



I MEMORIA

Tomo 1/5

INDICE GENERAL DEL PROYECTO

tomo 1

I MEMORIA

MD-memoria descriptiva.

MD1 Datos básicos

MD2 Información previa

MD3 Descripción del proyecto

MC-memoria constructiva y de cálculo

MC0 Actuaciones previas

MC1 Sustentación del edificio (cimentación y saneamiento)

MC2 Sistema estructural

MC3 Sistema envolvente

MC4 Sistema de compartimentación

MC5 Sistema de acabados

MC6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

MC7 Urbanización y equipamiento deportivo exterior

MA-memoria administrativa

MJ- memoria justificativa de cumplimiento de normativa

AM-anejos memoria

AM0 Cálculo de instalaciones

AM1 Cálculo de estructuras

AM2 Calificación energética

AM3 Estudio de gestión de residuos de construcción y/o demolición

AM4 Normativa de Obligado Cumplimiento

AM5 Memoria obtención de calidad en materiales y procesos

AM6 Instrucciones sobre uso, conservación y mantenimiento

AM7 Normas de actuación en caso de siniestro o emergencia

tomo 2

AM8 Estudio de seguridad y salud

tomo 3

AM9 Estudio geotécnico y topográfico

AM10 Inventario de arbolado afectado

AM11 Plan de control de calidad

AM12 Planning de obra

tomo 4

II PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

tomo 5

III MEDICIONES Y PRESUPUESTO

IV PLANOS



Dirección General de Infraestructuras y Servicios
**CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y
UNIVERSIDADES**

Comunidad de Madrid

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

**18 AULAS DE PRIMARIA + BIBLIOTECA + 2
AULAS DE DESDOBLE + 2 AULAS DE PEQUEÑO
GRUPO + PISTA DEPORTIVA EN EL C.E.I.P.
MARUJA MALLO DE MÓSTOLES.**

SITUACIÓN

Avenida de la Osa Menor, s/n. 28938 Móstoles, Madrid

PROPIEDAD

D.G. Infraestructuras y Servicios de la
**CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y UNIVERSIDADES**
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

ARQUITECTO

Lola Miñarro Gaitán

FECHA

febrero 2024





INDICE DE LA MEMORIA

MD-MEMORIA DESCRIPTIVA

MD1- DATOS BÁSICOS

- A.1 Objeto del proyecto
- A.2 Promotor, autor del proyecto y colaboradores
- A.3 Declaración de obra completa
- A.4 Coordinación de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto

MD2- INFORMACIÓN PREVIA

- B.1 Situación y emplazamiento
- B.2 Datos del solar

MD3- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- C.1 Descripción funcional
- C.2 Descripción formal
- C.3 Solución proyectada. Programa de necesidades. Superficies
- C.4 Descripción económica, datos económicos y calendario de obras e inversiones
- C.5 Certificado de viabilidad geométrica y normativa urbanística.
- C.6 Certificado de cumplimiento de la Normativa Urbanística
- C.7 Firma de la memoria

MC- MEMORIA CONSTRUCTIVA Y DE CÁLCULO

- MC0 Actuaciones previas
- MC1 Sustentación del edificio (cimentación y saneamiento)
- MC2 Sistema estructural
- MC3 Sistema envolvente
- MC4 Sistema de compartimentación
- MC5 Sistema de acabados
- MC6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones
- MC7 Urbanización y equipamiento deportivo exterior

MA- MEMORIA ADMINISTRATIVA

- 1 Objeto del contrato
- 2 Clasificación del tipo de obra
- 3 Clasificación del contratista. Grupo Subgrupo Categoría
- 4 Procedimiento y forma de adjudicación del contrato de obra
- 5 Plan de obra, programa de trabajo y plazo de ejecución
- 6 Recepción y plazo de garantía
- 7 Fórmula de revisión de precios
- 8 Artículo 144 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- 9 Normas de obligado cumplimiento

MJ-MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

- MJ1 SE Seguridad estructural
- MJ2 SI Seguridad en caso de incendio
- MJ3 SUA Seguridad de utilización y accesibilidad
- MJ4 HS Salubridad
- MJ5 HR Protección frente al ruido
- MJ6 HE Ahorro de energía

AM-ANEJOS MEMORIA

- AM0 Cálculo de instalaciones
- AM1 Cálculo de estructuras
- AM2 Calificación energética
- AM3 Estudio de gestión de residuos de construcción y/o demolición
- AM4 Normativa de obligado cumplimiento
- AM5 Memoria obtención de calidad en materiales y procesos
- AM6 Instrucciones sobre uso, conservación y mantenimiento
- AM7 Normas de actuación en caso de siniestro o emergencia
- AM8 Estudio de seguridad y salud
- AM9 Estudio geotécnico y topográfico
- AM10 Inventario de arbolado afectado
- AM11 Plan de control de calidad
- AM12 Planning de obra



AM anejos memoria

AMO CALCULO DE INSTALACIONES

1.- Saneamiento horizontal y evacuación de aguas

1. ANTECEDENTES

Se pretende la ampliación del edificio de primaria. Las nuevas instalaciones tendrán un sistema de saneamiento y evacuación de aguas separativo que acometerá a la red general existente.

En el exterior del edificio se ha previsto un drenaje perimetral, conectado a la red de pluviales

2.- SISTEMA ELEGIDO

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, 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 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 van separadas. La red vertical de pluviales discurre por el interior de las fachadas, en mochetas, en los sitios indicados en planos.

En la medida de lo posible las dos redes horizontales discurrirán por el exterior de los edificios, recogiendo perimetralmente todas las salidas de aseos y bajantes de pluviales y fecales.

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 general de la parcela.

3.- DESAGÜES DE APARATOS SANITARIOS.

Los desagües de todos los aparatos sanitarios se han proyectado en tubería de P.V.C. 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 C.T.-DB-HS.5, 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
Urinario	-	2	-	40
Suspendido	-	3,5	-	-
En batería	3	6	40	50
Fregadero	-	2	-	40
De cocina	3	-	40	-
De laboratorio, restaurante, etc.	-	-	-	100
Lavadero	-	0,5	-	25
Vertedero	-	3	40	50
Fuente para beber	1	6	40	50
Sumidero sifónico	3	-	100	-
Lavavajillas	3	-	100	-
Lavadora	7	-	100	-
Cuarto de baño	6	-	100	-
Inodoro con cisterna	8	-	100	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	6	-	100	-
Cuarto de aseo	8	-	100	-
Inodoro con cisterna	-	-	-	-
(lavabo, inodoro y ducha)	-	-	-	-

El número de aparatos a desaguar es el siguiente:

17 inodoros (85 uds)

31 lavabos (62 uds)

12 urinarios (48 uds)

Todo ello supone un total de 195 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 de la planta baja, con una pendiente mínima del 2.0 % y máxima del 10 %.

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

4.- CANALONES Y BAJANTES

Son cubiertas planas y se recogerá con sumideros sifónicos.

Se dimensionan estos canalones de acuerdo con el C.T.E. DB HS 5: la zona pluviométrica A, la superficie de los faldones de la cubierta y pendiente del 2%.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Las bajantes de pluviales serán de tubería de P.V.C. de ϕ 110 mm. con piezas de derivación del mismo material, 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

El edificio tiene una superficie cubierta de 960 m² y esta cubierta por 12 bajantes

5.- 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. 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 van 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 se dispondrán cierres hidráulicos.

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 %.

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

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 son de 110 y 200 mm. según se indica en los planos correspondientes (se adopta este diámetro mínimo debido a consideraciones de tipo práctico y de mantenimiento).

Los diámetros de los colectores de pluviales varían desde 110 mm. hasta 200 mm) según se indica en los planos correspondientes (se adopta este diámetro mínimo por el mismo motivo comentado anteriormente).

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

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 y la realidad de los trazados existentes.

6.- 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 (todas ellas de 51x51 y 63x63 cm.).

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.).

7.- EXTERIOR DEL EDIFICIO

En el exterior del edificio perimetralmente, se ha previsto un drenaje perimetral, conectado a la red de pluviales.

8.- 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.

9.- 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.



2.- Instalación de fontanería

1. ANTECEDENTES

La nueva instalación se conectará con la existente.

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.

2.- 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).

3.- DESCRIPCION DE LA INSTALACION

La instalación se hará prolongando la red interior existente.

La red general interior discurre por techo de planta baja, hasta los núcleos sanitarios, utilizando los soportes apropiados. En cada núcleo se instalan las llaves de corte correspondientes.

HS 4: Proyecto de instalación de suministro de agua

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del CTE DB HS4.

1.2.- Legislación aplicable

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el CTE DB HS4 'Suministro de agua'.

1.3.- Descripción de la instalación

1.3.1.- Descripción general

Tipo de proyecto: Edificio de uso docente.

1.4.- Características de la instalación

1.4.1.- Acometidas

Circuito más desfavorable

- Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 1,69 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 50 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1 1/2" de diámetro con mando de cuadrado colocado mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 40x40x40 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

1.4.2.- Tubos de alimentación

Circuito más desfavorable

- Instalación de alimentación de agua potable de 1,01 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, 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.

1.4.3.- Instalaciones particulares

Circuito más desfavorable

- Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 16 mm (6.78 m), 20 mm (1.76 m), 25 mm (2.49 m), 32 mm (9.81 m), 40 mm (3.61 m), 50 mm (56.00 m).

2.- CÁLCULOS

2.1.- Bases de cálculo

2.1.1.- Redes de distribución

2.1.1.1.- Condiciones mínimas de suministro

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato		Q _{min} AF (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Inodoro con cisterna		0.10	-
Lavabo con grifo monomando (agua fría)		0.10	-
Urinario con grifo temporizado		0.15	-
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P _{min}	Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 50 m.c.a.

2.1.1.2.- Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción

$$\lambda = 0,25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

siendo:

ε : Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga

$$J = f(Re, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

Re: Número de Reynolds

ε_r : Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

Montantes e instalación interior

$$Q_c = Q_t$$

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

$$Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41 \text{ (l/s)}$$

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

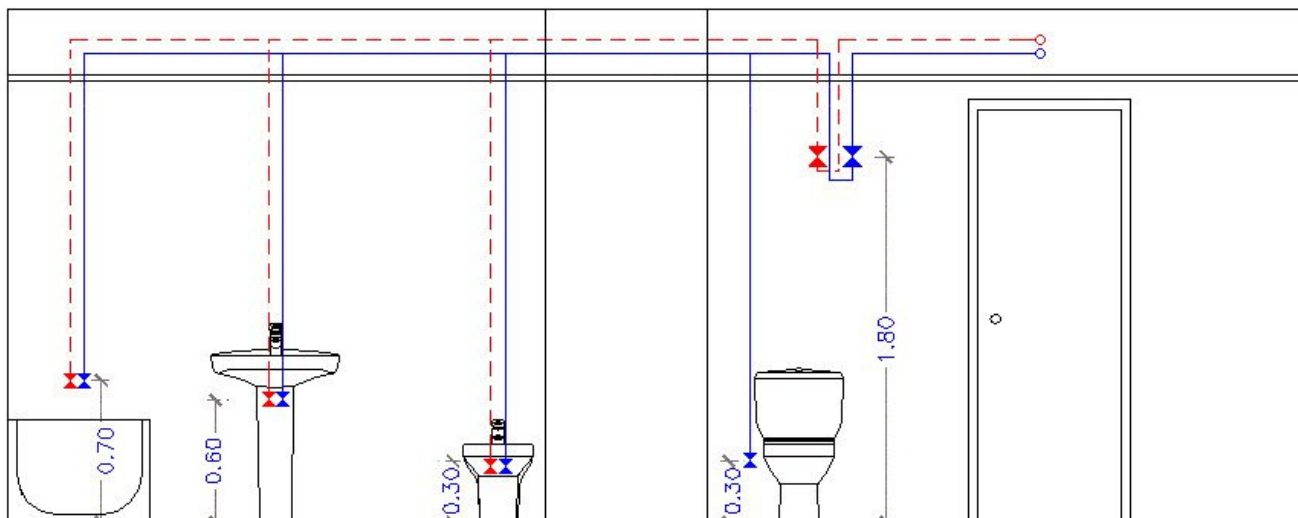
- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.
- obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

2.1.1.3.- Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

2.1.2.- Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace



Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

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)
Inodoro con cisterna	---	16
Lavabo con grifo monomando (agua fría)	---	16
Urinario con grifo temporizado	---	16

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

2.1.3.- Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

2.1.3.1.- Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

2.1.3.2.- Grupo de presión

Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

El volumen del depósito se ha calculado en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

siendo:

V: Volumen del depósito [l]

Q: Caudal máximo simultáneo [dm³/s]

t: Tiempo estimado (de 15 a 20) [min.]

