)	1.867										
Ventilation Effectiveness (Ez)	0,80					OA Drybulb											
Level of Physical Activity	Sedentary (1,2 Met)					OA Wetbulb											
Filter Location	B					Coil Leaving Air Drybulb											
HVAC Flow Type	Constant					Coil Leaving Wetbulb											
Outdoor Air Flow Type	Constant					OA MBH saved											
Indoor Contaminants Generated by people	Máximum Threshold Value (ppm)	Steady State using VRP (Without purifier)	Steady State using IAQ Method (With purifier)	Is Steady State Level Acceptable at reduced OA levels?	OA = Outside Air												
Acetone	19	0,174030992	0,018992378	Puede reducirse el caudal de aire exterior	$t = -\frac{V'}{Q} \times \ln \left(\frac{Q \times C_{ext} + G_{CO_2} - Q \times C_{int}}{G_{CO_2}} \right)$												
Amonia	2,5	0,11129245	0,012096037	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
Hydrogen Sulfide	20	0,009345877	0,001024282	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
Methyl Alcohol	200	0,24532677	0,027706984	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
Phenol	0,03	0,031409311	0,003538726	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
TVOC	9	0,029850012	0,000546038	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
Formaldehyde	0,1	0,001040002	1,90246E-05	Puede reducirse el caudal de aire exterior													
*All values in ppm																	
Hour	Occupancy	Cint	Cthreshold														
8:00:00	0	450	1300														
9:00:00	50	905,243435	1300														
10:00:00	50	905,243435	1300														
11:00:00	75	1132,865152	1300														
12:00:00	50	905,243435	1300														
13:00:00	50	905,243435	1300														
14:00:00	0	450	1300														
15:00:00	50	905,243435	1300														
16:00:00	50	905,243435	1300														
17:00:00	75	1132,865152	1300														
18:00:00	0	450	1300														
Date																	
Job																	
Engineer																	
Contractor																	



Cálculo de la temperatura de mezcla

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

Siendo:

V_r = Volumen de recirculación

ΔT_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°C para Madrid y 22°C de temperatura interior.



4.1. CAUDALES RENOVACIÓN DE AIRE

Al tratarse de un edificio de uso docente, consideramos una calidad del aire interior IDA 2. Los caudales mínimos a garantizar conforme a las exigencias de la IT.1.1.4.2.3 del RITE mediante el método indirecto se obtienen los siguientes caudales de ventilación:

CAUDALES VENTILACIÓN							
ESTANCIAS	SUPERFICIE PLANOS (m ²)	OCUPACIÓN m ² /persona	OCUPACIÓN	IDA	Q (l/s.per) RITE	Q (l/s)	Q (m ³ /h)
PL. 1 AULA INFANTIL 1	50,3	1,5	34	2	12,5	419	1509
PL. 1 AULA INFANTIL 2	50,3	1,5	34	2	12,5	419	1509
PL. 1 AULA INFANTIL 3	50,3	1,5	34	2	12,5	419	1509
PL. 1 AULA INFANTIL 4	50,3	1,5	34	2	12,5	419	1509
PL. B AULA PRIMARIA 1	47,34	2	24	2	12,5	296	1065
PL. B AULA PRIMARIA 2	47,34	5	9	2	12,5	118	426
PL. -1 AULA PRIMARIA 3	47,34	10	5	2	12,5	59	213
PL. -1 AULA PRIMARIA 4	47,34	10	5	2	12,5	59	213
PL. B. APG 1	25,04	10	3	2	12,5	31	113
PL. B. APG 2	25,04	10	3	2	12,5	31	113
PL. B. AULA INFORMÁTICA	62,16	1,5	41	2	12,5	518	1865
PL. B. AULA MÚSICA	49,5	1,5	33	2	12,5	413	1485
PL. B. BIBLIOTECA	86,8	1,5	58	2	12,5	723	2604



4.2. EXTRACCIÓN DE AIRE

Consideramos para la extracción de aire de aseos y vestuarios una calidad AE 3 (Alto nivel de contaminación)

Los caudales mínimos a extraer conforme a las exigencias de la IT 1.1.4.2.5 del RITE son los siguientes:

CAUDALES VENTILACIÓN					
ESTANCIAS	SUPERFICIE PLANOS (m ²)	AE RITE	Q (l/s m ²) - Q (l/s local) RITE - CTE	Q (l/s)	Q (m ³ /h)
GIMNASIO VEST. MASC.	17,35	3	2	35	125
GIMNASIO VEST. FEM.	17,35	3	2	35	125
GIMNASIO ADAPT. MASC.	6,00	3	15	15	54
GIMNASIO ADAPT. FEM.	6,00	3	15	15	54
GIMNASIO VEST. MONIT.	5,25	3	15	15	54
PL. B. ASEO INFANTIL	9,15	3	2	18	66
PL. B. ASEO INFANTIL	9,15	3	2	18	66
PL. B. ASEO MASC.	16,90	3	2	34	122
PL. B. ASEO FEM.	20,20	3	2	40	145
PL. B. ADAPT. MASC.	4,97	3	15	15	54
PL. B. ADAPT. FEM.	5,38	3	15	15	54
PL. -1 ASEO MASC.	27,00	3	2	54	194
PL. -1 ASEO FEM.	22,65	3	2	45	163
PL. -1 ADAPT. MASC.	6,30	3	15	15	54
PL. -1 ADAPT. FEM.	6,95	3	15	15	54
PL. B. ESP. ASEO MASC.	12,90	3	2	26	93
PL. B. ESP. ASEO FEM.	12,90	3	2	26	93
PL. B. ESP. ADAPT. MASC.	6,15	3	15	15	54
PL. B. ESP. ADAPT. FEM.	6,15	3	15	15	54
POLIDEPORTIVO	429,89	2	2	860	3095

4.3. APERTURAS DE SERVICIO PARA LIMPIEZA DE CONDUCTOS Y PLENOMS DE AIRE

Conforme a la IT 1.1.4.3.4 del RITE las redes de conductos estarán equipadas de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

4.4. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

La instalación de renovación de aire cumplirá con los apartados del documento DB-HR, que les afecten.

4.5. AISLAMIENTO TÉRMICO DE REDES DE CONDUCTOS

Conforme a las exigencias del RITE y DB se aislarán tanto los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire y retorno de aire así como las de extracción.

4.6. ESTANQUIDAD REDES DE CONDUCTOS

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior

4.7. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN

Dado que la cantidad de no se expulsa al aire exterior no de las estancias habitables, no es necesario cumplir la IT 1.2.4.5.2 del RITE. El único aire expulsado al exterior es el procedente de vestuarios, aseos y de otros locales con altas concentraciones de contaminantes.

4.8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Conforme a las exigencias de la IT 1.3.4.3 del RITE, se cumplirá la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que sea de aplicación a la instalación de ventilación.

4.9. ACCESIBILIDAD



Conforme a las exigencias de la IT 1.3.4.4.3 del RITE, los equipos y aparatos deben estar situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles.

Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil. En los falsos techos se deben prever accesos adecuados cerca de cada aparato que pueden ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas.

La situación exacta de estos elementos de acceso y de los mismos aparatos deberá quedar reflejada en los planos finales de la instalación y siempre atendiendo a los criterios de la DF.

4.10. SEÑALIZACIÓN

Conforme a las exigencias de la IT 1.3.4.4.4, todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el "Manual de Uso y Mantenimiento: deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos.

Las conducciones de las instalaciones deben estar señalizadas de acuerdo con la norma UNE 100100.

4.12. MEDICIÓN

Conforme a la IT 1.3.4.4.5 la instalación de ventilación contará de instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.

Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento. El tamaño de las escalas será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.

Antes y después de cada proceso que lleve implícita la variación de una magnitud física debe haber la posibilidad de efectuar su medición, situando instrumentos permanentes, de lectura continua, o mediante instrumentos portátiles. La lectura podrá efectuarse también aprovechando las señales de los instrumentos de control.

Los elementos de medición y control que incorporan los equipos son los siguientes:

- Sensor de temperatura a la entrada del aire exterior.
- Sensor de temperatura del aire de impulsión.
- Toma de presión posterior al sensor en la entrada del aire de extracción.
- Central de control automático.



5. EQUIPOS INSTALADOS

CAUDALES VENTILACIÓN															
ESTANCIAS	SUPERFICIE	OCUPACIÓN	OCUPACIÓN	OCUPACIÓN MAX.	IDA	Q (l/s.per) RITE	Q (l/s)	Q (m ³ /h)	SIAV	Q Instalado (m ³ /h)	Q Estancia (m ³ /h)	nº Rejillas	Q Rejilla (m ³ /h)	Rejilla 20-SH-MM-KOOL AIR	Rejilla dB(A)
PL. 1 AULA INFANTIL 1	50,3	1,5	34	25	2	12,5	313	1.125	AL-25.16G	1.600	800	4	200	200X100	27,40
PL. 1 AULA INFANTIL 2	50,3	1,5	34	25	2	12,5	313	1.125			800	4	200	200X100	27,40
PL. 1 AULA INFANTIL 3	50,3	1,5	34	25	2	12,5	313	1.125	AL-25.16G	1.600	800	4	200	200X100	27,40
PL. 1 AULA INFANTIL 4	50,3	1,5	34	25	2	12,5	313	1.125			800	4	200	200X100	27,40
PL. B AULA PRIMARIA 1	47,34	2	24	25	2	12,5	313	1.125	AL-25.16G	1.600	800	4	200	200X100	27,40
PL. B AULA PRIMARIA 2	47,34	5	9	25	2	12,5	313	1.125			800	4	200	200X100	27,40
PL. -1 AULA PRIMARIA 3	47,34	10	5	25	2	12,5	313	1.125	AL-25.16G	1.600	800	4	200	200X100	27,40
PL. -1 AULA PRIMARIA 4	47,34	10	5	25	2	12,5	313	1.125			800	4	200	200X100	27,40
PL. B. APG 1	25,04	10	3	4	2	12,5	31	113	AL-25.24G	2.400	535	2	268	200X150	25,10
PL. B. APG 2	25,04	10	3	4	2	12,5	31	113			535	2	268	200X150	25,10
PL. B. AULA INFORMÁTICA	62,16	1,5	41	0	2	12,5	518	1.865			1.329	5	266	200X150	26,30
PL. B. AULA MÚSICA	49,5	1,5	33	0	2	12,5	413	1.485	AL-25.24G	2.400	872	4	200	200X100	27,40
PL. B. BIBLIOTECA	86,8	1,5	58	0	2	12,5	723	2.604			1.528	6	255	200X150	26,30