Cálculo de las bombas

El cálculo de las bombas se ha realizado en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la bomba (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso, la presión es función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.

El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se ha determinado en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm³/s, tres para caudales de hasta 30 dm³/s y cuatro para más de 30 dm³/s.

El caudal de las bombas es el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y es fijado por el uso y necesidades de la instalación.

La presión mínima o de arranque (Pb) es el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

Cálculo del depósito de presión

Para la presión máxima se ha adoptado un valor que limita el número de arranques y paradas del grupo prolongando de esta manera la vida útil del mismo. Este valor está comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.

El cálculo de su volumen se ha realizado con la fórmula siguiente:

$$V_n = P_b \times V_a / P_a$$

siendo:

Vn: Volumen útil del depósito de membrana [l]

Pb: Presión absoluta mínima [m.c.a.]

Va: Volumen mínimo de agua [l]

Pa: Presión absoluta máxima [m.c.a.]

2.2.- Dimensionado

2.2.1.- Acometidas

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	1.69	2.03	6.60	0.59	3.91	0.30	44.00	50.00	2.57	0.31	29.50	28.89
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

2.2.2.- Tubos de alimentación

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
2-3	0.54	0.65	6.60	0.59	3.91	-0.30	53.10	50.00	1.77	0.04	24.89	25.15
3-4	0.47	0.56	6.60	0.59	3.91	0.00	53.10	50.00	1.77	0.03	44.71	44.17
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

2.2.3.- Grupos de presión

Grupo de presión de agua, modelo AP-A/8-4 VV "EBARA", formado por: cuatro bombas centrífugas multicelulares, de hierro fundido, CVM A/8, con una potencia de 0,6x4 kW, equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante), bancada metálica común para bomba y cuadro eléctrico, depósito de membrana, de chapa de acero de 50 l, cuadro eléctrico, soporte metálico para cuadro eléctrico (3).

Cálculo hidráulico de los grupos de presión							
Gp	Q _{cal} (l/s)	P _{cal} (m.c.a.)	Q _{dis} (l/s)	P _{dis} (m.c.a.)	V _{dep} (l)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3	3.91	19.56	3.91	19.56	50.00	25.15	44.71
Abreviaturas utilizadas							
Gp	Grupo de presión			P _{dis}	Presión de diseño		
Q _{cal}	Caudal de cálculo			V _{dep}	Capacidad del depósito de membrana		
P _{cal}	Presión de cálculo			P _{ent}	Presión de entrada		
Q _{dis}	Caudal de diseño			P _{sal}	Presión de salida		

2.2.4.- Instalaciones particulares

2.2.4.1.- Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
4-5	Instalación interior (F)	0.38	0.45	6.60	0.59	3.91	0.00	40.80	50.00	2.99	0.10	44.17	43.07
5-6	Instalación interior (F)	26.14	31.36	6.60	0.59	3.91	0.00	40.80	50.00	2.99	6.95	43.07	36.12
6-7	Instalación interior (F)	1.85	2.22	4.20	0.73	3.07	0.00	40.80	50.00	2.35	0.31	36.12	35.81
7-8	Instalación interior (F)	27.64	33.16	4.00	0.75	2.99	0.00	40.80	50.00	2.29	4.44	35.81	31.37
8-9	Instalación interior (F)	3.61	4.34	2.40	0.90	2.16	0.00	32.60	40.00	2.59	0.97	31.37	30.40
9-10	Instalación interior (F)	9.81	11.77	1.30	1.00	1.30	7.80	26.20	32.00	2.41	3.01	30.40	19.59
10-11	Instalación interior (F)	2.49	2.99	1.10	1.00	1.10	0.00	20.40	25.00	3.37	1.95	19.59	17.64
11-12	Instalación interior (F)	0.77	0.92	0.70	1.00	0.70	0.00	16.20	20.00	3.40	0.82	17.64	16.33
12-13	Cuarto húmedo (F)	0.99	1.19	0.70	1.00	0.70	0.00	16.20	20.00	3.40	1.05	16.33	15.27
13-14	Cuarto húmedo (F)	3.01	3.61	0.30	1.00	0.30	0.00	12.40	16.00	2.48	2.49	15.27	12.78
14-15	Puntal (F)	3.77	4.52	0.15	1.00	0.15	-3.10	12.40	16.00	1.24	0.88	12.78	15.00

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
Abreviaturas utilizadas													
T _{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D _{int}	Diámetro interior						
L _r	Longitud medida sobre planos					D _{com}	Diámetro comercial						
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})					v	Velocidad						
Q _b	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P _{ent}	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)					P _{sal}	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Uqt): Urinario con grifo temporizado													

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Ejecución

La instalación de suministro de agua 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 la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

3.1.1.- Redes de tuberías

Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua suministrada respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE EN 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protecciones

– Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos y curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 'Incompatibilidad de materiales'.

Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el apartado 'Incompatibilidad de los materiales y el agua'.

– Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

– Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

– Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando, en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm.

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

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

– Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el Documento Básico HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones, estarán situados en zonas comunes;
- a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y a su lugar de instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades comprendidas entre 1,5 y 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Accesorios

– Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Las grapas y abrazaderas serán siempre de fácil montaje y desmontaje, además de actuar como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

– Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas, se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

3.1.2.- Sistemas de medición del consumo. Contadores

Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

3.1.3.- Sistemas de control de presión

Montaje del grupo de sobreelevación

– Depósito auxiliar de alimentación

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

- el depósito habrá de estar en una posición fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa, que ha de estar asegurada contra deslizamiento, y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;
- Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación y sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas.

Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.

La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua.

Se dispondrán los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento, evitando siempre la existencia de agua estancada.

– Bombas

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

Se realizará siempre una adecuada nivelación.

Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

– Depósito de presión

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que éstas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente y, por tanto, la parada de los equipos de bombeo cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito.

En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía.

Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá, en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.

El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación.

Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e igual o inferior a la presión de timbrado del depósito.

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.

Si se instalan varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

Ejecución y montaje del reductor de presión

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.

Se instalarán libres de presiones y preferiblemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.

Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión, debe disponerse en su lado de salida, como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que, por un cierre incompleto del reductor, serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

3.1.4.- Montaje de los filtros

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados.

En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.

Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

Instalación de aparatos dosificadores

Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.

Montaje de los equipos de descalcificación

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador y del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.

Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.

3.2.- Puesta en servicio

3.2.1.- Pruebas y ensayos de las instalaciones

Pruebas de las instalaciones interiores

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

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá en funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:2004;
- para las tuberías termoplásticas y multicapa se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al método A descrito en la norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

3.3.- Productos de construcción

3.3.1.- Condiciones generales de los materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;

- serán resistentes a la corrosión interior;
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

3.3.2.- Condiciones particulares de los materiales

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según norma UNE 19 047:1996;
- tubos de cobre, según norma UNE EN 1 057:1996;
- tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19 049-1:1997;
- tubos de fundición dúctil, según norma UNE EN 545:1995;
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según norma UNE-EN ISO 1452:2010;
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según norma UNE EN ISO 15877:2004;
- tubos de polietileno (PE), según norma UNE EN 12201:2003;
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 15875:2004;
- tubos de polibutileno (PB), según norma UNE EN ISO 15876:2004;
- tubos de polipropileno (PP), según norma UNE EN ISO 15874:2004;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según norma UNE EN ISO 21003;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 21003.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

El A.C.S. se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá, por tanto, con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, y evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

3.3.3.- Incompatibilidades

Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de acero galvanizado, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 - 4.500	2.200 - 4.500
Título alcalimétrico completo	1.60 mínimo	1.60 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4.00 mínimo	-
CO ₂ libre, mg/l	30.00 máximo	15.00 máximo
CO ₂ agresivo, mg/l	5.00 máximo	-
Calcio (Ca ²⁺), mg/l	32.00 mínimo	32.00 mínimo
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), mg/l	150.00 máximo	96.00 máximo
Cloruros (Cl ⁻), mg/l	100.00 máximo	71.00 máximo
Sulfatos + Cloruros meq/l	-	3.00 máximo

Para los tubos de cobre, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7.00 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable, la calidad se seleccionará en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el acero AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el acero AISI-316.

Incompatibilidad entre materiales

– Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu⁺ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.



Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

3.4.- Mantenimiento y conservación

3.4.1.- Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

3.4.2.- Nueva puesta en servicio

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

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

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

3.4.3.- Mantenimiento de las instalaciones

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas y unidades terminales que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

HS 5: Proyecto de instalación de evacuación de aguas

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de evacuación de aguas, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento de la Exigencia Básica HS 5 Evacuación de aguas del CTE.

1.2.- Legislación aplicable

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el Documento Básico HS Salubridad, así como la norma de cálculo UNE EN 12056 y las normas de especificaciones técnicas de ejecución UNE EN 752 y UNE EN 476.

1.3.- Descripción de la instalación

1.3.1.- Descripción general

Tipo de proyecto: Edificio de uso docente

1.4.- Características de la instalación

1.4.1.- Tuberías para aguas residuales

1.4.1.1.- Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación, insonorizada, colocada superficialmente, de polipropileno con nivel de insonorización medio, según UNE-EN 1451-1, unión con junta elástica.

1.4.1.2.- Bajantes

Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, de PVC, unión pegada con adhesivo.

1.4.1.3.- Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

1.4.2.- Tuberías para aguas pluviales

1.4.2.1.- Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación, insonorizada, colocada superficialmente, de polipropileno con nivel de insonorización medio, según UNE-EN 1451-1, unión con junta elástica.

1.4.2.2.- Bajantes

Bajante interior de la red de evacuación de aguas pluviales, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

1.4.2.3.- Zanjas drenantes

Zanja drenante, en cuyo fondo se dispone un tubo flexible de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) ranurado corrugado circular de doble pared para drenaje, enterrado, según UNE 53994-EX.

1.4.2.4.- Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

1.4.2.5.- Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

1.4.3.- Tuberías para aguas mixtas

1.4.3.1.- Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

1.6.3.2.- Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

2.- CÁLCULOS

2.1.- Bases de cálculo

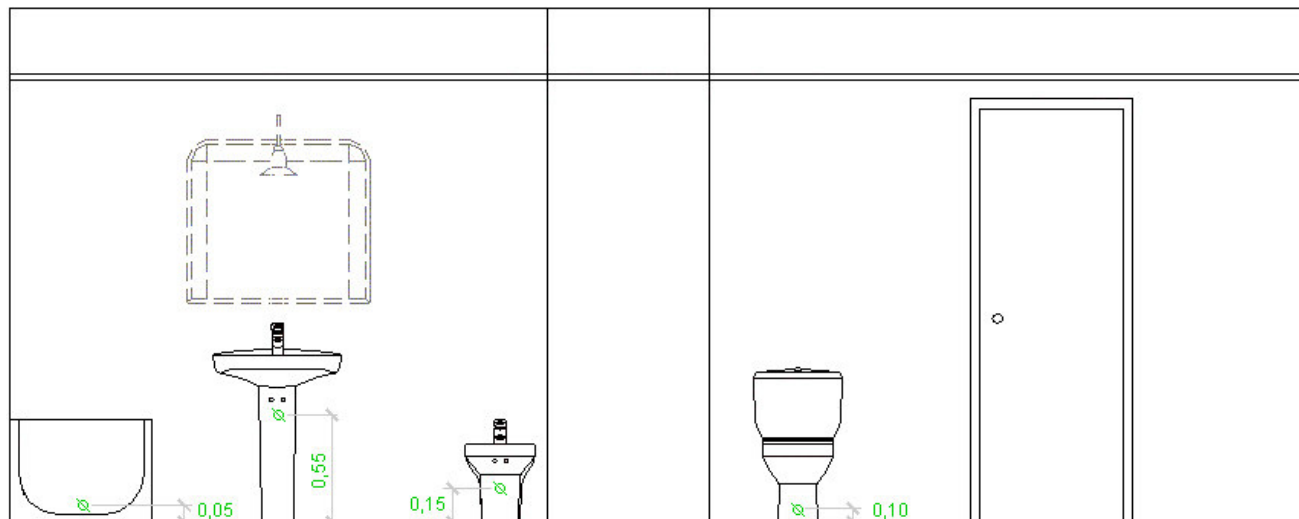
2.1.1.- Red de aguas residuales

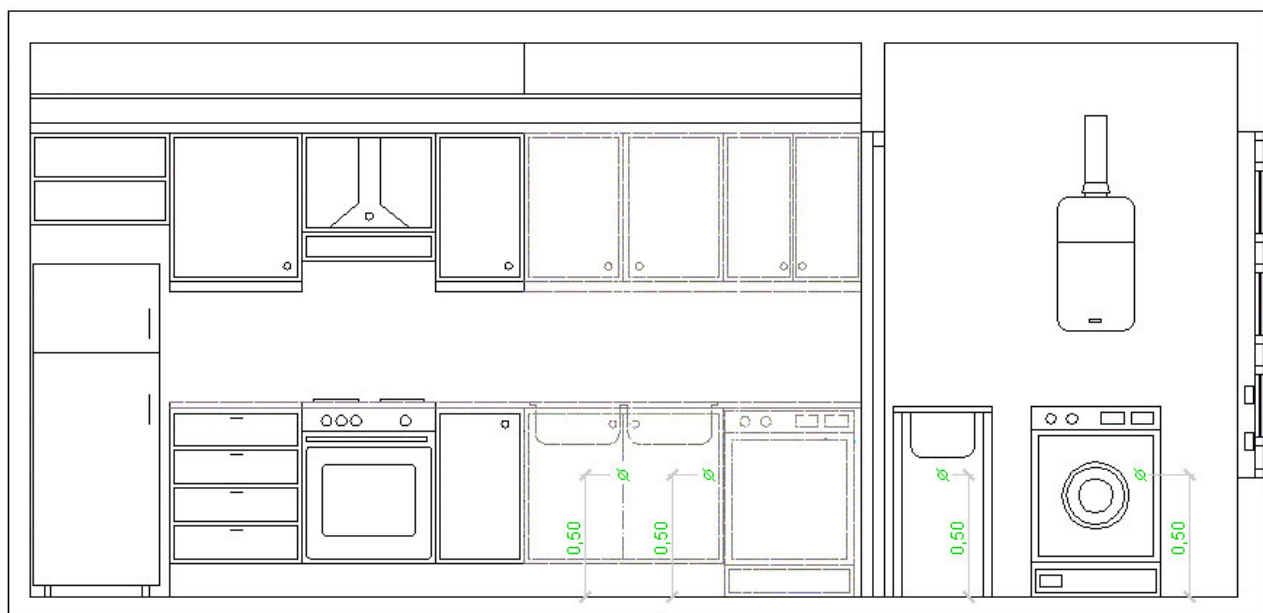
Red de pequeña evacuación

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

Los diámetros indicados en la tabla son válidos para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 m.





Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD's, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	2240	1120	400
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

Colectores

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.5 (CTE DB HS 5), garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

2.1.2.- Red de aguas pluviales

Red de pequeña evacuación

El número mínimo de sumideros, en función de la superficie en proyección horizontal de la cubierta a la que dan servicio, se ha calculado mediante la siguiente tabla:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m ²

Canalones

El diámetro nominal del canalón con sección semicircular de evacuación de aguas pluviales, para una intensidad pluviométrica dada (100 mm/h), se obtiene de la tabla siguiente, a partir de su pendiente y de la superficie a la que da servicio:

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²) Pendiente del canalón				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250



Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Se ha aplicado el siguiente factor de corrección a las superficies equivalentes:

$$f = i / 100$$

siendo:

f: factor de corrección

i: intensidad pluviométrica considerada

La sección rectangular es un 10% superior a la obtenida como sección semicircular.

Bajantes

El diámetro correspondiente a la superficie en proyección horizontal servida por cada bajante de aguas pluviales se ha obtenido de la tabla siguiente.

Superficie de cubierta en proyección horizontal(m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.8 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Igual que en el caso de los canalones, se aplica el factor 'f' correspondiente.

Colectores

El diámetro de los colectores de aguas pluviales para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se ha obtenido, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve, de la siguiente tabla:

Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.9 (CTE DB HS 5), garantizan que, en régimen permanente, el agua ocupa la totalidad de la sección transversal de la tubería.

2.1.3.- Colectores mixtos

Para dimensionar los colectores de tipo mixto se han transformado las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y se ha sumado a las correspondientes de las aguas pluviales. El diámetro de los colectores se ha obtenido en función de su pendiente y de la superficie así obtenida, según la tabla anterior de dimensionado de colectores de aguas pluviales.

La transformación de las unidades de desagüe en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se ha efectuado con el siguiente criterio:

- si el número de unidades de desagüe es menor o igual que 250, la superficie equivalente es de 90 m²;
- si el número de unidades de desagüe es mayor que 250, la superficie equivalente es de 0,36 x nº UD m².

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Se ha aplicado el siguiente factor de corrección a las superficies equivalentes:

$$f = i / 100$$

siendo:

f: factor de corrección

i: intensidad pluviométrica considerada

2.1.4.- Redes de ventilación

Ventilación primaria

La ventilación primaria tiene el mismo diámetro que el de la bajante de la que es prolongación, independientemente de la existencia de una columna de ventilación secundaria. Se mantiene así la protección del cierre hidráulico.

2.1.5.- Dimensionamiento hidráulico

El caudal se ha calculado mediante la siguiente formulación:

- Residuales (UNE-EN 12056-2)

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

siendo:

Qtot: caudal total (l/s)

Qww: caudal de aguas residuales (l/s)

Qc: caudal continuo (l/s)

Qp: caudal de aguas residuales bombeado (l/s)

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum UD}$$

siendo:

K: coeficiente por frecuencia de uso

Sum(UD): suma de las unidades de descarga



– Pluviales (UNE-EN 12056-3)

$$Q = C \times I \times A$$

siendo:

Q: caudal (l/s)

C: coeficiente de escorrentía

I: intensidad (l/s.m²)

A: área (m²)

Las tuberías horizontales se han calculado con la siguiente formulación:

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

siendo:

Q: caudal (m³/s)

n: coeficiente de manning

A: área de la tubería ocupada por el fluido (m²)

R_h: radio hidráulico (m)

i: pendiente (m/m)

Las tuberías verticales se calculan con la siguiente formulación:

Residuales

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Dawson y Hunter:

$$Q = 3.15 \times 10^{-4} \times r^{5/3} \times D^{8/3}$$

siendo:

Q: caudal (l/s)

r: nivel de llenado

D: diámetro (mm)

Pluviales (UNE-EN 12056-3)

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Wyly-Eaton:

$$Q_{RWP} = 2.5 \times 10^{-4} \times k_b^{-1/6} \times d_i^{8/3} \times f^{5/3}$$

siendo:

Q_{RWP}: caudal (l/s)

k_b: rugosidad (0.25 mm)

d_i: diámetro (mm)

f: nivel de llenado



2.2.- Dimensionado

2.2.1.- Red de aguas residuales

Acometida 2

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
79-80	1.11	5.85	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
79-81	0.82	5.78	2.00	50	0.94	1.00	0.94	47.10	1.20	46	50
81-82	0.88	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
85-86	0.76	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
85-87	1.00	5.78	2.00	50	0.94	1.00	0.94	47.10	1.20	46	50
87-88	0.70	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
89-90	1.12	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
89-91	0.48	5.78	2.00	50	0.94	1.00	0.94	47.10	1.20	46	50
91-92	1.97	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
95-96	1.04	1.98	10.00	110	4.70	1.00	4.70	47.47	1.20	103	110
96-97	0.31	8.30	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
96-98	1.28	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
95-99	0.20	23.28	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
100-101	0.70	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
102-103	0.74	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
104-105	0.76	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
106-107	0.74	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
106-108	1.08	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
108-109	0.71	4.74	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
108-110	1.68	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
111-112	1.43	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
111-113	1.85	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	44.81	1.20	70	75
113-114	0.48	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
113-115	0.37	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
115-116	0.41	4.96	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
115-117	1.02	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
111-118	1.59	3.24	8.00	90	3.76	1.00	3.76	49.90	1.37	84	90
118-119	0.64	3.99	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
118-120	1.29	2.00	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
122-123	0.51	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
122-124	1.55	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
122-125	2.65	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
131-132	0.88	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
132-133	0.58	4.65	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
132-134	1.36	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
131-135	0.68	8.78	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
130-136	0.64	12.85	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
129-137	0.62	16.09	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
128-138	0.65	18.25	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
127-139	0.62	21.11	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
126-140	0.63	23.46	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
141-142	1.81	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
141-143	1.97	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	44.81	1.20	70	75



Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
143-144	0.57	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
143-145	0.57	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
145-146	0.58	3.85	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
145-147	1.12	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
152-153	0.46	43.86	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
154-155	0.47	42.13	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
156-157	1.63	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	44.81	1.20	70	75
157-158	0.49	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
157-159	0.51	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
159-160	0.51	4.22	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
159-161	1.07	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
156-162	0.62	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
168-169	0.58	10.33	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
168-170	1.09	3.24	8.00	90	3.76	1.00	3.76	49.90	1.37	84	90
170-171	0.64	2.00	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
171-172	0.60	2.00	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
170-173	0.52	4.76	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
174-175	1.91	5.78	2.00	50	0.94	1.00	0.94	47.10	1.20	46	50
175-176	1.74	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
174-177	1.22	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
180-181	1.69	3.24	8.00	90	3.76	1.00	3.76	49.90	1.37	84	90
181-182	0.76	3.77	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
181-183	1.44	2.00	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	46	50
180-184	1.61	3.51	6.00	75	2.82	0.71	1.99	44.81	1.20	70	75
184-185	0.50	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
184-186	0.51	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	42.85	1.20	70	75
186-187	0.47	4.14	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
186-188	0.97	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
180-189	1.23	2.00	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	103	110
192-193	0.38	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
194-195	0.34	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
197-198	0.33	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
197-199	1.64	5.78	2.00	50	0.94	1.00	0.94	47.10	1.20	46	50
199-200	1.03	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
196-201	0.31	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
194-202	0.41	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
192-203	0.45	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	36	40
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Qs	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										



Bajantes									
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
85-89	4.10	7.00	110	3.29	1.00	3.29	0.154	104	110
94-111	4.10	19.00	110	8.93	0.45	3.99	0.173	104	110
122-141	4.10	11.00	110	5.17	0.58	2.98	0.145	104	110
152-156	4.45	11.00	110	5.17	0.58	2.98	0.145	104	110
167-174	4.50	7.00	110	3.29	1.00	3.29	0.154	104	110
179-180	4.10	19.00	110	8.93	0.45	3.99	0.173	104	110
Abreviaturas utilizadas									
Ref.	Referencia en planos				K	Coeficiente de simultaneidad			
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)			
UDs	Unidades de desagüe				r	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 2

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
77-78	5.29	2.85	7.00	160	3.29	1.00	3.29	20.54	1.20	154	160
78-79	0.50	26.90	7.00	160	3.29	1.00	3.29	11.90	2.64	154	160
76-85	1.63	7.88	14.00	160	6.58	0.58	3.80	17.17	1.79	154	160
74-94	1.15	2.00	46.00	160	21.62	0.27	5.78	29.83	1.25	154	160
94-95	0.58	2.03	15.00	160	7.05	0.71	4.99	27.55	1.20	154	160
94-100	2.85	3.56	12.00	160	5.64	0.45	2.52	17.07	1.20	154	160
100-102	0.98	3.78	10.00	160	4.70	0.50	2.35	16.25	1.20	154	160
102-104	0.87	4.04	8.00	160	3.76	0.58	2.17	15.38	1.20	154	160
104-106	1.02	4.34	6.00	160	2.82	0.71	1.99	14.51	1.20	154	160
73-122	1.30	13.21	54.00	160	25.38	0.27	6.78	20.10	2.55	154	160
122-126	3.51	2.04	28.00	160	13.16	0.38	4.97	27.48	1.20	154	160
126-127	0.73	2.17	24.00	160	11.28	0.41	4.61	26.02	1.20	154	160
127-128	0.56	2.33	20.00	160	9.40	0.45	4.20	24.40	1.20	154	160
128-129	0.70	2.55	16.00	160	7.52	0.50	3.76	22.56	1.20	154	160
129-130	0.63	2.87	12.00	160	5.64	0.58	3.26	20.40	1.20	154	160
130-131	0.66	3.40	8.00	160	3.76	0.71	2.66	17.71	1.20	154	160
69-149	7.64	7.46	74.00	160	34.78	0.21	7.25	23.96	2.13	154	160
149-150	4.14	2.00	74.00	160	34.78	0.21	7.25	33.58	1.33	154	160
150-151	0.29	2.00	60.00	160	28.20	0.25	7.05	33.09	1.32	154	160
151-152	0.38	2.24	21.00	160	9.87	0.45	4.41	25.26	1.20	154	160
152-154	0.14	3.78	5.00	160	2.35	1.00	2.35	16.25	1.20	154	160
151-164	1.28	2.00	39.00	160	18.33	0.32	5.80	29.88	1.25	154	160
164-165	1.01	2.13	20.00	160	9.40	0.50	4.70	26.41	1.20	154	160
165-166	3.81	2.13	20.00	160	9.40	0.50	4.70	26.41	1.20	154	160
166-167	0.70	2.13	20.00	160	9.40	0.50	4.70	26.41	1.20	154	160
167-168	0.38	36.79	13.00	160	6.11	0.71	4.32	12.58	3.20	154	160



Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
164-179	0.68	29.28	19.00	160	8.93	0.45	3.99	12.80	2.89	154	160
150-191	1.98	3.37	14.00	160	6.58	0.41	2.69	17.84	1.20	154	160
191-192	0.93	3.91	14.00	160	6.58	0.41	2.69	17.20	1.26	154	160
192-194	0.58	3.78	10.00	160	4.70	0.50	2.35	16.25	1.20	154	160
194-196	0.52	4.34	6.00	160	2.82	0.71	1.99	14.51	1.20	154	160
196-197	0.08	4.56	4.00	160	1.88	1.00	1.88	13.94	1.20	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

Acometida 2

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
69	14.17	2.00	160	125x125x145 cm
70	8.63	2.00	160	125x125x135 cm
71	9.50	2.00	160	125x125x135 cm
72	9.90	2.00	160	100x100x115 cm
73	10.10	2.00	160	80x80x95 cm
74	4.00	2.00	160	70x70x85 cm
75	1.25	2.20	160	70x70x80 cm
76	5.35	2.20	160	60x60x70 cm
77	1.64	2.78	160	60x60x65 cm
78	5.29	2.85	160	60x60x50 cm
149	7.64	2.00	160	70x70x80 cm
150	4.14	2.00	160	60x60x70 cm
151	0.29	2.00	160	60x60x70 cm
152	0.38	2.24	160	60x60x50 cm
154	0.14	3.78	160	60x60x50 cm
164	1.28	2.00	160	60x60x65 cm
165	1.01	2.13	160	60x60x60 cm
166	3.81	2.13	160	60x60x50 cm
167	0.70	2.13	160	60x60x50 cm
191	1.98	3.37	160	60x60x50 cm



Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

2.2.2.- Red de aguas pluviales

Para el término municipal seleccionado (Móstoles) la isoyeta es '10' y la zona pluviométrica 'A'. Con estos valores le corresponde una intensidad pluviométrica '90 mm/h'.

Acometida 2

Sumideros									
Tramo	A (m²)	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
								Y/D (%)	v (m/s)
83-84	4.29	1.71	11.67	-	50	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas									
A	Área de descarga al sumidero				I	Intensidad pluviométrica			
L	Longitud medida sobre planos				C	Coeficiente de escorrentía			
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado			
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo								

Acometida 1

Bajantes								
Ref.	A (m²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
8-9	66.93	75	90.00	1.00	1.67	0.196	69	75
9-10	66.93	75	90.00	1.00	1.67	0.196	69	75
13-14	66.95	75	90.00	1.00	1.67	0.196	69	75
14-15	66.95	75	90.00	1.00	1.67	0.196	69	75
18-19	65.36	75	90.00	1.00	1.63	0.194	69	75
19-20	65.36	75	90.00	1.00	1.63	0.194	69	75
23-24	83.49	75	90.00	1.00	2.09	0.224	69	75
24-25	83.49	75	90.00	1.00	2.09	0.224	69	75
29-30	84.04	75	90.00	1.00	2.10	0.225	69	75
30-31	84.04	75	90.00	1.00	2.10	0.225	69	75
32-33	79.69	75	90.00	1.00	1.99	0.218	69	75
33-34	79.69	75	90.00	1.00	1.99	0.218	69	75
35-36	78.11	75	90.00	1.00	1.95	0.215	69	75
36-37	78.11	75	90.00	1.00	1.95	0.215	69	75
39-40	78.37	75	90.00	1.00	1.96	0.216	69	75
40-41	78.37	75	90.00	1.00	1.96	0.216	69	75
45-46	79.76	75	90.00	1.00	1.99	0.218	69	75
46-47	79.76	75	90.00	1.00	1.99	0.218	69	75



Bajantes								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
49-50	65.78	75	90.00	1.00	1.64	0.194	69	75
50-51	65.78	75	90.00	1.00	1.64	0.194	69	75
54-55	84.78	75	90.00	1.00	2.12	0.226	69	75
55-56	84.78	75	90.00	1.00	2.12	0.226	69	75
60-61	85.30	75	90.00	1.00	2.13	0.227	69	75
61-62	85.30	75	90.00	1.00	2.13	0.227	69	75
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 1

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	2.00	3.00	160	27.17	65.51	2.16	152	160
2-3	1.20	3.00	160	27.17	64.25	2.16	154	160
3-4	6.20	18.07	160	11.16	23.83	3.30	154	160
4-5	5.56	2.00	160	11.16	42.38	1.49	154	160
5-6	4.01	2.00	160	11.16	42.38	1.49	154	160
6-7	13.62	2.00	160	9.17	38.05	1.42	154	160
7-8	1.30	66.88	160	1.67	6.96	2.96	154	160
7-11	5.24	2.00	160	7.50	34.17	1.34	154	160
11-12	7.34	2.00	160	7.50	34.17	1.34	154	160
12-13	2.49	24.86	160	1.67	8.79	2.10	154	160
12-16	6.42	2.00	160	5.82	29.95	1.25	154	160
16-17	4.72	2.00	160	5.82	29.95	1.25	154	160
17-18	2.34	15.80	160	1.63	9.68	1.78	154	160
17-21	4.67	2.34	160	4.19	24.33	1.20	154	160
21-22	3.62	2.34	160	4.19	24.33	1.20	154	160
22-23	2.47	6.89	160	2.09	13.27	1.43	154	160
22-26	4.46	4.15	160	2.10	15.04	1.20	154	160
26-27	3.76	4.15	160	2.10	15.04	1.20	154	160
27-28	2.76	4.15	160	2.10	15.04	1.20	154	160
28-29	2.58	4.15	160	2.10	15.04	1.20	154	160
6-32	2.20	53.15	160	1.99	7.98	2.88	154	160
3-35	2.48	2.00	160	16.01	52.16	1.64	154	160
35-38	7.01	2.00	160	14.06	48.30	1.59	154	160
38-39	6.20	2.00	160	14.06	48.30	1.59	154	160
39-42	1.54	2.00	160	12.10	44.33	1.53	154	160
42-43	7.68	18.49	160	7.89	19.94	3.00	154	160
43-44	7.99	2.00	160	7.89	35.11	1.36	154	160
44-45	1.42	36.72	160	1.99	8.71	2.53	154	160
44-48	7.52	5.58	160	1.64	12.45	1.24	154	160
48-49	1.55	5.11	160	1.64	12.71	1.20	154	160



Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
44-52	5.04	2.31	160	4.25	24.60	1.20	154	160
52-53	8.05	2.31	160	4.25	24.60	1.20	154	160
53-54	2.62	8.41	160	2.12	12.74	1.54	154	160
53-57	6.97	4.10	160	2.13	15.20	1.20	154	160
57-58	4.87	4.10	160	2.13	15.20	1.20	154	160
58-59	2.37	4.10	160	2.13	15.20	1.20	154	160
59-60	0.54	36.70	160	2.13	8.99	2.59	154	160
42-63	0.81	2.33	160	4.21	24.42	1.20	154	160
63-64	0.27	2.33	160	4.21	24.42	1.20	154	160
64-65	111.39	2.83	100	2.78	40.62	1.20	88	100
64-66	34.11	7.90	100	1.42	21.99	1.44	88	100
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 2

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
77-83	3.07	2.00	160	0.11	-	-	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 1

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
3	1.20	3.00	160	125x125x150 cm
4	6.20	2.00	160	125x125x150 cm
5	5.56	2.00	160	125x125x150 cm



Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
6	4.01	2.00	160	125x125x150 cm
7	13.62	2.00	160	125x125x150 cm
8	1.30	5.04	160	60x60x50 cm
11	5.24	2.00	160	125x125x150 cm
12	7.34	2.00	160	125x125x150 cm
13	2.49	5.03	160	60x60x50 cm
16	6.42	2.00	160	125x125x135 cm
17	4.72	2.00	160	100x100x125 cm
18	2.34	5.14	160	60x60x50 cm
21	4.67	2.34	160	100x100x115 cm
22	3.62	2.34	160	100x100x105 cm
23	2.47	4.17	160	60x60x50 cm
26	4.46	4.15	160	70x70x85 cm
27	3.76	4.15	160	60x60x70 cm
28	2.76	4.15	160	60x60x60 cm
29	2.58	4.15	160	60x60x50 cm
32	2.20	4.34	160	60x60x50 cm
35	2.48	2.00	160	125x125x150 cm
38	7.01	2.00	160	125x125x150 cm
39	6.20	2.00	160	125x125x150 cm
42	1.54	2.00	160	125x125x150 cm
43	7.68	2.00	160	125x125x145 cm
44	7.99	2.00	160	125x125x140 cm
45	1.42	4.34	160	60x60x50 cm
48	7.52	5.11	160	60x60x60 cm
49	1.55	5.11	160	60x60x50 cm
52	5.04	2.31	160	125x125x130 cm
53	8.05	2.31	160	100x100x110 cm
54	2.62	4.12	160	60x60x50 cm
57	6.97	4.10	160	70x70x80 cm
58	4.87	4.10	160	60x60x60 cm
59	2.37	4.10	160	60x60x50 cm
63	0.81	2.33	160	125x125x150 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

Acometida 2

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
83	3.07	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida



2.2.3.- Colectores mixtos

Acometida 2

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (l/s)	K	Q _s (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
67-68	4.69	2.00	195.00	160	91.76	0.13	12.04	44.91	1.52	152	160
68-69	14.17	2.00	195.00	160	91.76	0.13	12.04	44.21	1.52	154	160
69-70	8.63	2.00	121.00	160	56.98	0.17	9.72	39.28	1.44	154	160
70-71	9.50	2.00	121.00	160	56.98	0.17	9.72	39.28	1.44	154	160
71-72	9.90	2.00	121.00	160	56.98	0.17	9.72	39.28	1.44	154	160
72-73	10.10	2.00	121.00	160	56.98	0.17	9.72	39.28	1.44	154	160
73-74	4.00	2.00	67.00	160	31.60	0.23	7.15	33.33	1.32	154	160
74-75	1.25	2.20	21.00	160	9.98	0.45	4.52	25.69	1.20	154	160
75-76	5.35	2.20	21.00	160	9.98	0.45	4.52	25.69	1.20	154	160
76-77	1.64	2.78	7.00	160	3.40	1.00	3.40	21.00	1.20	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Ejecución

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará de acuerdo 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.

3.1.1.- Puntos de captación

Válvulas de desagüe

- Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y de juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.
- Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.
- En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

Sifones individuales y botes sifónicos

- Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en el que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjado sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.
- Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.
- La distancia máxima, en proyección vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón, será igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- Los sifones individuales se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos, a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, en cada caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el lavabo.
- No se permite la instalación de sifones antisucción, ni de cualquier otro tipo que, por su diseño, pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.
- No se conectarán desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.
- Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.
- La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- El diámetro de los botes sifónicos será, como mínimo, de 110 mm.
- Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones, con boya flotador, y serán desmontables para acceder al interior. Asimismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.
- No se permite la conexión al sifón de otros aparatos, además del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

Calderetas o cazoletas y sumideros

- La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50% mayor que la sección de la bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, planas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.
- Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.
- Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas como en terrazas y garajes, son de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm². El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo 'brida' de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.
- El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo de hasta 90 mm.
- El sumidero sifónico se dispone a una distancia de la bajante no superior a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera un espesor de 15 cm de hormigón de formación de pendientes. Su diámetro es superior a 1.5 veces el diámetro de la bajante a la que acomete.