I. MEMORIA

AIRE DE EXTRACCION												
ESTANCIAS	SUPERFICIE PLANOS	AE RITE	Q (l/s m2) - Q (l/s local)	Q (l/s)	Q (m3/h)	CODIGO	TOTAL Q (m ³ /h)	Uds	MODELO (S&P)	MINIMO Q	MAXIMO Q	POTENCIA (W) MIN/MAX
GIMNASIO VEST. MASC.	17,35	3	2	35	125	EX-1	178,92	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
GIMNASIO VEST. FEM..	17,35	3	2	35	125	EX-2	232,92	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
GIMNASIO ADAPT. MASC.	6,00	3	15	15	54	EX-1	178,92	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
GIMNASIO ADAPT. FEM.	6,00	3	15	15	54	EX-2	232,92	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
GIMNASIO VEST. MONIT.	5,25	3	15	15	54	EX-2	232,92	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ASEO INFANTIL	9,15	2	2	18	66	EX-3	65,88	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ASEO INFANTIL	9,15	2	2	18	66	EX-4	65,88	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ASEO MASC.	16,90	2	2	34	122	EX-5	175,68	1	0/160 ECOWATT	210	490	8/48
PL. B. ASEO FEM.	20,20	2	2	40	145	EX-6	199,44	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ADAPT. MASC.	4,97	2	15	15	54	EX-5	175,68	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ADAPT. FEM.	5,38	2	15	15	54	EX-6	199,44	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. -1 ASEO MASC.	27,00	2	2	54	194	EX-7	248,40	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. -1 ASEO FEM.	22,65	2	2	45	163	EX-8	217,08	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. -1 ADAPT. MASC.	6,30	2	15	15	54	EX-7	248,40	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. -1 ADAPT. FEM.	6,95	2	15	15	54	EX-8	217,08	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ESP. ASEO MASC.	12,90	2	2	26	93	EX-9	293,76	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ESP. ASEO FEM.	12,90	2	2	26	93	EX-9	293,76	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ESP. ADAPT. MASC.	6,15	2	15	15	54	EX-9	293,76	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
PL. B. ESP. ADAPT. FEM.	6,15	2	15	15	54	EX-9	293,76	1	0/150 ECOWATT	200	470	7/45
POLIDEPORTIVO	429,89	1	2	860	3095	EX-2	3095,21	4	0/315 ECOWATT	740	1.530	39/230



6. CALCULO CONDUCTOS

Todos los conductos se han calculado teniendo en cuenta las siguientes directrices:

- Velocidades del aire de menores de 4 m/s.
- Caudales de circulación en conductos teniendo en cuenta las impulsiones y retornos de cada estancia.
- Caudales de circulación en conductos de admisión de aire exterior hasta un máximo de 400 m³/h por unidad de tratamiento SIAV.
- 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 a continuación se reproducen las más importantes:
 1. Pérdidas de presión por fricción:


$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad \text{y utilizando la ecuación de Blasius} \quad f = 0,173 \alpha \cdot Re^{-0,18} \cdot Dh^{-0,04}$$

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:

- Pf: Pérdidas de presión por fricción en Pa.
 f: Factor de fricción (adimensional).
 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.
 α: Factor que depende del material utilizado (adimensional).

2. Pérdidas de presión por singularidades:

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

Siendo:

- Ps: Pérdidas de presión por singularidades en Pa.
 Co: coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).
 v: Velocidad en m/s.
 ρ: Densidad del aire húmedo kg/m³.

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

3. Métodos de dimensionamiento:

El circuito de impulsión se ha calculado usando el método de Rozamiento constante. Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado 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.

7. ANEJO DOCUMENTACIÓN DE EQUIPOS

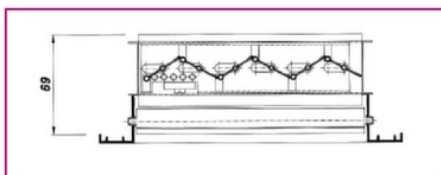
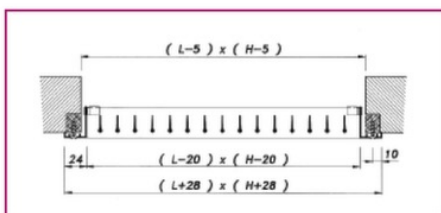
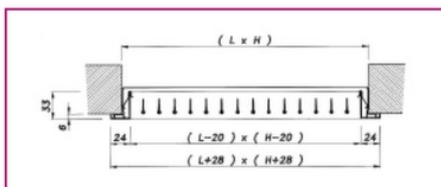
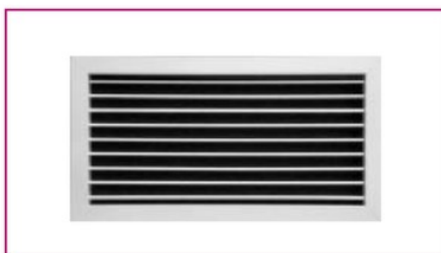


KOOLAIR

2

Serie 20.1

Rejillas de simple deflexión (impulsión)



21	Serie, rejilla de aluminio Serie, rejilla de chapa de acero
SV	Simple deflexión de aletas horizontales Simple deflexión de aletas verticales
O	Sin indicar nada, no va incorporada Compuerta de regulación modelo 29-O
MM Con MM Para MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar Marco metálico La rejilla se suministra con marco metálico pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

Descripción

Modelo 20-SH. Rejillas de aluminio, aletas orientables
Modelo 21-SH. Rejillas de chapa de acero, aletas orientables

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010.
Acabados especiales bajo demanda.

Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300 mm, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300 mm, el hueco deberá ser de 495 x 295 mm.

Simple deflexión con compuerta de regulación

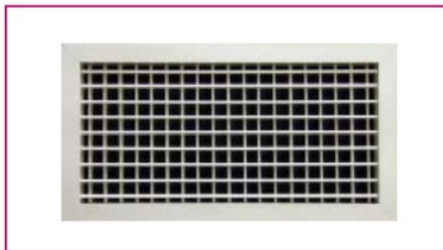
Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.



Rejillas de doble deflexión (impulsión)



Descripción

Modelo 20-DH. Rejillas de aluminio, aletas orientables.

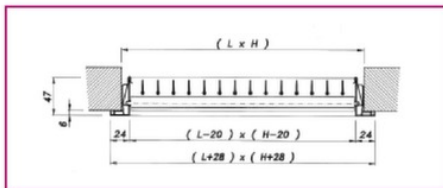
Modelo 21-DH. Rejillas de chapa de acero, aletas orientables.

Acabados

Aluminio anodizado en su color.

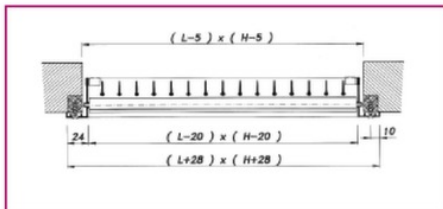
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010.

Acabados especiales bajo demanda.



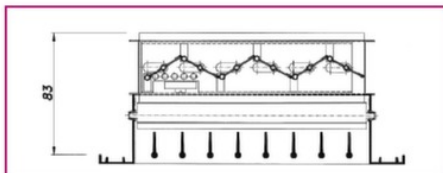
Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300 mm, precisará un hueco de las mismas dimensiones.



Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300 mm, el hueco deberá ser de 495 x 295 mm.



21	Serie, rejilla de aluminio Serie, rejilla de chapa de acero
DV	Doble deflexión, la 1ª con aletas horizontales y la 2ª verticales Doble deflexión, la 1ª con aletas verticales y la 2ª horizontales
O	Sin indicar nada, no va incorporada Compuerta de regulación modelo 29-O
MM Con MM Para MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar Marco metálico La rejilla se suministra con marco metálico La rejilla se suministra sin marco metálico, pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm (sentido horizontal) x altura en mm (sentido vertical)

Doble deflexión con compuerta de regulación

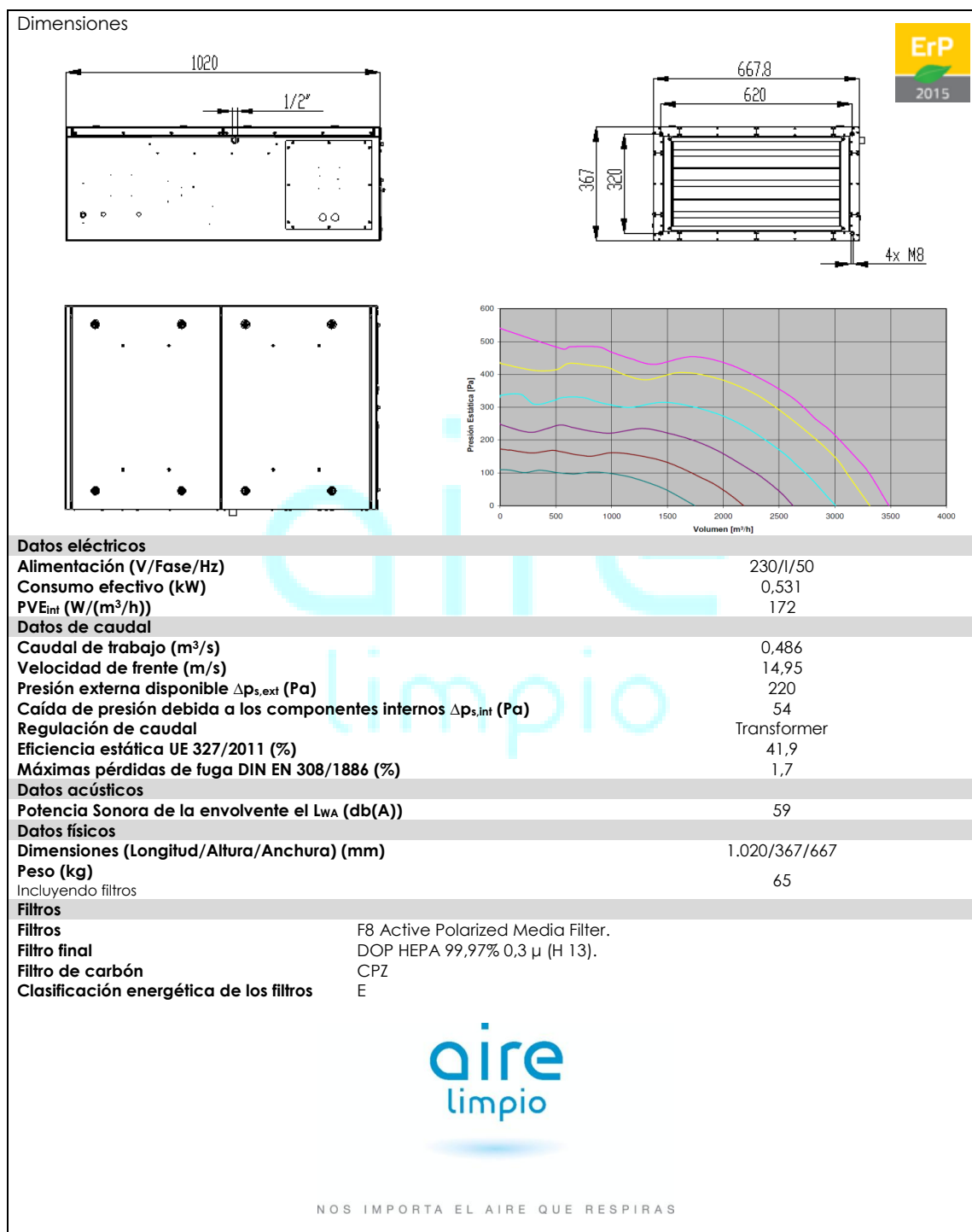
Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.