3.1.2.- Redes de pequeña evacuación

- Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.
- Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.

- Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, éstos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- Las tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.
- Los pasos a través de forjados, o de cualquier otro elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.
- Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

3.1.3.- Bajantes y ventilación

Bajantes

- Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas será de 15 veces el diámetro, tomando la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Diámetro de la bajante	Distancia (m)
40	0.4
50	0.8
63	1.0
75	1.1
110	1.5
125	1.5
160	1.5

- Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia, dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
- En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.
- Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenando el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.
- Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado, no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
- A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.
- En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

Redes de ventilación

- Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.

- En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.
- Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación quedará fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de dos por tubo y con distancias máximas de 150 cm.

3.1.4.- Albañales y colectores

Red horizontal colgada

- El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia no menor que 1 m a ambos lados.
- Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
- En los cambios de dirección se situarán codos a 45°, con registro roscado.
- La separación entre abrazaderas es función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
 - en tubos de PVC, y para todos los diámetros, 0,3 cm
 - en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm
- Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,5 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
- Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.
- En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.
- La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

Red horizontal enterrada

- La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.
- Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de éste, para impedir que funcione como ménsula.
- Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
 - para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa
 - para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivo.
- Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo, tales como disponer mallas de geotextil.

Zanjas

- Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.
- Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán, de forma general, las siguientes medidas.

Zanjas para tuberías de materiales plásticos

- Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,6 m.
- Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.
- Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena o grava), o tierra exenta de piedras, de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.
- La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres

- Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes:
- El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.
- Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, de diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

Protección de las tuberías de fundición enterradas

- En general, se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos.
- Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:
 - baja resistividad: valor inferior a 1.000 $\Omega \times \text{cm}$
 - reacción ácida: $\text{pH} < 6$
 - contenido en cloruros superior a 300 mg por kg de tierra
 - contenido en sulfatos superior a 500 mg por kg de tierra
 - indicios de sulfuros
 - débil valor del potencial redox: valor inferior a +100 mV
- En este caso, se podrá evitar su acción mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno.

- En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificador y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de anchura.
- La protección de la tubería se realizará durante su montaje, mediante un primer tubo de PE que servirá de funda al tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud, aproximadamente, que hará de funda de la unión.

Elementos de conexión de las redes enterradas

- Arquetas

- Si son fabricadas "in situ", podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, apoyada sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor, y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.
- Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumidero tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.
- En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.
- Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

- Pozos

- Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo, de 1 pie de espesor, que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

3.2.- Puesta en servicio

3.2.1.- Pruebas de las instalaciones

Pruebas de estanqueidad parcial

- Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.
- No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.
- Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.
- En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.
- Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.
- Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.



Pruebas de estanqueidad total

- Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes, según las prescripciones siguientes.

Prueba con agua

- La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.
- La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.
- Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.
- Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.
- Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.
- La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna unión acuse pérdida de agua.

Prueba con aire

- La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
- Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.

Prueba con humo

- La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.
- Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor.
- La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.
- Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.
- El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de ± 250 Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.
- La prueba se considerará satisfactoria si no se detecta presencia de humo ni olores en el interior del edificio.

3.3.- Productos de construcción

3.3.1.- Características generales de los materiales

De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán las siguientes:

- Resistencia a la 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.

3.3.2.- 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 polipropileno 'PP' según la norma UNE EN 1852-1:1998.
- Tuberías de hormigón según la norma UNE 127010:1995 EX.

3.3.3.- 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.

3.3.4.- Condiciones de los 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.

3.4.- Mantenimiento y conservación

- 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.
- Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales, para evitar malos olores. Igualmente se limpiarán los de terrazas y cubiertas.



EQUIPAMIENTO: APARATOS SANITARIOS

Los aparatos sanitarios serán de porcelana vitrificada en color blanco.

Los inodoros serán de porcelana vitrificada en color blanco, de tanque bajo con pulsador grande, irán anclados al solado, con asiento y tapa lacados, con bisagra de acero y latiguillos de acero inoxidable.

Los lavabos de porcelana vitrificada en color blanco para empotrar en encimeras de mármol, con llaves de escuadra, sifón individual y latiguillos flexibles.

Los urinarios también serán de porcelana vitrificada en color blanco, fijados a la pared, con tapón de limpieza y sifón individual.

Los aseos adaptados llevarán ayudas técnicas para apoyo.

La dotación exigida para el presente caso por las normas recogidas en la guía para la redacción de proyectos de la consejería de educación es, por cada aula proyectada, de 2 lavabos, 1,5 inodoros y 0,5 urinarios.

Se satisface esta dotación de la siguiente manera:

Edificio terminado: 6 aulas existentes + 18 aulas proyectadas = 24 aulas totales

Dotación exigida:

48 lavabos, 36 inodoros y 12 urinarios.

Dotación en edificio existente:

20 lavabos, 20 inodoros y 6 urinarios.

Dotación total:

51 (>48) lavabos, 37 (>36) inodoros y 18 (>12) urinarios.

Dotación en el proyecto de ampliación:

31 lavabos, 17 inodoros y 12 urinarios.

3.- Instalación eléctrica

0. ANTECEDENTES

Desde el cuadro general del centro saldrán las líneas de alimentación general a la ampliación del edificio.

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- Objetivos del proyecto

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

1.2.- Legislación aplicable

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparatos de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

1.3.- Potencia total prevista para la instalación

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de las instalaciones de enlace será:

Para el cálculo de la potencia, al no disponer de las potencias reales instaladas, se asume un valor de 100 W/m², con un mínimo de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos por el Promotor, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CPM-1	
Concepto	P Total (kW)
Cuadro individual 1	35.254

Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan todas las tomas del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

$$P_{acum} = \left(0.1 + \frac{0.9}{N} \right) \cdot N \cdot P_{toma}$$

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

1.4.- Descripción de la instalación

1.4.1.- Caja general de protección

Se localiza en el edificio existente y no es objeto de este proyecto.

1.7.2.- Derivaciones individuales

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
0	Cuadro individual 1	3.26	XZ1 (AS) 4x25+1G16	Tubo enterrado D=90 mm

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva para las posibles ampliaciones.

1.7.3.- Instalaciones interiores o receptoras

Los diferentes circuitos de las instalaciones de usos comunes se protegerán por separado mediante los siguientes elementos:

Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante uno o varios interruptores diferenciales.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo con interruptores automáticos magnetotérmicos o guardamotors de diferentes intensidades nominales, en función de la sección y naturaleza de los circuitos a proteger. Asimismo, se instalará un interruptor general para proteger la derivación individual.

Guardamotor, destinado a la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y riesgo de la falta de tensión en una de las fases en los motores trifásicos.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:



Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
Subcuadro Cuadro individual 1.1	1.00		Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 1	-		
C14 (Extractor+SIAB)	99.96	RV-K Multi 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 2	-		
C6(4) (iluminación)	106.14	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7 (tomas)	168.33	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm Tubo superficial D=32 mm
C7(2) (tomas)	76.73	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm
Sub-grupo 3	-		
C1 (iluminación)	683.29	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C6(2) (iluminación)	202.80	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C6(3) (iluminación)	498.18	RV-K Multi 3G2.5	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	466.80	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 4	-		
C6 (iluminación)	324.16	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C2 (tomas)	219.11	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.2	2.27	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 1	-		
C13 (Recarga VE)	26.84	RV-K 5G6	Tubo enterrado D=50 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.3	1.08	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 1	-		
C1 (iluminación)	189.32	RV-K 3G6	Tubo enterrado D=50 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.4	9.79	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 1	-		



Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C14 (Extractor+SIAB)	136.31	RV-K 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 2	-		
C6(2) (iluminación)	149.01	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C2 (tomas)	207.99	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm
C6(4) (iluminación)	281.77	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 3	-		
C1 (iluminación)	447.40	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7 (tomas)	189.97	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm Tubo superficial D=32 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	204.30	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm
C6(5) (iluminación)	100.05	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 4	-		
C6 (iluminación)	208.48	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7(2) (tomas)	10.46	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm
C6(3) (iluminación)	34.99	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm

2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1.- Bases de cálculo

2.1.1.- Sección de las líneas

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
 - a) La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.
- b) Criterio de la caída de tensión.
 - b) La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.
- c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.
 - c) La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

2.1.1.1.- Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE-HD 60364-5-52, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

Intensidad de cálculo en servicio monofásico:

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$

Intensidad de cálculo en servicio trifásico:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

siendo:

I_c : Intensidad de cálculo del circuito, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

P_c : Potencia de cálculo, en W

U_f : Tensión simple, en V

U_l : Tensión compuesta, en V

$\cos \theta$: Factor de potencia

2.1.1.2.- Sección por caída de tensión

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:

- Línea general de alimentación: 0,5%
- Derivaciones individuales: 1,0%

b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:

- Línea general de alimentación: 1,0%
- Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%
- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_C \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_C \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

siendo:

L: Longitud del cable, en m

X: Reactancia del cable, en Ω/km . Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm^2 . A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de 0,08 Ω/km .

R: Resistencia del cable, en Ω/m . Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

siendo:

ρ : Resistividad del material en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S: Sección en mm^2

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

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

siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en $^{\circ}\text{C}$

T_0 : Temperatura ambiente para el conductor (40 $^{\circ}\text{C}$ para cables al aire y 25 $^{\circ}\text{C}$ para cables enterrados)

T_{max} : Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90 $^{\circ}\text{C}$ para conductores con aislamientos termoestables y 70 $^{\circ}\text{C}$ para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

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

para el cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

para el aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

2.1.1.3.- Sección por intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'I_{ccc}' como en pie 'I_{ccp}', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

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

Fase y Neutro:

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

siendo:

U_l: Tensión compuesta, en V

U_f: Tensión simple, en V

Z_t: Impedancia total en el punto de cortocircuito, en mΩ

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

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

siendo:

R_t: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X_t: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$
$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

siendo:

R_{cc,T}: Resistencia de cortocircuito del transformador, en mΩ

X_{cc,T}: Reactancia de cortocircuito del transformador, en mΩ

ε_{R_{cc,T}}: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

ε_{X_{cc,T}}: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

S_n: Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

2.1.2.- Cálculo de las protecciones

2.1.2.1.- Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

a) El poder de corte del fusible " I_{cu} " es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.

b) Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

$$b) \quad I_{cc,5s} > I_f$$

$$b) \quad I_{cc} > I_f$$

b) siendo:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

I_f : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc,5s}$: Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

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

b) siendo:

S: Sección del conductor, en mm²

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

PVC XLPE		
Cu 115 143		
Al	76	94

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{\max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

siendo:

R_f : Resistencia del conductor de fase, en Ω/km

R_n : Resistencia del conductor de neutro, en Ω/km

X_f : Reactancia del conductor de fase, en Ω/km

X_n : Reactancia del conductor de neutro, en Ω/km

2.1.2.2.- Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- El poder de corte del interruptor automático ' I_{cu} ' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.
- La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético ' I_{mag} ' del interruptor automático según su tipo de curva.

	I_{mag}
Curva B	$5 \times I_n$
Curva C	$10 \times I_n$
Curva D	$20 \times I_n$

c) El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ($I^2 \cdot t$) durante la duración del cortocircuito, expresados en $A^2 \cdot s$, que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

c) Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

$$c) \quad t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

c) Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se

produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva i^2t del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$c) \quad I^2 \cdot t_{\text{interruptor}} \leq I^2 \cdot t_{\text{cable}}$$

$$c) \quad I^2 \cdot t_{\text{cable}} = k^2 \cdot S^2$$

2.1.2.3.- Guardamotores

Una alternativa al empleo de interruptores automáticos para la protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos es la utilización de guardamotores. Se diferencian de los magnetotérmicos en que se trata de una protección regulable capaz de soportar la intensidad de arranque de los motores, además de actuar en caso de falta de tensión en una de sus fases.