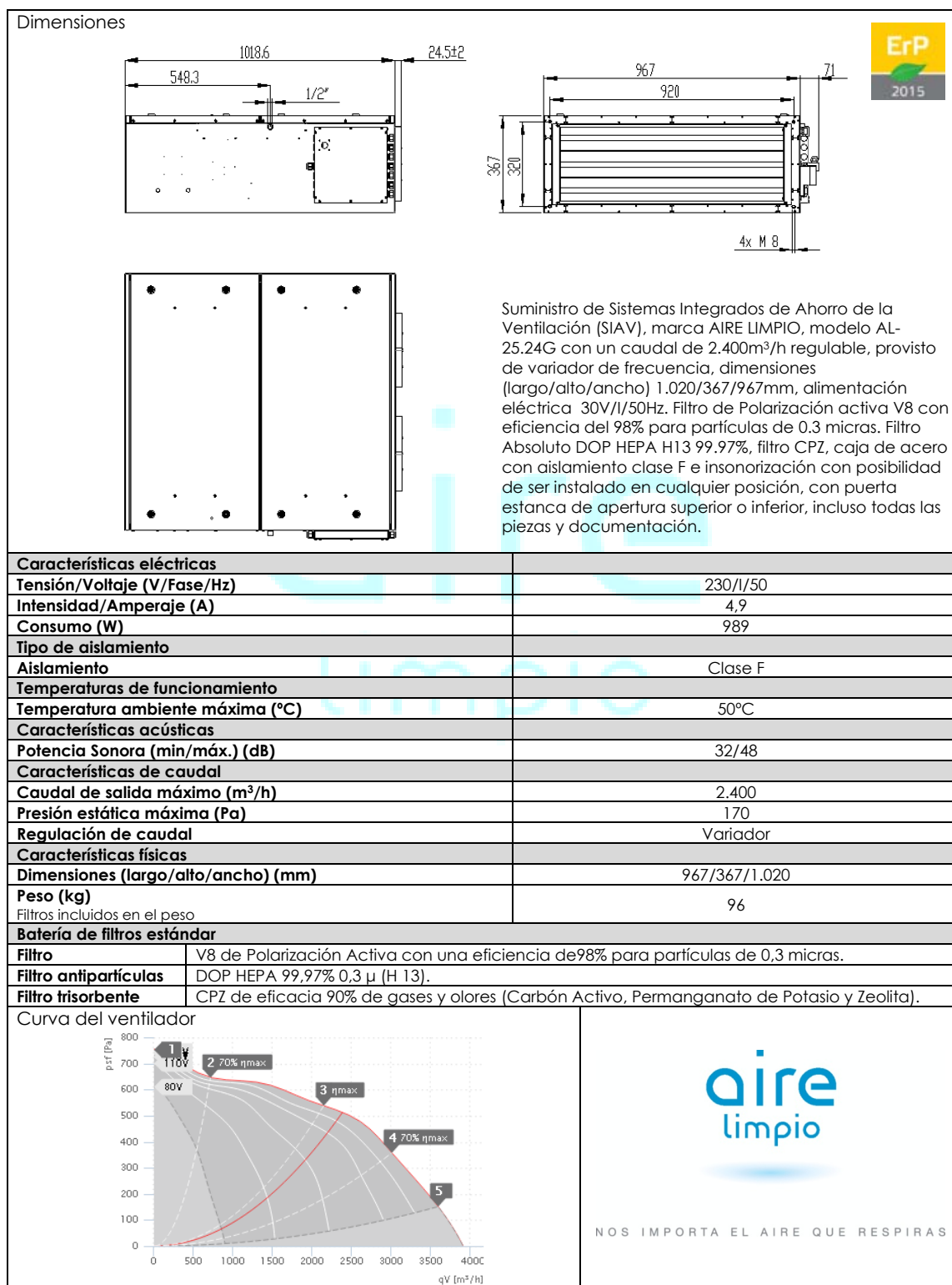
DATOS TÉCNICOS AL-25.16G¹



¹ Unidad de ventilación no residencial unidireccional. Producto conforme REGLAMENTO UE N°1253/2014
Para más información www.airelimpio.com



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AL-25.24G





VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS DE TEJADO, DE BAJO CONSUMO Serie TH-ECOWATT



Ventiladores helicocentrífugos de tejado, de bajo consumo.

Modelos 500 y 800:

Cuerpo en inyección de plástico.

Base y sombrerete de chapa de acero, protegidos contra la corrosión con pintura epoxi-poliéster.

Modelos 1300 y 2000:

Cuerpo y base de chapa de acero y sombrerete de aluminio, todo ello protegido contra la corrosión con pintura epoxi-poliéster.

Incorporan malla antipájaros y embocadura en la base que facilita la conexión a conducto.

El conjunto motor-rodete se extrae fácilmente mediante 2 abrazaderas.

Motores

Modelos 500 y 800:

Motor brushless DC de corriente continua, de alto rendimiento y bajo consumo, alimentación 90/260V-50/60Hz, IP44, rodamientos a bolas, protección térmica.

Modelos 1300 y 2000:

Motor brushless EC de corriente continua, de alto rendimiento y bajo consumo, alimentación 230V±15% 50/60Hz, IP44, rodamientos a bolas, protección térmica.

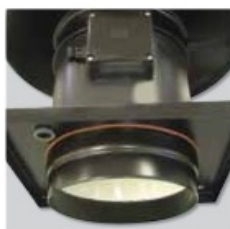
Con potenciómetro incorporado para ajustar la velocidad del 10 al 100%, entrada analógica para controlar el ventilador con una señal de 0-10V. Capacitados para trabajar de -20°C a +60°C.

Otros datos

Suministrados, en versión standard, como extractores. Girando 180° el conjunto motor-rodete, pueden trabajar como impulsores.

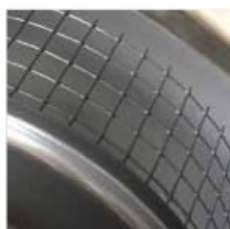


ect technology



Embocadura que facilita el montaje

La embocadura de la base facilita la conexión a conducto.



Malla antipájaros



D.21 Instalación de sistema de cableado estructurado. Aula de informática

Introducción

En este capítulo indicaremos los requisitos de las infraestructuras físicas de telecomunicaciones de las nuevas zonas ampliadas, como son el gimnasio, aulas de infantil, aulas de primaria y aulas específicas, estando incluida la sala de informática en la zona de aulas específicas.

Las nuevas instalaciones se conectarán con las instalaciones existentes, dando así continuidad a la red de infraestructuras del edificio en su totalidad.

Se seguirán las guías básicas de la Comunidad de Madrid, cumpliendo además con la normativa vigente.

Normativa de Aplicación

La normativa de aplicación para este proyecto, será la siguiente:

Real decreto 346/2001 de 11 de marzo por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

LEY 10/2005 del 14 de Junio del 2005 "Medidas Urgentes para el Impulso de la Televisión Digital Terrestre, de liberalización de la Televisión por Cable y de Fomento del Pluralismo".

Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación.

Orden ITC/1142/2010, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación, aprobado por el Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo.

Decreto 173/2010, de 23 de noviembre, de la Inspección de telecomunicaciones.

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Descripción de la Instalación

La red planteada se conectará a la red existente en el edificio, ya que dispone de acometida y electrónica de red para ello.

En general, el cableado irá sobre bandeja de tipo rejilla por los falsos techos y bajarán de forma vertical y horizontal a través de tubos empotrados en los paramentos verticales hasta los diferentes puestos de trabajo. Se utilizarán tubos de 20 mm como mínimo y se instalarán un mínimo de dos, uno para voz-datos y otro para el suministro eléctrico de las tomas de corriente.

Para la red de cableado, se empleará cable de 4 pares cat 6, marcas de primera categoría.

Desde el armario existente, partirá una nueva línea de voz-datos hasta el gimnasio, donde se acometerá a un registro y desde donde partirán las líneas hasta los dos nuevos puestos de trabajo creados. Estas 2 líneas irán enterradas desde el recinto de telecomunicaciones hasta el registro del gimnasio. Se emplearán 2 tubos de color rojo de diámetro 63 mm con un cable-guía de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro, o una cuerda de plástico de 5 mm. Estos tubos permanecerán obstruidos mientras permanezcan sin cableado y se sellarán con espuma antioedores después de su cableado.

Desde este mismo armario, partirá una línea de fibra óptica hasta el rack o armario que se situará en la sala de informática situada en la zona de aulas específicas, desde el que partirán las diferentes líneas hasta cada uno de los puestos de trabajo, situados tal y como se especifica en la documentación gráfica correspondiente (ver plano 29I34).

Para las zonas de infantil y de primaria, las líneas saldrán directamente desde el armario situado en el TIC, y se instalarán cables cat 6 sobre bandeja tipo rejilla empotrada por los falsos techos y tubos empotrados por los paramentos verticales.

En cuanto a la red de megafonía, ésta se conectará a la instalación existente, y se empleará cable trenzado de 2,5 mm² de color rojo y negro, instalado bajo tubo de 20 mm de diámetro como mínimo.

1. PREVISIÓN DE CARGAS. CONSUMOS CARGAS SISTEMA DE COMUNICACIONES E INFORMÁTICA

La previsión de cargas es la siguiente:

Los cálculos para la evaluación de la potencia instalada se deben realizar suponiendo que en las tomas de la red eléctrica de nueva creación sólo se conectarán equipos de ofimática (PCs, impresoras, escáneres), cuyos consumos estimados se incluyen a continuación.



Las estimaciones de consumo realizadas se han basado en el dimensionado de la red conocido: número de cajas, número de equipos. Se vuelve a reiterar que no se han tenido en cuenta el posible material ofimático de uso general o departamental.

PC (monitor + unidad central) ≈ 220 W.

Impresora ≈ 80 W.

Scanner ≈ 100 W.

Conmutadores secundarios (48 puertos con PoE) ≈ 800 W.

Conmutador Principal (Cisco 4507) ≈ 2.000 W.

Consumo de sistema de telefonía IP ≈ 1.500 W.

Router ≈ 250 W.

Tomas de corriente en salas y cuartos de comunicaciones ≈ 1.500 W.

Para el cálculo del consumo (W) de cada toma se ha tenido en cuenta la siguiente fórmula:

$N^{\circ} \times 300$ (W)

Donde:

N° = número de tomas 2TT + 2 ó 4UV

Consumo de un punto de la toma conectado a ordenador: 220 W ≈ 1 A

Consumo de otro de los puntos de la toma conectado a impresora: 80 W.

2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El cuadro a instalar en el aula de informática colgará directamente del cuadro más cercano (cuadro de aulas específicas), sin pasar por el RTIC, ya que el cableado, tanto de comunicaciones como de fuerza, no es dependiente de ICM (diseño y mantenimiento), sino de la Consejería de Educación.

Toda la instalación eléctrica deberá cumplir con el REBT (RD 842/2002) y demás disposiciones vigentes en la Comunidad de Madrid.

Los criterios técnicos principales a tener en cuenta para el diseño de las instalaciones son los siguientes:

Cuadros eléctricos: Desde el C.G.B.T. del edificio se tirará una acometida hasta un cuadro a ubicar en el RTIC. Desde este cuadro se dará conexión a las tomas de fuerza informática de planta baja y primera. Alimentará las tomas de corriente y la electrónica de red LAN y WAN. Este cuadro, identificado como CEBP0=1 será alimentado desde el CGBT del edificio y se instalará en el RTIC.

Criterios de dimensionado de los circuitos eléctricos: se realizará de acuerdo con todas las prescripciones del REBT, en cuanto a la sección de conductores, sección de canalizaciones, caída de tensión, cálculo de cargas, aislamiento de conductores, etc. De modo particular, los cuadros se diseñarán en base a los criterios siguientes:

La envolvente de los cuadros se diseñará con una reserva del 50% para prever crecimientos futuros.

Para alimentación de los puestos de trabajo la instalación se diseñará de tal forma que aguas abajo de cada interruptor diferencial de clase A superinmunizado, sólo se conecten tres circuitos protegidos por interruptores magnetotérmicos y a cada uno de estos interruptores se conecten un máximo de cinco puestos de trabajo, formados cada uno de ellos de dos tomas eléctricas de color naranja, evitando así la sobrecarga de circuitos y limitando las corrientes de fugas generadas por los equipos informáticos y los disparos intempestivos.

Toma de tierra para ser conectada a la tierra del cuarto de comunicaciones (RTIC).

El armario rack se dotará, al menos, de dos regletas con 8 tomas de corriente tipo schuko cada una, según norma 89/336/CEE, alimentada directamente cada una con un circuito eléctrico independiente de 16 A desde el cuadro eléctrico de la sala. En los racks que alojen 3 o más conmutadores deberán instalarse 3 regleteros de tomas schuko con circuitos y acometidas independientes y uno en cada fase. Para todos los demás (<3 conmutadores) serán 2 en fases distintas. En todo caso los conmutadores deberán repartirse por igual entre los diferentes regleteros (con objeto de igualar las cargas de las fases y además tener redundancia por fases de los conmutadores ante posibles caídas de alguna de ellas). Como se ha indicado, las regletas deben estar conectadas directamente al cuadro (sin enchufes intermedios), tener indicadores luminosos de presencia de tensión y carecer de accionamientos de encendido/apagado (la maniobra se hará directamente actuando sobre la protección correspondiente del cuadro).

En cada armario rack la unidad de ventilación deberá ir alimentada por un circuito directo desde el cuadro eléctrico con protección mediante bloque tipo Vigi de 6 A mínimo. Toda la paramenta será la recomendada para usos terciarios o industriales. Queda excluido el uso de paramenta de tipo residencial.

Secciones de los conductores de circuitos de cuadros secundarios a cajas: alimentación mediante cable monofásico de $3 \times 2,5$ mm² hasta una caja de distribución y rabillos hasta cajas de telecomunicaciones de $3 \times 2,5$ mm². Se ampliará la sección si fuera necesario por caída de tensión.

Secciones de los conductores de líneas de enlace a cuadros secundarios: la sección justificada que resulte aplicando los cálculos técnicos establecidos por el REBT, normas técnicas específicas y datos del fabricante. Para las líneas de enlace a cuadros secundarios se recomienda el uso de cables multipolares (monofásicos o trifásicos según cálculos del diseño) hasta una sección de 16 mm².

Conductores: para ambos casos se recomienda el uso de cable multipolar del tipo RZ1-K(AS) 0,6/1kV.



Segregación del cableado: se deberán instalar canalizaciones independientes para el cableado eléctrico y para el de la red de comunicaciones. Cuando esto no sea posible (p.ej. caso de canales) se seleccionarán canales compartimentados con el número necesario de tabiques de separación de acuerdo al tipo de cableado a instalar.

Sistema de puesta a tierra: será dedicado para las instalaciones de informática y comunicaciones, pero no independiente; por tanto, compartirá el punto de puesta a tierra con la instalación general del edificio. Se conectarán a tierra todos los elementos metálicos que conformen el sistema (p.ej. bandejas metálicas, armarios de comunicaciones, cajas de suelo, etc.). El diseño e instalación del sistema de puesta a tierra cumplirá el REBT – ITC 18: Instalaciones de puesta a tierra, así como las instrucciones que conciernen de los fabricantes de los diferentes elementos (canalizaciones, equipos, armarios, etc.). El valor de la resistencia de tierra es recomendable que sea menor de 5Ω.

3. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

6.1. Locales

El local técnico previsto para RTIC está situado en la planta baja del nuevo edificio de primaria, en zona indicada en planos.

6.2. Red de comunicaciones

6.2.1. CAJAS DE MECANISMO

Son las tomas de corriente eléctrica y de servicios para voz y datos contemplados para satisfacer la necesidad de comunicación a través de la red de cableado estructurado para cada puesto de trabajo o punto necesario por razones funcionales.

Según la memoria de proyecto de instalaciones se han previsto, por su forma de instalación, dos tipos de puestos: unos alojados en cajas empotrables de cuatro o seis módulos de 74x74mm universal.

Los puestos en caja empotrable disponen de dos o cuatro tomas de corriente tipo Schuko y dos módulos RJ45 para alojar dos tomas de voz y datos que para cada uno de ellos se ha previsto según planos y leyenda de los mismos.

Según los planos se desprende el total de puestos de trabajo distribuidos por planta.

Esta memoria prevé que estos puntos de red de cableado estructurado tengan finalización en roseta simple con alojamiento para RJ45 realizado en cable UTP Cat.6.

6.2.2. ARMARIOS RACK

- RACK de 42 u de altura para el RTIC. Se considera que con un único armario repartidor es suficiente para albergar en su interior los equipos electrónicos y los elementos de conexión de la red de cableado estructurado. Estará ubicado en el RTIC
- Las características técnicas principales que debe cumplir dicho armario, según la normativa técnica de ICM, son las siguientes:
 - Armario repartidor en rack de 19" de columna de 42U de altura, de dimensiones 800 x 800 mm (ancho x fondo), totalmente desmontable que permita la opción de instalaciones de difícil acceso (puertas delanteras y trasera, laterales), panel de paso de cables, fabricado en chapa de acero de 2 mm.
 - Fabricado bajo norma UNE 20593 (IEC 60297).
 - Terminación de techo y suelo en forma de prisma con chafalán en ambos laterales
 - Ventilaciones en techo en las aristas frontal y trasera, con tapa superior para acoplar la unidad de ventilación.
 - Paneles laterales con rejilla de ventilación superior.
 - Con doble puerta frontal con cristal de seguridad tintado y con cerradura de seguridad. Refuerzos superior e inferior con ranuras de ventilación.
 - Puerta trasera ciega de doble hoja.
 - Color RAL-7035, serigrafiado con logotipo ICM homologado y franjas verticales frontales color rojo.
 - Cristal encajado en puerta sin utilizar pegamentos para permitir su reposición en obra ante la posibilidad de rotura, con sólo quitar los tornillos.
 - Cierre con maneta ergonómica abatible con llave de seguridad.
 - Cuatro montantes de 19" delanteros y traseros deslizables mediante guías y tuercas correderas.
 - Conjunto de tapas laterales frontales para la bajada de cables deslizables en profundidad mediante guías y tuercas correderas.
 - Guía-cables laterales verticales para fijación y distribución del cableado incluyendo anillas, con seis orificios para entrada de cables.
 - Armario preparado para la instalación de unidad de ventilación de techo desde el exterior.
 - Puerta trasera plena con módulo de entrada de cables y tapa en la parte inferior. Posibilidad de cambio a la parte superior.