2.1.2.4.- Limitadores de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

2.1.2.5.- Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

2.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra

2.1.3.1.- Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura metálica compuesta por 100 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

2.1.3.2.- Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

- a) Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$a) \quad S \leq \frac{U_{\text{seg}}}{R_T}$$

- a) siendo:

U_{seg} : Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

R_T : Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

2.2.- Resultados de cálculo

2.2.1.- Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P_{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	11751.4	11751.4	11751.4
0	Cuadro individual 1	35254.1	11751.4	11751.4	11751.4

Cuadro individual 1					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
Subcuadro Cuadro individual 1.1	Subcuadro Cuadro individual 1.1	-	6532.3	6532.3	6532.3
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	3679.2	-
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	3653.2
C6(2) (iluminación)	C6(2) (iluminación)	-	-	2552.0	-
C6(3) (iluminación)	C6(3) (iluminación)	-	-	1856.0	-
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	176.4	-
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	2900.0	-	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	1300.0	-	-
C6(4) (iluminación)	C6(4) (iluminación)	-	200.0	-	-
C14 (Extractor SIAV)	C14 (Extractor SIAV)	-	750.0	750.0	750.0
Subcuadro Cuadro individual 1.2	Subcuadro Cuadro individual 1.2	-	1333.3	1333.3	1333.3
C13 (Recarga VE)	C13 (Recarga VE)	-	1333.3	1333.3	1333.3
Subcuadro Cuadro individual 1.3	Subcuadro Cuadro individual 1.3	-	1188.0	-	-
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	1188.0	-	-
Subcuadro Cuadro individual 1.4	Subcuadro Cuadro individual 1.4	-	6440.9	6440.9	6440.9
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	3614.0	-
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	3608.0
C6(2) (iluminación)	C6(2) (iluminación)	-	3608.0	-	-
C6(3) (iluminación)	C6(3) (iluminación)	-	-	-	704.0
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	2900.0	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	-	-	1000.0
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	226.8	-
C6(4) (iluminación)	C6(4) (iluminación)	-	282.0	-	-
C14 (Extractor SIAV)	C14 (Extractor SIAV)	-	683.3	683.3	683.3
C6(5) (iluminación)	C6(5) (iluminación)	-	-	200.0	-

2.2.2.- Cálculos

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0	Cuadro individual 1	35.25	3.26	XZ1 (AS) 4x25+1G16	50.88	100.00	0.09	0.09

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
Cuadro individual 1	XZ1 (AS) 4x25+1G16	Tubo enterrado D=90 mm	100.00	1.00	-	100.00	

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones Fusible (A)	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{riccp} (s)	L _{max} (m)
Cuadro individual 1	XZ1 (AS) 4x25+1G16	50.88	63	100.80	100.00	100	12.000	4.916	0.23	0.03	224.24

Instalación interior

Cada cuadro de mando y protección contiene los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotors, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Subcuadro Cuadro individual 1.1	19.60	1.00		28.29	68.00	0.02	0.11
Sub-grupo 1							
C14 (Extractor+SIAV)	2.25	99.96	RV-K Multi 5G2.5	3.25	22.00	0.51	0.63
Sub-grupo 2							
C6(4) (iluminación)	0.20	106.14	RV-K Multi 3G1.5	0.87	17.50	0.66	0.77
C7 (tomas)	3.45	168.33	RV-K Multi 3G4	15.00	28.00	5.29	5.40
C7(2) (tomas)	3.45	76.73	RV-K Multi 3G4	15.00	28.00	4.91	5.03
Sub-grupo 3							
C1 (iluminación)	3.68	683.29	RV-K Multi 3G6	16.00	41.60	3.52	3.63
C6(2) (iluminación)	2.55	202.80	RV-K Multi 3G1.5	11.10	16.80	4.37	4.49
C6(3) (iluminación)	1.86	498.18	RV-K Multi 3G2.5	8.07	21.00	3.77	3.89
C13 (alumbrado de emergencia)	0.18	466.80	RV-K Multi 3G1.5	0.77	14.70	0.97	1.09
Sub-grupo 4							
C6 (iluminación)	3.65	324.16	RV-K Multi 3G6	15.88	41.60	3.19	3.30
C2 (tomas)	3.45	219.11	RV-K Multi 3G6	15.00	36.00	5.88	5.99
Subcuadro Cuadro individual 1.2	4.00	2.27	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	5.77	14.50	0.07	0.16
Sub-grupo 1							
C13 (Recarga VE)	4.00	26.84	RV-K 5G6	5.77	44.00	0.19	0.35
Subcuadro Cuadro individual 1.3	1.19	1.08	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	5.17	17.00	0.06	0.15



Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.19	189.32	RV-K 3G6	5.17	53.00	1.26	1.41
Subcuadro Cuadro individual 1.4	19.32	9.79	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	27.89	34.00	0.41	0.50
Sub-grupo 1							
C14 (Extractor+SIAV)	2.05	136.31	RV-K 5G2.5	2.96	22.95	0.49	0.98
Sub-grupo 2							
C6(2) (iluminación)	3.61	149.01	RV-K 3G2.5	15.69	22.50	3.91	4.41
C2 (tomas)	3.45	207.99	H07V-K 3G4	15.00	22.00	4.31	4.80
C6(4) (iluminación)	0.28	281.77	RV-K 3G2.5	1.23	30.00	0.63	1.12
Sub-grupo 3							
C1 (iluminación)	3.61	447.40	RV-K 3G6	15.71	39.00	3.21	3.70
C7 (tomas)	3.45	189.97	H07V-K 3G4	15.00	22.00	4.80	5.30
C13 (alumbrado de emergencia)	0.23	204.30	RV-K 3G2.5	0.99	30.00	0.47	0.97
C6(5) (iluminación)	0.20	100.05	RV-K 3G2.5	0.87	25.50	0.41	0.90
Sub-grupo 4							
C6 (iluminación)	3.61	208.48	RV-K 3G6	15.69	39.00	3.30	3.79
C7(2) (tomas)	3.45	10.46	H07V-K 3G2.5	15.00	17.00	1.14	1.64
C6(3) (iluminación)	0.70	34.99	RV-K 3G2.5	3.06	22.50	0.35	0.85

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{agrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Subcuadro Cuadro individual 1.1		Bandeja lisa 75x25 mm	68.00	1.00	-	68.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	68.00	1.00	-	68.00
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K Multi 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	0.85	-	22.95
		Tubo superficial D=32 mm	22.00	1.00	-	22.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	1.00	-	27.00
C6(4) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C7 (tomas)	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm	40.00	0.70	-	28.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	0.75	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	0.80	-	32.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Tubo superficial D=32 mm	32.00	1.00	-	32.00
C7(2) (tomas)	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm	40.00	0.70	-	28.00



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
C6(2) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C6(3) (iluminación)	RV-K Multi 3G2.5	Bandeja lisa 75x25 mm	30.00	0.70	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C6 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 75x25 mm	52.00	0.70	-	36.40
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
Subcuadro Cuadro individual 1.2	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	14.50	1.00	-	14.50



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Bandeja lisa 50x25 mm	14.50	1.00	-	14.50
C13 (Recarga VE)	RV-K 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00
Subcuadro Cuadro individual 1.3	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	17.00	1.00	-	17.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	17.00	1.00	-	17.00
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
Subcuadro Cuadro individual 1.4	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	Bandeja lisa 50x25 mm	34.00	1.00	-	34.00
C14 (Extractor+SIIV)	RV-K 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	0.85	-	22.95
		Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	1.00	-	27.00
C6(2) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	22.00	1.00	-	22.00
C6(4) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
C7 (tomas)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	22.00	1.00	-	22.00
		Tubo superficial D=32 mm	26.00	1.00	-	26.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C6(5) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C6 (iluminación)	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	17.00	1.00	-	17.00
C6(3) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I _e (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{ccc} (s)	t _{ccp} (s)
Cuadro individual 1			IGA: 63							
Subcuadro Cuadro individual 1.1		28.2 9	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	68.00	10	9.872	4.517	0.02	0.11
Sub-grupo 1			Dif: 40, 300, 4 polos							
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K Multi 5G2.5	3.25	Guard: 4	5.80	22.00	15	9.072	0.183	0.03	3.80
Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6(4) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	0.87	Aut: 10 {C',B'}	14.50	17.50	10	9.072	0.109	0.03	3.84
C7 (tomas)	RV-K Multi 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	28.00	10	9.072	0.239	0.03	5.71
C7(2) (tomas)	RV-K Multi 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	28.00	10	9.072	0.258	0.03	4.93
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	16.0 0	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	41.60	10	9.072	0.364	0.03	5.54
C6(2) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	11.1 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	16.80	10	9.072	0.219	0.03	0.96
C6(3) (iluminación)	RV-K Multi 3G2.5	8.07	Aut: 10 {C',B'}	14.50	21.00	10	9.072	0.178	0.03	4.02
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	0.77	Aut: 10 {B'}	14.50	14.70	10	9.072	0.066	0.03	10.63
Sub-grupo 4			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	15.8 8	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	41.60	10	9.072	0.397	0.03	4.68
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G6	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	36.00	10	9.072	0.212	0.03	16.33
Subcuadro Cuadro individual 1.2	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	5.77	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	9.872	2.121	0.02	< 0.01
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4 polos							
C13 (Recarga VE)	RV-K 5G6	5.77	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	44.00	6	4.259	0.740	< 0.01	1.34
Subcuadro Cuadro individual 1.3	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	5.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	17.00	10	9.872	3.042	0.02	< 0.01
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	5.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	53.00	10	6.109	0.298	< 0.01	8.28
Subcuadro Cuadro individual 1.4	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	27.8 9	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	34.00	10	9.872	2.027	0.02	0.12
Sub-grupo 1			Dif: 40, 300, 4 polos							
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K 5G2.5	2.96	Guard: 4	5.80	22.95	15	4.071	0.162	0.03	4.87
Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6(2) (iluminación)	RV-K 3G2.5	15.6 9	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.50	6	4.071	0.308	0.03	1.34
C2 (tomas)	H07V-K 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.00	6	4.071	0.284	0.03	2.62
C6(4) (iluminación)	RV-K 3G2.5	1.23	Aut: 10 {C',B'}	14.50	30.00	6	4.071	0.154	0.03	5.42
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	15.7 1	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	39.00	6	4.071	0.352	0.03	5.95

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
C7 (tomas)	H07V-K 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.00	6	4.071	0.259	0.03	3.16
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K 3G2.5	0.99	Aut: 10 {C',B'}	14.50	30.00	6	4.071	0.164	0.03	4.76
C6(5) (iluminación)	RV-K 3G2.5	0.87	Aut: 10 {C',B'}	14.50	25.50	6	4.071	0.166	0.03	4.63
Sub-grupo 4			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6 (iluminación)	RV-K 3G6	15.6 9	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	39.00	6	4.071	0.343	0.03	6.24
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.0 0	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.00	6	4.071	0.790	0.03	0.13
C6(3) (iluminación)	RV-K 3G2.5	3.06	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	22.50	6	4.071	0.546	0.03	0.43

Leyenda

c.d.t caída de tensión (%)

c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)

I_c intensidad de cálculo del circuito (A)

I_z intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)

F_{cagrup} factor de corrección por agrupamiento

R_{inc} porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)

I'_z intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)

I_2 intensidad de funcionamiento de la protección (A)

I_{cu} poder de corte de la protección (kA)

I_{ccc} intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)

I_{ccp} intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)

L_{max} longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)

P_{calc} potencia de cálculo (kW)

t_{iccc} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)

t_{iccp} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)

t_{riccp} tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

2.2.3.- Símbolos utilizados

A continuación se muestran los símbolos utilizados en los planos del proyecto:

	Servicio monofásico		Servicio trifásico
	Subcuadro		Lámpara fluorescente con cuatro tubos
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo		Toma de uso general
	Toma de uso general, estanca		Lámpara fluorescente
	Luminaria de emergencia		Sensor de proximidad
	Interruptor		Extractor
	Posición de la toma de iluminación		SIAV
	Recarga VE		Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en pared
	Conmutador		Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual		Luminaria de emergencia, estanca

ÍNDICE RESULTADOS CÁLCULOS

1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES

2.- CÁLCULOS

1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM	-	11751.4	11751.4	11751.4
0	A Cuadro individual	35254.1	11751.4	11751.4	11751.4