- Se incluirán patas niveladoras de regulación por la parte interior del armario y no por el suelo; zócalo inferior de altura 100 mm con tapa frontal y posterior desmontable para permitir alojar la coca de los cables en dicho hueco del zócalo y laterales con escotadura semitroquelada para comunicación de baterías y patas niveladoras.
- Toma de tierra conectada a la tierra del RTIC.
- Dos Regletas de alimentación de 8 tomas según norma 89/336/CEE: el número de regletas será igual al número de circuitos SAI a instalar en cada armario. Deben disponer de piloto luminoso indicador de tensión y carecer de botón o accionamiento alguno que pueda dar lugar a cortes de suministro por golpeo fortuito de los mismos (en caso de necesidad, la maniobra de corte se hará exclusivamente desde el cuadro). La línea de alimentación procedente del cuadro eléctrico debe conectarse directamente en el interior de la regleta (no se permite la existencia de enchufes intermedios). Se instalarán en la parte inferior de los perfiles traseros de 19", quedando las tomas orientadas hacia el interior del armario.
- Pasahilos horizontales y verticales para el guiado y distribución del cableado. Los pasahilos horizontales serán de tipo cepillo y con marco abierto que permita su montaje/desmontaje sin necesidad de desconectar los latiguillos de parcheo. El maceado de los cables se hará agrupando los cables con tiras de velcro.
- Unidad de ventilación de techo de cuatro ventiladores de 1U de altura y termostato regulable para control de temperatura interior. El termostato que controla la unidad de ventilación deberá estar siempre regulado a la temperatura de 28°C. La unidad de ventilación deberá colocarse en la parte superior del armario y anclado a los perfiles traseros, si es necesario, para que de este modo coincida la columna de expulsión del aire con la tapa superior del armario. Dispondrá de un circuito independiente desde el cuadro de SAI. La tapa superior habrá de elevarse un mínimo de 25 mm mediante el uso de soportes tal que permita la salida del aire evacuado por los ventiladores del armario.
- Bandeja telescópica: para la electrónica de red no enracable y los equipos terminales de los Operadores de Telecomunicaciones.
- Además de estos componentes el rack alojará los paneles de cableado necesarios quedando distribuido de la siguiente manera:
 - *En la parte superior*, enracado al bastidor trasero, la unidad de ventilación.
 - *En la parte superior*, enracado en el bastidor delantero, dejaremos 3 uds. libres.
 - Bajo estas unidades libres un pasahilos horizontal de cepillo.
 - Bajo este el panel de fibra que enlaza con el otro rack.
 - Pasahilos horizontal de cepillo.
 - Bajo él 2 unidades libres por si en el futuro es necesario enlazar con otro rack para el centro.
 - Panel de voz, de 25 puertos cat. 3 que enlazará 25 pares con el RV.
 - Pasahilos horizontal de cepillo.
 - Paneles de categoría 6 para conectar las tomas de comunicaciones nuevas a instalar. Hay que añadir un pasahilos mínimo por cada 2 paneles de horizontal.
 - *En la parte inferior*, enracado en el bastidor trasero las dos regletas de 8 enchufes con indicador luminoso.
 - *En la parte inferior*, enracado en el bastidor delantero, dejaremos 3 uds. libres.
 - Sobre estas unidades libres un pasahilos horizontal de cepillo.
 - Sobre este un panel de servicio de datos de la red pública, que es un panel de 25 puertos cat. 3 que enlaza con el RR.
 - Unidad libre.
 - Bandeja enracable.
 - El resto es espacio libre para la electrónica de red, para este espacio hay que dejar previsto por lo menos dos pasahilos horizontales de cepillo más.
- Suministro de Latiguillos para el parcheo en rack, tantos latiguillos de 2 metros como tomas de comunicaciones instaladas.
- Suministro de Latiguillos de 3 metros para conexión de equipos de usuario uno por cada caja de usuario instalada.
- RR. (Ver documento anexo "RR y RV")
- RV. (Ver documento anexo "RR y RV")
- Las cajas de usuario han de ser del fabricante Montajes Murcia.
- El fabricante de todo el cableado de comunicaciones ha de ser BELDEN.
- La categoría del cableado UTP a puestos ha de ser cat. 6 o Clase E.
- La categoría de los componentes para la conexión de líneas de operadora RR y RV ha de ser cat.3.
- El cable de fibra utilizado ha de ser multimodo OM3.
- Todos los componentes han de ser no apantallados y libres de halógenos.

6.2.3. CABLEADO ESTRUCTURADO

Los cables proyectados son categoría 6 en cobre, de 4 pares trenzados y cubierta no propagadora del fuego, bajo en la emisión de humos y cero halógenos sin apantallamiento (UTP). Su instalación será sobre bandeja metálica con tapa (canal) trazada por pasillos, vestíbulos y zonas comunes, que por razones operativas deben ser registrables.

El tipo de cable del presupuesto del proyecto para la ejecución del cableado estructurado del subsistema horizontal es cable de 4 pares trenzados UTP LSOH Categoría 6, 250 MHz, libre de halógenos, para distribución de Voz-Datos, de BELDEN o similar.

Para la ejecución material del punto de canalización de la instalación de comunicaciones para puesto de trabajo se ha contemplado la salida de las bandejas y la realización mediante cajas aislantes estancas y tubo aislante flexible



reforzado de 25 mm de diámetro, con conectores en acometidas a bandejas, y cajas de baquelita en recorrido empotrado o por falsos techos hasta la caja portamecanismos.

6.1. IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO

Las unidades de obra incluyen el etiquetado de los cuadros eléctricos, los módulos RJ45, cableado, latiguillos y repartidor, con etiquetas Brady, como el resto de la instalación, según la normativa ICM.

6.2. GARANTÍA DEL FABRICANTE

La garantía del fabricante de cableado estructurado de comunicaciones será por 25 años. El integrador que realice la instalación deberá gestionar con el fabricante elegido la garantía del material por un plazo de 25 años. El fabricante de los componentes de cableado ha de ser BELDEN u otro fabricante homologado por ICM.

6.3. CERTIFICACIÓN DE RED

Certificación de cumplimiento de la clase E (cat.6) de todos los componentes de la instalación. Es imprescindible que esta certificación se realice bajo la norma ISO referente a la clase E, no sobre la americana TIA cat.6. esta certificación ha de realizarse con equipo homologado tipo Fluke.

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

6.4. Criterios de diseño de icm para la red multiservicio

A continuación se incluyen los criterios de diseño específicos que se deben tener en cuenta para acometer el rediseño técnico del proyecto con el fin de alinearlos a las normas técnicas que ICM aplica a las infraestructuras de las redes multiservicio en las diferentes sedes de la Comunidad de Madrid.

Es importante señalar que, para este proyecto, ICM proveerá los suministros siguientes:

Servicios de red pública de comunicaciones.

Equipos terminales del operador: módems/router y conmutadores de acuerdo a la tecnología seleccionada.

Electrónica de la red LAN.

El resto de elementos que se señalan a lo largo del documento y que no estaban inicialmente contemplados en el presupuesto se realizarán con cargo al proyecto de remodelación del inmueble.

RED DE ACCESO

A falta de confirmación en base al replanteo correspondiente, la infraestructura de la red de acceso estará compuesta por:

Arqueta de entrada en la que confluirán las canalizaciones de todos los operadores de telecomunicaciones que dan servicio al centro, y la canalización externa que enlaza con el RTIC situado en el nuevo edificio de primaria.

Dicha arqueta será preferentemente de hormigón armado, de dimensiones interiores 600 x 600 x 800 mm, y dispondrá de cierre de seguridad, de drenaje y de dos puntos para el tendido de cables, situados a 15 cm. por encima del fondo, en paredes opuestas a las entradas de conductos.

Se ubicará en la zona exterior del centro, enterrada en la acera, a una distancia no superior a 10 m con respecto a las infraestructuras existentes de los operadores de red pública, y lo más próxima posible al edificio, con el fin de que el trazado por el dominio público sea el mínimo para poder acceder al centro,

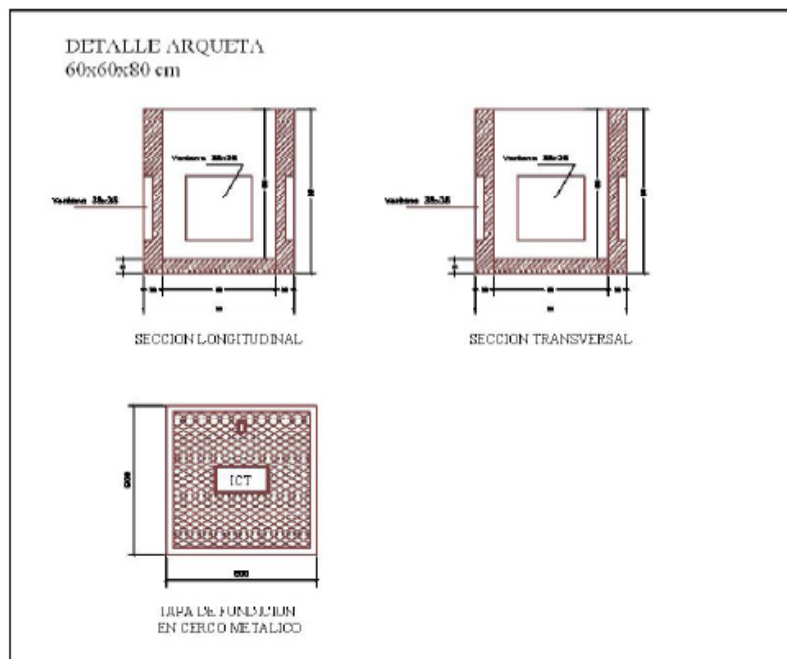


Figura 1 –Arqueta de entrada.

Arqueta de Registro de Enlace: de dimensiones interiores mínimas 400 x 400 x 400 mm. (largo x ancho x fondo). Las arquetas de registro de enlace se definen como los elementos que se intercalan en la canalización de enlace, cada 50 m de longitud como máximo en canalización subterránea y en los puntos de intersección de dos tramos rectos no alineados. Estas arquetas serán utilizadas en la canalización de enlace y en las canalizaciones de la Red de Campus.

Canalización exterior, entre la arqueta de entrada y el punto de entrada general al centro, será subterránea y estará formada por 4 tubos de PVC rígido o flexible, con estructura de doble capa exterior corrugado e interior liso, y con diámetro exterior medio de 63 mm. **En este caso, la red de acceso es compartida con la red de campus por lo que estará formada por 6 tubos. (ver plano)**

Punto de entrada general al centro ubicado en la fachada NORTE del mismo, de forma que el recorrido de la canalización de enlace interior, entre este punto y el RTIC, sea el mínimo posible.

Se realizará por medio de la perforación del muro de dicha fachada, al nivel de la planta, accediendo directamente a esta. Se realizará una perforación de dimensiones y forma necesaria para el paso de los 4 tubos de PVC de diámetro exterior de 63 mm.

Armario de registro de enlace, ubicado en la cara interior del muro de fachada perforado, en la planta. Dicho armario será de dimensiones mínimas 450 x 450 x 120 mm (alto x ancho x fondo), y a partir de él se instalará la canalización de enlace interior hasta el RTIC.

Canalización de enlace en el interior del centro, con el fin de darle continuidad a la exterior, estará formada por 4 tubos de PVC rígido o flexible, con estructura de doble capa exterior corrugado e interior liso, y con diámetro exterior medio de 63 mm.

Si esto no fuera posible, se realizará con bandeja o canal de las dimensiones suficientes, mínimo 60 x 150 mm, para alojar el cableado de al menos dos Operadores de Red Pública.

Dicha canalización discurrirá por la cara inferior del forjado superior de la planta, hasta perforar este para acceder al RTIC, y conectar con el armario de registro principal (RR).

Armario de registro principal (RR), o armario frontera, en el que se alojarán los elementos de los puntos de interconexión del Operador de Red Pública al que ICM contrate los servicios.

Dicho armario estará ubicado en el RTIC, lo más cercano posible a la entrada de la Red de Acceso de los operadores en la Sala Técnica, de manera que los cables de los operadores no tengan que recorrer el anillo perimetral para acceder al RR, y se identificará y etiquetará como RRBPO=1. Será del tipo ICT, mural y metálico, con cierre de seguridad y tablero de aglomerado de madera en la parte posterior interior, a modo de bastidor para instalar los PTR's de la RTB, y de dimensiones aproximadas 800x600x200 mm, o según presupuesto, con capacidad suficiente para albergar los PTR's necesarios para hasta 15 líneas, o las indicadas en presupuesto.

Los PTR's de la RTB serán simples o múltiples - PCR T/M13 de 15 x 19 cm - según se requiera por el tipo y la demanda final de servicios al Centro.

La conexión de salida hacia el repartidor RTBP0=1 se realizará mediante cables de 25 pares independientes.



A continuación se muestra una figura del armario de registro principal (RRBP0=1) en el cual los operadores finalizan sus acometidas de cobre al centro,

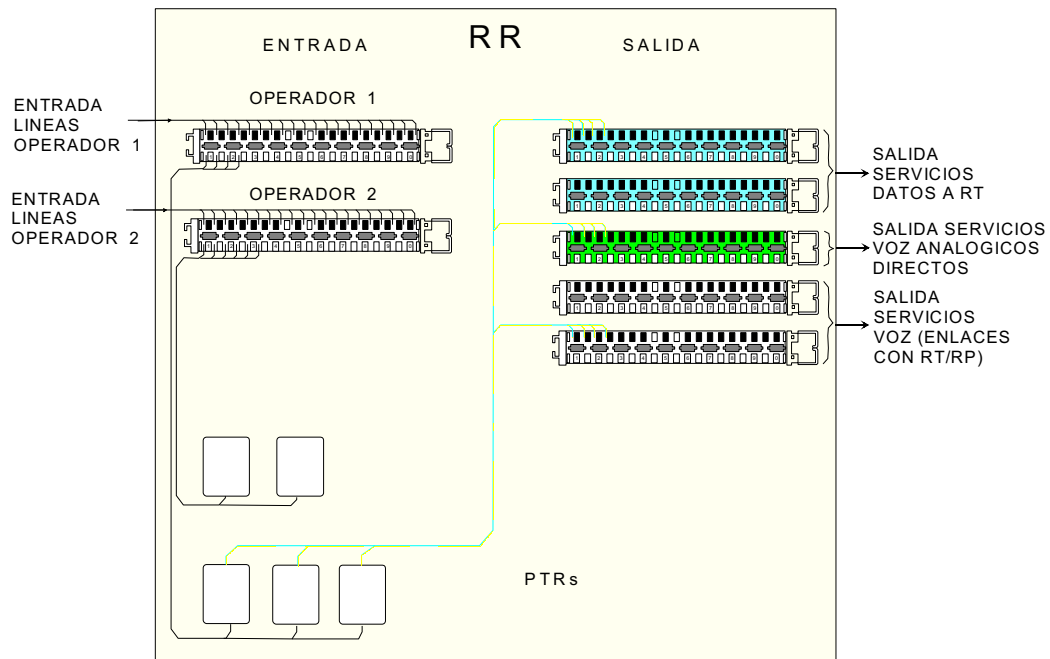


Figura 2 – Esquema de distribución tipo para armario RR sin PBX



Figura 3 – Foto de Armario RR

Armario repartidor de voz (RV), se trata de un armario en el que se realizarán las asignaciones de distribución de las líneas de voz provenientes del RR hacia la entrada de líneas de la centralita telefónica. Será el punto de retorno de las extensiones de salida de dicha centralita y el distribuidor de salida de las extensiones a los repartidores RT, RP y RE.

En el RTIC se instalará un armario metálico mural con una protección ambiental IP 40, puesta a tierra, con capacidad suficiente, para cubrir la demanda de las comunicaciones del centro, dejando una reserva para futuras ampliaciones, equipado con soporte porta regletas y carril en C, guía hilos, abrazaderas, marcos portarótulos y toma de tierra incluida. Los módulos de regleta a equipar serán de 10 pares del tipo LSA Plus.

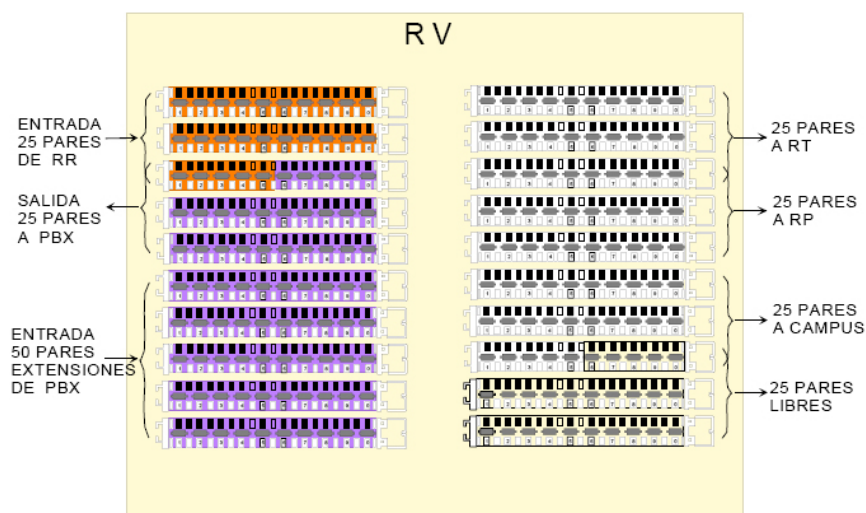


Figura 4 – Esquema tipo de Repartidor de Voz

Cableado de la red de acceso, cuyas características, según el Esquema General de la Red, que se incluye en el presente documento, dependerán de los servicios a contratar por ICM, en función de la demanda de necesidades finales de la Consejería de Educación, así como de la solución tecnológica a implantar.

La distribución de los servicios especiales (ascensores y alarmas) sobre pares de telefonía analógica, se realizará directamente desde el armario de registro principal (RRBP0=1), mediante cable UTP de 4 pares, aprovechando las canalizaciones horizontales y verticales del SCE, y finalizando en una caja de superficie 1TT con una conexión RJ11.

Los servicios de la red de datos (ADSL, MacroLan, etc.) finalizarán en una bandeja de equipos o panel de 25 puertos, según la solución de servicios finalmente adoptada por ICM, en el armario repartidor que se instalará en el RTIC en el equipo terminal que el operador instale (router ADSL, etc.).

6.4.1. ESTRUCTURA GENERAL Y TOPOLOGÍA DE LA RED

En línea con el plan de renovación tecnológica que está llevando a cabo ICM para el despliegue de redes en edificios de la Comunidad de Madrid se pretende diseñar una red integrada multiservicio, basada en un Sistema de Cableado Genérico o Estructurado (SCE), para el centro.

La tecnología que se piensa instalar en esta infraestructura es Telefonía IP (ToIP). Los elementos funcionales de los subsistemas de cableado se interconectarán para formar una topología jerárquica básica en estrella extendida o árbol-estrella. Tanto el Subsistema Troncal como el Subsistema Horizontal (que en esta configuración son uno sólo) permitirán la transmisión integrada de los servicios de voz y datos hasta los puestos de trabajo. Por tanto, los puntos de conexión a la red serán utilizados de forma indistinta para ambos servicios. Los elementos de administración de la red estarán alojados en el repartidor principal, situado en Cuarto de Instalaciones de ICM o RTIC (RTBP0=1).

Se adjunta un Esquema General de la Red, que se explica en los apartados siguientes.

ENLACE ENTRE SALAS TÉCNICAS.

Por la canalización anterior transcurrirán dos tipos de enlaces entre las dos salas técnicas (el nuevo RTIC y la actual del centro). El primero será de fibra óptica mediante cable LSZH de 6 fibras (3 circuitos dúplex) multimodo del tipo OM3, esta fibra acabará en los dos extremos en un panel para hasta 24 conectores LC dúplex, del que sólo se usarán los 3 primeros para conectar la fibra, la conexión siempre se realizará mediante fusión. El otro enlace se realizará mediante una manguera de cobre multipar de 25p LSZH; en el extremo del RTIC se conectará al RV y en el extremo del rack actual acabarán en un panel de 25 puertos cat. 3.

6.4.2. SUBSISTEMA TRONCAL EDIFICIO

Para la interconexión de repartidores en la troncal del edificio y para servicios de datos y voz sobre IP se utilizarán enlaces de fibra óptica multimodo OM3 entre el RT y los RP del mismo edificio.

En estos casos, la red troncal vertical estará formada por cables de fibra óptica ajustada multimodo OM3, con protección de interior y recubrimiento exterior ajustado de 900 µm en dos capas, de 4, 6, 8 ó 12 fibras (según Proyecto Técnico), de índice gradual, con diámetro nominal de 50/125µm y cubierta LSZH.



Los cables troncales de fibra del edificio cumplirán con las características y especificaciones técnicas presentadas en el apartado de fibras ópticas, pigtaills y latiguillos multimodo de esta norma "Tipos y Categorías de Cableado".

6.4.3. SUBSISTEMA HORIZONTAL

El Subsistema Horizontal estaría formado por cable tipo UTP de 4 pares de galga AWG 24, Cat.6 LSZH. Las prestaciones eléctricas del cable seleccionado deberán como mínimo cumplir, y se valorará que excedan, las especificaciones técnicas recogidas en la norma UNE-EN 50173-1:2009 Tecnología de la información Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales. Por consiguiente, tendrá que ser de un fabricante de reconocido prestigio en el mercado español, con referencias suficientes en proyectos de similar o superior envergadura.

Será un requisito de proyecto el que todos los elementos –paneles, cables, conectores, latiguillos- del sistema de cobre sean del fabricante BELDEN, al objeto de poder obtener la certificación y la garantía sobre el sistema y aplicaciones, durante un periodo de 25 años. Para ello, así mismo será necesario que el instalador esté homologado por el fabricante seleccionado.