Cuadro individual 1					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
Subcuadro Cuadro individual 1.1	Subcuadro Cuadro individual 1.1	-	6532.3	6532.3	6532.3
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	3679.2	-
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	3653.2
C6(2) (iluminación)	C6(2) (iluminación)	-	-	2552.0	-
C6(3) (iluminación)	C6(3) (iluminación)	-	-	1856.0	-
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	176.4	-
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	2900.0	-	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	1300.0	-	-
C6(4) (iluminación)	C6(4) (iluminación)	-	200.0	-	-
C14 (Extractor SIAV)	C14 (Extractor SIAV)	-	750.0	750.0	750.0
Subcuadro Cuadro individual 1.2	Subcuadro Cuadro individual 1.2	-	1333.3	1333.3	1333.3
C13 (Recarga VE)	C13 (Recarga VE)	-	1333.3	1333.3	1333.3
Subcuadro Cuadro individual 1.3	Subcuadro Cuadro individual 1.3	-	1188.0	-	-
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	1188.0	-	-
Subcuadro Cuadro individual 1.4	Subcuadro Cuadro individual 1.4	-	6440.9	6440.9	6440.9
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	3614.0	-
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	3608.0
C6(2) (iluminación)	C6(2) (iluminación)	-	3608.0	-	-
C6(3) (iluminación)	C6(3) (iluminación)	-	-	-	704.0
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	2900.0	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	-	-	1000.0
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	226.8	-
C6(4) (iluminación)	C6(4) (iluminación)	-	282.0	-	-
C14 (Extractor SIAV)	C14 (Extractor SIAV)	-	683.3	683.3	683.3
C6(5) (iluminación)	C6(5) (iluminación)	-	-	200.0	-

2.- CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0	A Cuadro individual	35.25	3.26	XZ1 (AS) 4x25+1G16	50.88	100.00	0.09	0.09

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{agrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
Cuadro individual 1	XZ1 (AS) 4x25+1G16	Tubo enterrado D=90 mm	100.00	1.00	-	100.00	

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones Fusible (A)	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{ficcp} (s)	L _{max} (m)
Cuadro individual 1	XZ1 (AS) 4x25+1G16	50.88	63	100.80	100.00	100	12.000	4.916	0.23	0.03	224.24

Instalación interior

Cada cuadro de mando y protección contiene los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotores, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Subcuadro Cuadro individual 1.1	19.60	1.00		28.29	68.00	0.02	0.11
Sub-grupo 1							
C14 (Extractor+SIIV)	2.25	99.96	RV-K Multi 5G2.5	3.25	22.00	0.51	0.63
Sub-grupo 2							
C6(4) (iluminación)	0.20	106.14	RV-K Multi 3G1.5	0.87	17.50	0.66	0.77
C7 (tomas)	3.45	168.33	RV-K Multi 3G4	15.00	28.00	5.29	5.40
C7(2) (tomas)	3.45	76.73	RV-K Multi 3G4	15.00	28.00	4.91	5.03
Sub-grupo 3							
C1 (iluminación)	3.68	683.29	RV-K Multi 3G6	16.00	41.60	3.52	3.63
C6(2) (iluminación)	2.55	202.80	RV-K Multi 3G1.5	11.10	16.80	4.37	4.49
C6(3) (iluminación)	1.86	498.18	RV-K Multi 3G2.5	8.07	21.00	3.77	3.89
C13 (alumbrado de emergencia)	0.18	466.80	RV-K Multi 3G1.5	0.77	14.70	0.97	1.09
Sub-grupo 4							
C6 (iluminación)	3.65	324.16	RV-K Multi 3G6	15.88	41.60	3.19	3.30
C2 (tomas)	3.45	219.11	RV-K Multi 3G6	15.00	36.00	5.88	5.99
Subcuadro Cuadro individual 1.2	4.00	2.27	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	5.77	14.50	0.07	0.16
Sub-grupo 1							
C13 (Recarga VE)	4.00	26.84	RV-K 5G6	5.77	44.00	0.19	0.35
Subcuadro Cuadro individual 1.3	1.19	1.08	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	5.17	17.00	0.06	0.15
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.19	189.32	RV-K 3G6	5.17	53.00	1.26	1.41
Subcuadro Cuadro individual 1.4	19.32	9.79	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	27.89	34.00	0.41	0.50
Sub-grupo 1							
C14 (Extractor+SIIV)	2.05	136.31	RV-K 5G2.5	2.96	22.95	0.49	0.98
Sub-grupo 2							
C6(2) (iluminación)	3.61	149.01	RV-K 3G2.5	15.69	22.50	3.91	4.41
C2 (tomas)	3.45	207.99	H07V-K 3G4	15.00	22.00	4.31	4.80
C6(4) (iluminación)	0.28	281.77	RV-K 3G2.5	1.23	30.00	0.63	1.12
Sub-grupo 3							
C1 (iluminación)	3.61	447.40	RV-K 3G6	15.71	39.00	3.21	3.70
C7 (tomas)	3.45	189.97	H07V-K 3G4	15.00	22.00	4.80	5.30



Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
C13 (alumbrado de emergencia)	0.23	204.30	RV-K 3G2.5	0.99	30.00	0.47	0.97
C6(5) (iluminación)	0.20	100.05	RV-K 3G2.5	0.87	25.50	0.41	0.90
Sub-grupo 4							
C6 (iluminación)	3.61	208.48	RV-K 3G6	15.69	39.00	3.30	3.79
C7(2) (tomas)	3.45	10.46	H07V-K 3G2.5	15.00	17.00	1.14	1.64
C6(3) (iluminación)	0.70	34.99	RV-K 3G2.5	3.06	22.50	0.35	0.85

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Subcuadro Cuadro individual 1.1		Bandeja lisa 75x25 mm	68.00	1.00	-	68.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	68.00	1.00	-	68.00
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K Multi 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	0.85	-	22.95
		Tubo superficial D=32 mm	22.00	1.00	-	22.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	1.00	-	27.00
C6(4) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C7 (tomas)	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm	40.00	0.70	-	28.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	0.75	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	0.80	-	32.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Tubo superficial D=32 mm	32.00	1.00	-	32.00
C7(2) (tomas)	RV-K Multi 3G4	Bandeja lisa 75x25 mm	40.00	0.70	-	28.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
C6(2) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C6(3) (iluminación)	RV-K Multi 3G2.5	Bandeja lisa 75x25 mm	30.00	0.70	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	21.00	0.70	-	14.70
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C6 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G6	Bandeja lisa 75x25 mm	52.00	0.70	-	36.40
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
Subcuadro Cuadro individual 1.2	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	14.50	1.00	-	14.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	14.50	1.00	-	14.50
C13 (Recarga VE)	RV-K 5G6	Tubo enterrado D=50 mm	44.00	1.00	-	44.00



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Subcuadro Cuadro individual 1.3	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 75x25 mm	17.00	1.00	-	17.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	17.00	1.00	-	17.00
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00
Subcuadro Cuadro individual 1.4	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	Bandeja lisa 50x25 mm	34.00	1.00	-	34.00
C14 (Extractor+SIIV)	RV-K 5G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	0.85	-	22.95
		Bandeja lisa 50x25 mm	27.00	1.00	-	27.00
C6(2) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	22.00	1.00	-	22.00
C6(4) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
C7 (tomas)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	22.00	1.00	-	22.00
		Tubo superficial D=32 mm	26.00	1.00	-	26.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C6(5) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C6 (iluminación)	RV-K 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.75	-	39.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.80	-	41.60
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	0.85	-	44.20
		Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	17.00	1.00	-	17.00
C6(3) (iluminación)	RV-K 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{ccc} (s)	t _{ccp} (s)
Cuadro individual 1			IGA: 63							
Subcuadro Cuadro individual 1.1		28.2 9	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	68.00	10	9.872	4.517	0.02	0.11
Sub-grupo 1			Dif: 40, 300, 4 polos							
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K Multi 5G2.5	3.25	Guard: 4	5.80	22.00	15	9.072	0.183	0.03	3.80
Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6(4) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	0.87	Aut: 10 {C',B'}	14.50	17.50	10	9.072	0.109	0.03	3.84
C7 (tomas)	RV-K Multi 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	28.00	10	9.072	0.239	0.03	5.71
C7(2) (tomas)	RV-K Multi 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	28.00	10	9.072	0.258	0.03	4.93
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	16.0 0	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	41.60	10	9.072	0.364	0.03	5.54
C6(2) (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	11.1 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	16.80	10	9.072	0.219	0.03	0.96
C6(3) (iluminación)	RV-K Multi 3G2.5	8.07	Aut: 10 {C',B'}	14.50	21.00	10	9.072	0.178	0.03	4.02
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	0.77	Aut: 10 {B'}	14.50	14.70	10	9.072	0.066	0.03	10.63
Sub-grupo 4			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6 (iluminación)	RV-K Multi 3G6	15.8 8	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	41.60	10	9.072	0.397	0.03	4.68
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G6	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	36.00	10	9.072	0.212	0.03	16.33
Subcuadro Cuadro individual 1.2	H07ZZ-F (AS) Multi 5G1.5	5.77	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	9.872	2.121	0.02	< 0.01
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4 polos							
C13 (Recarga VE)	RV-K 5G6	5.77	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	44.00	6	4.259	0.740	< 0.01	1.34
Subcuadro Cuadro individual 1.3	H07ZZ-F (AS) Multi 3G1.5	5.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	17.00	10	9.872	3.042	0.02	< 0.01
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	5.17	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	53.00	10	6.109	0.298	< 0.01	8.28
Subcuadro Cuadro individual 1.4	H07ZZ-F (AS) Multi 5G6	27.8 9	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	34.00	10	9.872	2.027	0.02	0.12
Sub-grupo 1			Dif: 40, 300, 4 polos							
C14 (Extractor+SIAV)	RV-K 5G2.5	2.96	Guard: 4	5.80	22.95	15	4.071	0.162	0.03	4.87

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6(2) (iluminación)	RV-K 3G2.5	15.6 9	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.50	6	4.071	0.308	0.03	1.34
C2 (tomas)	H07V-K 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.00	6	4.071	0.284	0.03	2.62
C6(4) (iluminación)	RV-K 3G2.5	1.23	Aut: 10 {C',B'}	14.50	30.00	6	4.071	0.154	0.03	5.42
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RV-K 3G6	15.7 1	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	39.00	6	4.071	0.352	0.03	5.95
C7 (tomas)	H07V-K 3G4	15.0 0	Aut: 16 {C',B'}	23.20	22.00	6	4.071	0.259	0.03	3.16
C13 (alumbrado de emergencia)	RV-K 3G2.5	0.99	Aut: 10 {C',B'}	14.50	30.00	6	4.071	0.164	0.03	4.76
C6(5) (iluminación)	RV-K 3G2.5	0.87	Aut: 10 {C',B'}	14.50	25.50	6	4.071	0.166	0.03	4.63
Sub-grupo 4			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6 (iluminación)	RV-K 3G6	15.6 9	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	39.00	6	4.071	0.343	0.03	6.24
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.0 0	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.00	6	4.071	0.790	0.03	0.13
C6(3) (iluminación)	RV-K 3G2.5	3.06	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	22.50	6	4.071	0.546	0.03	0.43

Leyenda

c.d.t caída de tensión (%)

c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)

I_c intensidad de cálculo del circuito (A)

I_z intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)

F_{Cagrup} factor de corrección por agrupamiento

R_{inc} porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)

I'_z intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)

I_2 intensidad de funcionamiento de la protección (A)

I_{cu} poder de corte de la protección (kA)

I_{ccc} intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)

I_{ccp} intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)

L_{max} longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)

P_{calc} potencia de cálculo (kW)

t_{iccc} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)

t_{iccp} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)

Leyenda

t_{ficc} tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Calidad de los materiales

3.1.1.- Generalidades

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos empleados en la instalación deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

3.1.2.- Conductores y sistemas de canalización

Conductores eléctricos

Antes de la instalación de los conductores, el instalador deberá facilitar, para cada uno de los materiales a utilizar, un certificado del fabricante que indique el cumplimiento de las normas UNE en función de los requerimientos de cada una de las partes de la instalación.

En caso de omisión por parte del instalador de lo indicado en el párrafo anterior, quedará a criterio de la dirección facultativa el poder rechazar lo ejecutado con dichos materiales, en cuyo caso el instalador deberá reponer los materiales rechazados sin sobrecargo alguno, facilitando antes de su reposición dichos certificados.

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

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

Conductores de neutro

La sección del conductor de neutro, según la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, y para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y los posibles desequilibrios, será como mínimo igual a la de las fases. Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.