6.4.4. PUESTO DE USUARIO

Según los planos del proyecto se sabe el número de puntos de conexión a red (PCR) y su distribución.

Los modelos de caja habitualmente empleados en centros gestionados por ICM son del fabricante Montajes Murcia a fin de facilitar las tareas de mantenimiento y de que, en caso de ampliación, la uniformidad de los elementos sea la mayor posible dentro de los inmuebles. No obstante, y si no fuera posible, el tipo de caja seleccionada según especificación de proyecto eléctrico puede resultar válido siempre y cuando tenga las siguientes características:

Caja aislante de empotrar en pared de 2 o 3 módulos (según tipo de caja) para mecanismos dobles de 90x45 mm, conteniendo 2 o 4 tomas de corriente dobles con dispositivo de seguridad para protección infantil y piloto indicador de tensión [1 de 2(2x16A+TTL) blanca para circuitos de usos varios y 1 de 2(2x16A+TTF)) roja para usos informáticos], 1 tabique separador de cables con tornillo y cable de derivación a tierra y 1 tapa doble para el módulo libre destinado a cableado estructurado, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, etc. Deben disponer de visera guardapolvos para los módulos RJ45

Figura 6 – Modelo de caja TIPO A propuesta en proyecto para aulas de primaria.

Para garantizar que todo el sistema instalado cumple con los requisitos exigibles a la categoría 6, de acuerdo con la norma española anteriormente citada, todos los módulos hembra RJ45 y placas instaladas en las cajas y en los paneles de conexión serán del mismo fabricante que suministrará el Sistema de Cableado Estructurado, de modo que se pueda certificar todo el conjunto instalado y obtener la garantía del enlace/canal de un mismo fabricante (25 años).

- PUESTOS DE USUARIO. Han de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones y 2 tomas de corriente (2TT+2EE).
- PUESTOS PARA AP's. Han de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones (2TT).
- Tomas especiales, para ascensor y alarmas han de ser mínimo con una toma de comunicaciones (1TT)
- PUESTO EN RTIC. Ha de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones y 2 tomas de corriente (2TT+2EE).

6.4.5. ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Por las razones anteriormente expuestas la instalación de paneles de parcheo para voz y para datos debe ser del mismo fabricante que el resto del sistema de modo que se pueda asegurar la certificación y garantía de la totalidad de la instalación. En este caso, los elementos de conexión que equipan los armarios tendrán las características técnicas siguientes:

Paneles repartidores del subsistema horizontal (puertos equipados con módulo RJ45 y conectados; puertos equipados y sin conectar): totalmente cargado para montaje en rack de 19" de 1 U de altura y 24 puertos RJ45 Cat. 6. El panel debe tener la posibilidad de etiquetado de los puertos en su frontal. Los módulos RJ45 deberán cumplir la Norma UNE EN 50173 -1 (2009).

Panel repartidor de voz (Para terminación de líneas de pares de cobre directamente desde el RRBPO=1), totalmente cargado para montaje en rack de 19" 1 U de altura y 25 puertos RJ45 Cat.3. La instalación debe incluir el tendido y conexionado de la manguera de 25 pares entre el armario RRBPO=1 y el panel de categoría 3 del armario repartidor, que se denominará RTBP0=1.1.

Panel repartidor de datos (Para terminación de líneas de pares de cobre directamente desde el RRBPO=1), totalmente cargado para montaje en rack de 19" 1 U de altura y 25 puertos RJ45 Cat.3. La instalación debe incluir el tendido y conexionado de la manguera de 25 pares entre el armario RRBPO=1 y el panel de categoría 3 del armario repartidor, que se denominará RTBP0=1.1.



Paneles de Fibra Óptica: Paneles de fibra óptica del Subsistema Trocal de Campus o Principal, de interconexión entre el RT y los RE y/o RP de los distintos edificios que conforman el centro.

Cada puerto deberá estar claramente identificado tanto en la parte frontal, como posterior y se podrán enumerar individualmente. Las instalaciones donde se requiera puesta a tierra, podrán ser realizadas simplemente seleccionando un par común a lo largo de todo el panel. El panel debe venir provisto con el kit de fijación y de conexión a tierra.

Latiguillos de parcheo modulares:

Para datos/Telefonía IP, RJ45-RJ45 UTP Cat.6 de 4 pares, 24 AWG sólido de 2 m de longitud. Los latiguillos y conectores a suministrar serán del mismo fabricante que el resto del cableado.

Pasahilos horizontales: de 1U de altura para el encaminamiento y organización del cableado y latiguillos, montaje en rack de 19". Se utilizarán "pasahilos de cepillo" de marco abierto colocados con la abertura hacia arriba para permitir su montaje y desmontaje sin necesidad de desconectar los latiguillos de parcheo. Dependiendo del tipo de paneles a utilizar el pasahilos podrá estar incorporado en el mismo bastidor.

El número de pasahilos está por determinar, dependiendo de la electrónica enracable a instalar.

Bandejas telescópicas: para la electrónica de red no enracable y los equipos terminales de los Operadores de Telecomunicaciones. En el caso de que se instalen Líneas MacroLAN, lo aconsejable es prever una segunda bandeja, para así separar estos elementos del resto.

Conexiones especiales: aquellas líneas de operadora que se conectan directamente a operadora como puede ser la central de alarmas y el ascensor. En estos casos se deja una toma 1TT conectado directamente al RR sin pasar por el rack, en estos casos se conectarán sólo 2 pares de los 4 del cable UTP.

6.4.6. ADMINISTRACIÓN DE LA RED

Será objeto del contrato la identificación, etiquetado y, en su caso el registro, de todos los elementos que forman la red multiservicio (equipos y elementos), así como los elementos relativos a las instalaciones eléctricas asociadas a la red de comunicaciones. En el momento que corresponda ICM proporcionará al contratista la normativa técnica específica aplicable a esta instalación.

6.4.7. MEDIDAS, GARANTÍA Y CERTIFICACIÓN DE LA RED

Una vez finalizados los trabajos se realizarán las pruebas para comprobar el estado de las instalaciones conforme a la normativa técnica vigente en ICM y los estándares que rigen los Sistemas de Cableado Estructurado. El resultado final de las medidas efectuadas por el contratista será entregado al fabricante del sistema al objeto de obtener la certificación preceptiva de la red instalada y la garantía del sistema y las aplicaciones por un periodo de 25 años. En el momento que corresponda ICM entregará al contratista la norma citada.

La realización de la documentación *as built* de la instalación será según la norma de documentación de ICM.



D.22 Seguridad

Para garantizar la seguridad de los edificios se instalan detectores de presencia en vestíbulos y distribuidores y alarma de seguridad conectada a central de alarmas.

D.23 Protección contra incendios

Para la protección contra incendios de la fase II se ha previsto un sistema de extinción formado por los siguientes elementos:

- Extintores portátiles
- Bocas de Incendio Equipadas
- Sistemas de Detección
- Instalación de alarma
- Señalización

Extintores Portátiles

La separación máxima hasta cualquiera de ellos, desde todo origen de evacuación, ha de ser inferior a 15 m, y en las zonas de riesgo especial se deberá disponer de otro extintor según la sección SI4 del CTE DB-SI. Su eficacia mínima será 21A-113B, la cual sólo se alcanza con extintores de polvo ABC 34A-233B de capacidad mínima 6 kg. Los extintores de CO₂ 89B se instalarán como complemento a los anteriores, de 5 Kg. Todos ellos irán colgados de modo que su extremo superior quede a una altura sobre el suelo siempre inferior a 1,70m y en lugares visibles.

Señalización: deben señalarse todas las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1; así como los recorridos de evacuación, incluyendo la situación de las distintas vías y salidas mediante señales definidas en la norma UNE 23034:1988.

Bocas de Incendio Equipadas

Existe una red de incendios en el edificio, por lo que se aprovecharán las instalaciones existentes en cuanto a aljibe y grupos de presión.

Se conectará una red de Bies a la bomba existente, siendo el número de BIEs instaladas en la fase II de 5, 2 de ellas en el gimnasio, 1 en la zona de infantil, 1 en la zona de aulas específicas y otra en la planta sótano de la zona de primaria.

Las BIES de 25 mm dispondrán de armario (opcional), devanadera con abastecimiento axial, válvula de cierre manual o automática, manguera semirígida de 25 mm, lanza-boquilla con cierre y, si procede, un dispositivo de cambio de dirección de la manguera.

La red de tuberías será de acero, convenientemente protegido frente a la corrosión

- Estarán situadas a menos de 5 m de las salidas de cada sector de incendio.
- El radio de acción de una BIE es igual a la longitud de la manguera más 5 m. Todo el sector debe estar cubierto al menos por una BIE.
- La separación máxima entre BIES será de 50 m.
- La distancia máxima desde cualquier punto hasta la BIE más próxima será de 25 m.
- Con las dos BIES hidráulicamente más desfavorables en funcionamiento, se debe mantener durante una hora una presión mínima en punta de lanza de 2 bar. La presión máxima será de 5 bar. En establecimientos industriales con riesgo intrínseco alto la simultaneidad de funcionamiento será de 3 BIES y la autonomía de 90 minutos.
- Las BIES se colocarán con el lado inferior de la caja que las contenga a 120 cm del suelo. La caja tendrá unas dimensiones de 80x60x25 cm. En la tapa se rotulará, de color rojo, la siguiente inscripción: ROMPASE EN CASO DE INCENDIO.
- Se deberá mantener alrededor de cada boca de incendio equipada una zona libre de obstáculos que permita el acceso y maniobra sin dificultad.
- La disposición más adecuada es en los distribuidores, cruces de circulaciones en pasillos, accesos a escaleras, etc, de manera que posibiliten una actuación del tipo cruzado, es decir, según el mayor ángulo de apertura posible.
- Entre la toma de la red general y el pie de la columna se instalará una llave de paso y una válvula de retención.
- Se dispondrá además, en la fachada del edificio, una toma que permita la alimentación de la instalación por medio del tanque de bomberos, en caso de corte de suministro en la red general. Dicha canalización llevará una llave de paso y una válvula de retención.
- No se instalarán más de 4 equipos por planta alimentados por la misma columna.
- La columna alimentará además a uno o varios depósitos de 4 m³ de capacidad total, situados como mínimo 3 m por encima del equipo más elevado. Estarán provistos de llave de paso en su entrada y válvula de retención a la salida.
- En la derivación, desde la columna hasta los ramales, se instalará una llave de paso.



- Si la presión y/o caudal de suministro son insuficientes se intercalará en el distribuidor un depósito de 18 m³, un grupo motobomba y otro de presión. El grupo motobomba suministrará el caudal necesario para abastecer la instalación con la presión necesaria en pie de columna. El grupo de presión se colocará en paralelo con el grupo motobomba, permitiendo suplir las pequeñas pérdidas de carga.
- Se exige una prueba de estanquidad a una presión estática igual a la presión de servicio. La mínima presión de prueba será de 10 bar.

Los cálculos son los siguientes.

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$H = Z + (P/g) ; g = r \times g ; H1 = H2 + hf$$

Siendo:

H = Altura piezométrica, energía por unidad de peso (mca).

z = Cota (m).

P/g = Altura de presión (mca).

g = Peso específico fluido.

r = Densidad fluido (kg/m³).

g = Aceleración gravedad. 9,81 m/s².

hf = Pérdidas de altura piezométrica, energía por unidad de peso (mca).

a) Tuberías y válvulas.

$$H_i - H_j = h_{ij} = r_{ij} \times Q_{ijn} + m_{ij} \times Q_{ij}^2$$

Darcy - Weisbach :

$$r_{ij} = 109 \times 8 \times f \times L \times r / (p^2 \times g \times D5 \times 1000) ; n = 2$$

$$m_{ij} = 106 \times 8 \times k \times r / (p^2 \times g \times D4 \times 1000)$$

$$Re = 4 \times Q / (p \times D \times n)$$

$$f = 0.25 / [\lg 10(e / (3.7 \times D) + 5.74 / Re^{0.9})]^2$$

Hazen - Williams :

$$r_{ij} = 12,171 \times 109 \times L / (C1,852 \times D4,871) ; n = 1,852$$

$$m_{ij} = 106 \times 8 \times k / (p^2 \times g \times D4)$$

b) Bombas-Grupos de presión.

$$h_{ij} = -w^2 \times (h_0 - r_b \times (Q/w)^{n_b})$$

Siendo:

f = Factor de fricción en tuberías (adimensional).

L = Longitud equivalente de tubería (m).

D = Diámetro de tubería o válvula (mm).

Q = Caudal (l/s).

e = Rugosidad absoluta tubería (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

n = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

k = Coeficiente de pérdidas en válvula (adimensional).

w = Coeficiente de velocidad en bombas (adimensional).

h₀ = Altura bomba a caudal cero (mca).

r_b = Coeficiente en bombas.

n_b = Exponente caudal en bombas.

c) BIES.

$$Q(l/min) = KBIE \times \ddot{O}P_{ma}(bar)$$

$$Q(l/min) = Kboq \times \ddot{O}P_{boq}(bar)$$

KBIE = Coeficiente de caudal BIE.

Kboq = Coeficiente de caudal boquilla.

Cálculo por: Hazen - Williams

Pérdidas secundarias: 20 %

Velocidad máxima: 10 m/s

Presión dinámica mínima:

BIE; P_{mínima-boquilla}(bar): 2 ; P_{máxima-boquilla}(bar): 5

HIDRANTE EXTERIOR; P_{mínima}(bar): 5

ROCIADOR AUTOMÁTICO; P_{mínima}(bar):

LIGERO: 0,7 ; ORDINARIO: 0,57 ; EXTRAORDINARIO: 0,5



Zona de Primaria, infantil y aulas específicas.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Material	C	Q(l/s)	Dn(mm)	Dint(mm)	hf(mca)	V(m/s)
2	2	3		Bomba		3,3128			-57,22	
3	3	4				3,3128	40	41,9	0,16	2,4*
4	4	5	15	Acero	120	3,3128	40	41,9	3,561	2,4
5	5	6	17	Acero	120	0	32	36	0	0
6	5		23,02	Acero	120	1,7218	40	41,9	1,626	1,25
10	11	12	45,66	Acero	120	1,591	32	36	5,837	1,56
11	12	13	0,72	Acero	120	1,591	32	36	0,092	1,56
9	30	3	3	Acero	120	-1,7218	40	41,9	0,212	1,25
8	10	11	0,22	Acero	120	1,7218	32	36	0,033	1,69
7	30	10	18,34	Acero	120	1,7218	40	41,9	1,295	1,25
6	6	7	0,55	Acero	120	0	32	36	0	0
12	14	5	0,21	Acero	120	-1,591	32	36	0,027	1,56
13	14	11	3	Acero	120	1,591	32	36	0,383	1,56
14		3	2,23	Acero	120	1,7218	40	41,9	0,158	1,25
15		16	14,42	Acero	120	0	32	36	0	0
16	10	17	8,95	Acero	120	0	40	41,9	0	0

Nudo	Cota(m)	Factor K	φ(mm)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Pdinám. (bar)	Pboquilla (bar)	Caudal (l/s)	Caudal (l/min)
2	3			13	10	0,98		-3,313	-198,77
3	3			70,22	67,22	6,59		0	0
4	6			70,06	64,06	6,28		0	0
5	6			66,5	60,5	5,931		0	0
	6			64,87	58,873	5,772		0	0
3	6			64,72	58,716	5,756		0	0
11	9			66,09	57,089	5,597		0	0
13	7,5	42	BIE 25	60,16	52,66*	5,163*	2	1,591	95,461
12	7,5			60,25	52,752	5,172		0	0
11	1,5	42	BIE 25	63,18	61,676	6,047	2,342	1,722	103,31
10	1,5			63,21	61,708	6,05		0	0
30	3			64,5	61,504	6,03		0	0
7	4,5	42	BIE 25	66,5	62	6,078		0	0
6	4,5			66,5	62	6,078		0	0
14	6			66,47	60,473	5,929		0	0
16	4,5	42	BIE 25	64,87	60,373	5,919		0	0
17	0	42	Previ BIE 25	63,21	63,208	6,197		0	0

Sistemas de detección

En previsión de que con el proyecto de la fase III se superen los 5.000 m² de superficie, se ha previsto dotar al centro de detectores en todas sus estancias. Se ha constituido varios sectores de incendio, polideportivo, Ampliación Primaria y Aulas Específicas, todos ellos marcados en planos y se dará cumplimiento a las condiciones exigidas en el Documento Básico SI de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.



Docente

Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽⁴⁾

Instalación de alarma

Pulsadores.

Para la distribución de pulsadores se tendrán en cuenta las siguientes reglas dadas por UNE-23007-14:

- Los pulsadores se han situado de forma que no haya que recorrer más de 25 metros para alcanzar uno de ellos. En los locales en los que los usuarios puedan ser disminuidos físicos, esta distancia debe ser reducida.
- Como norma general los pulsadores de alarma deben situarse en las rutas de salida de emergencia, junto a cada puerta de acceso a las escaleras de emergencia (en el interior o en el exterior) y cada salida al aire libre.
- Debido a que el edificio es accesible para minusválidos y cumpliendo con el CTE DB SUA, se fijan a una distancia del suelo comprendida entre los 0.8 metros y los 1,2 metros.

Sirenas

Se ha previsto instalar sirenas acústicas para la transmisión de las señales de alarma. Las sirenas estarán conectadas a la línea de detección a través de un módulo de salida vigilada, permitiéndose su activación diferenciada, si bien, ésta será generada voluntariamente desde el puesto de control.

- El nivel sonoro de la alarma debe de ser como mínimo de 65 dB(A), o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier sonido que previsiblemente pueda durar más de 30s.
- Este nivel mínimo debe garantizarse en todos los puntos del recinto.
- El nivel sonoro no deberá superar los 120 dB(A) en ningún punto situado a más de 1 m. del dispositivo.

Señalización

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores y pulsadores manuales de alarma) se señalizan con carteles normalizados de dimensiones según la norma UNE 23033-1, cuyo tamaño dependerá de la distancia de observación a la misma, según lo siguiente:

- 210x210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- 420x420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594x594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m;

Las señales son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.



MC7 URBANIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO DEPORTIVO EXTERIOR

D.25 Urbanización

Se realizará el cerramiento de la parte de la parcela indicada en los planos y que abarca la zona de implantación de la nueva plataforma donde se ubican las pistas deportivas y el gimnasio. También se modifica el acceso a la zona infantil existente desde la calle Manuel Gutierrez Mellado. Dicho cerramiento se realizará igual al existente, con una parte de muro ciego de hormigón de 90 cm., sobre el que se colocará la cerrajería, consiguiendo así un cerramiento de parcela de 2,20 metros de altura total (ver detalle en plano 3U03). Dada las pendientes de las calles, el cerramiento se escalona para no superar la altura del muro ciego ni la total del cerramiento. Se ejecutará un nuevo acceso peatonal para la zona infantil desde la Calle Manuel Gutierrez Mellado, así como para el nuevo gimnasio desde la Calle Félix Candela.

Se instalará un cerramiento de malla de doble torsión en el interior de la parcela que delimita la zona sin intervenir de la futura fase III.

Se dispondrán la plataforma necesaria a la cota 661.09 para la adecuada implantación del edificio del gimnasio y la pista deportiva; la plataforma a la cota 665.59 para la ampliación de la zona infantil y a la cota 657.19 para el nuevo edificio de primaria. Dichas plataformas se ejecutarán con muros de contención según planos.

Se demolerá el solado grafiado en planos del acceso a infantil existente.

Se pavimentarán las aceras y espacios exteriores que rodean los edificios según planos con hormigón impreso a igualar con el actual.

Se dispondrá alumbrado exterior en las aproximaciones y accesos a los edificios, según la distribución y especificaciones indicadas en plano de iluminación, mediante proyectores, luminarias de pared y apliques.

Se dispondrán dos zonas ajardinadas con talud inclinado y equipadas con sistema de riego, donde se replantarán árboles tipo castaño y tilo.

Las Barandillas serán de reja trenzada en la rampa de acceso a infantil y la escalera de la zona de primaria.

El pasamanos estará a una altura de 1m., se dispondrá otro pasamanos a altura de 0,70m., según se especifica en el DB-SUA 4.2.4, y se prolongan 30 cm en arranque y fin.

D.26 Espacios de juego y deportivos

La pista deportiva se sitúa en la plataforma 661.09 en el espacio libre entre el gimnasio y el edificio existente.

La pista deportiva se pavimentará con pavimento deportivo de aglomerado asfáltico en caliente.

El Equipamiento se instalará de acuerdo a normas NIDE.

Firma de la Memoria Constructiva y de Cálculo

Madrid, Septiembre 2.017

El Arquitecto

Fdo.: D. Martín Collantes Sauca

Oficina Técnica Arquitectura e Ingeniería 4Real