Conductores de protección

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la caja general de protección (CGP), por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC-BT-26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

Tubos protectores

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70°C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC-BT-21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

3.1.2.1.- Línea general de alimentación

3.1.2.2.- Derivaciones individuales

Los conductores a utilizar estarán formados por:

- Cable unipolar XZ1 (S), con conductor de aluminio clase 2 de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm².

3.1.2.3.- Instalación interior

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores estarán formados por:

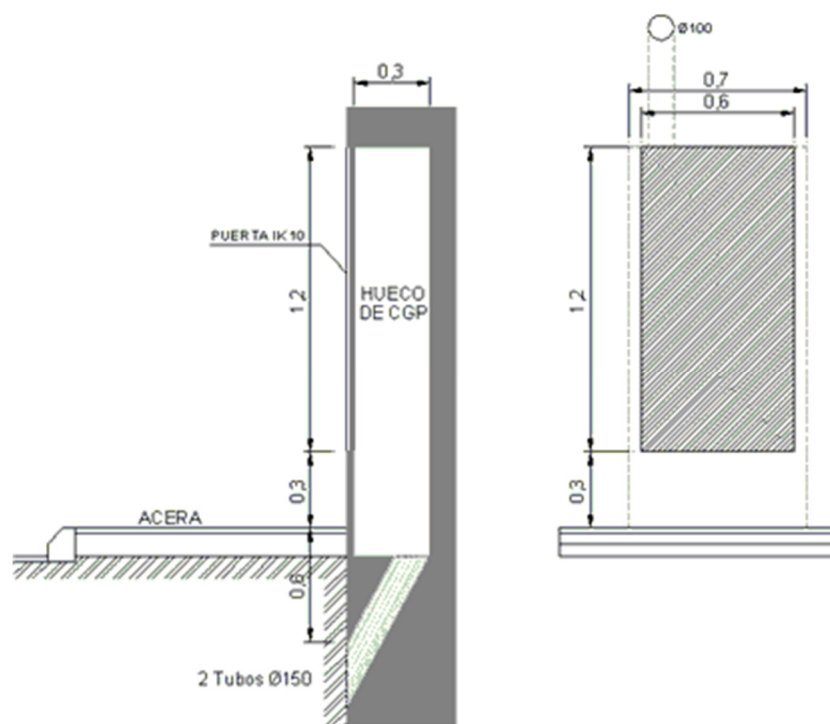
3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones

3.2.1.- Cajas Generales de Protección

Caja general de protección

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá de un borne de conexión a tierra para su refuerzo.

La parte inferior de la puerta se encontrará, al menos, a 30 cm del suelo, tal y como se indica en el siguiente esquema:



Su situación será aquella que quede más cerca de la red de distribución pública, quedando protegida adecuadamente de otras instalaciones de agua, gas, teléfono u otros servicios, según se indica en las instrucciones ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Las cajas generales de protección (CGP) se situarán en zonas de libre acceso permanente. Si la fachada no linda con la vía pública, la CGP se situará en el límite entre las propiedades pública y privada.

En este caso, se situarán en el linde de la parcela con la vía pública, según se refleja en el documento 'Planos'.

Las cajas generales de protección contarán con un borne de conexión para su puesta a tierra.

3.2.2.- Sistemas de canalización

Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad 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 desee 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 indicados en la norma UNE EN 5086-2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán 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.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante

el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará 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 m.

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

Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen 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, 0,50 m. 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 adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos de los mismos separados entre sí 5 cm aproximadamente, uniéndose posteriormente mediante manguitos deslizantes con una longitud mínima de 20 cm.

Tubos empotrados

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

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

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

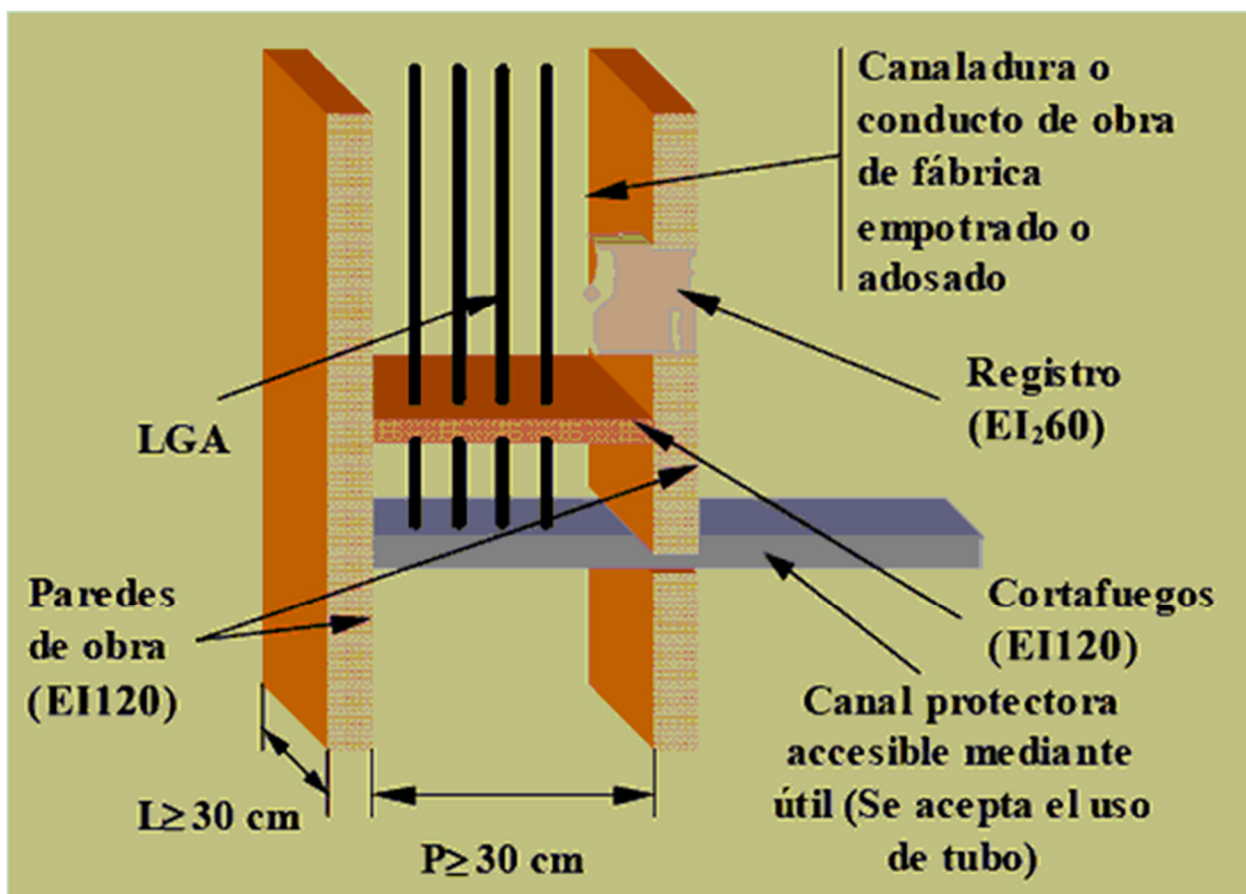
Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

Línea general de alimentación

Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente, lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común, salvo que dichos recintos sean protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

La canaladura o conducto será registrable y precintable en cada planta, con cortafuegos al menos cada tres plantas. Sus paredes tendrán una resistencia al fuego de EI 120 según CTE DB SI. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30x30 cm. y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI y no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común cuando estos sean recintos protegidos.



La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no será necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que será suficiente colocarlo directamente empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.

Derivaciones individuales

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando, por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta.

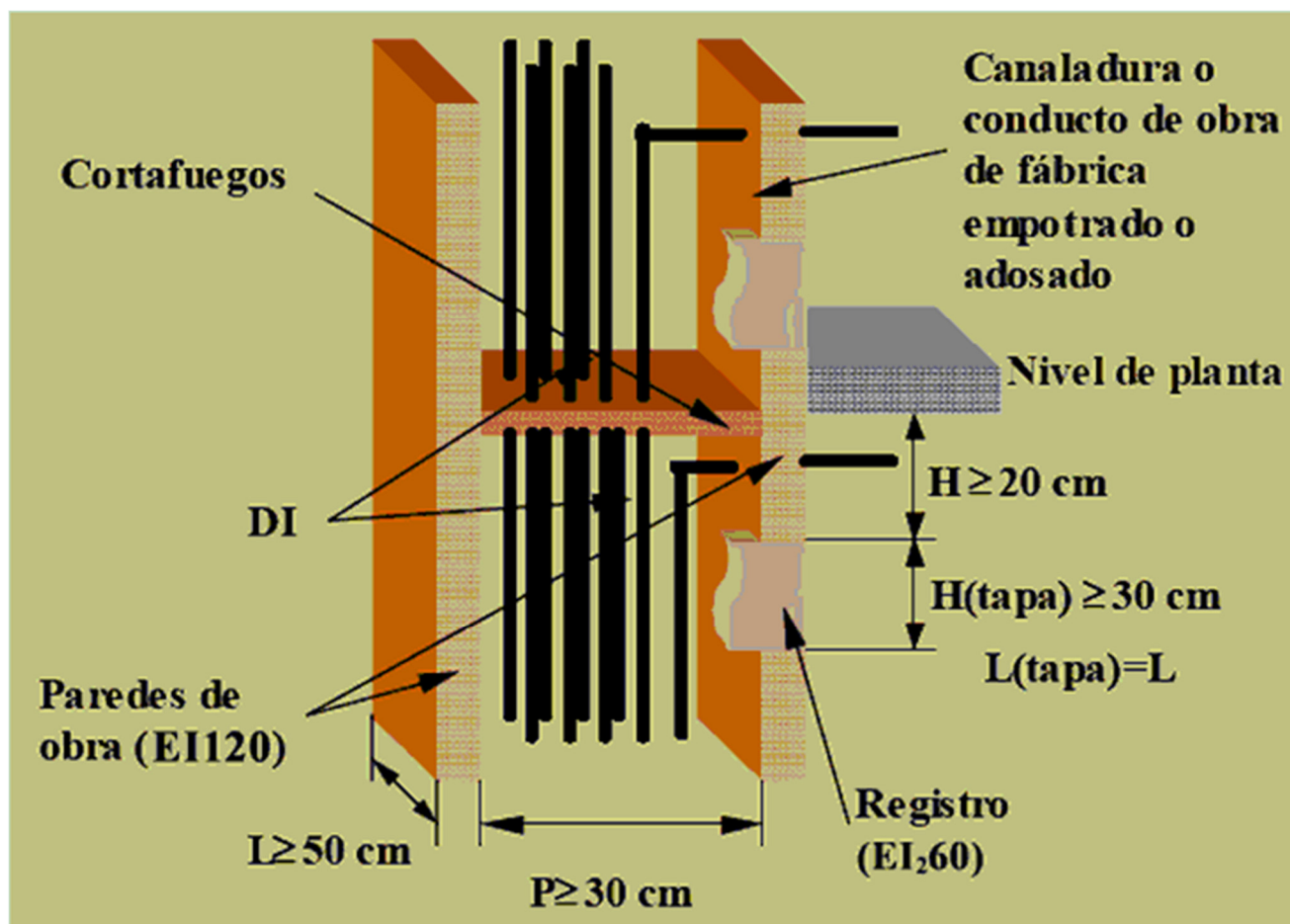
En cualquier caso, para atender posibles ampliaciones, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común. Si esto no es posible, quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado exclusivamente para este fin. Este conducto podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

Se dispondrán, además, elementos cortafuegos cada 3 plantas y tapas de registro precintables de la dimensión de la canaladura y de resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo, tal y como se indica en el gráfico siguiente:



Las dimensiones de la canaladura vendrán dadas por el número de tubos protectores que debe contener. Dichas dimensiones serán las indicadas en la tabla siguiente:

Nº de derivaciones	Anchura L (m)	
	Profundidad P = 0,15m (Una fila)	Profundidad P = 0,30m (Dos filas)
Hasta 12	0.65	0.50
13 - 24	1.25	0.65
25 - 36	1.85	0.95
37 - 48	2.45	1.35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

Los 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 y serán 'no propagadores de la llama'. Los elementos de conducción de cables, de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

3.2.3.- Centralización de contadores

Las centralizaciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

Cuando existan envolventes, estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan cualquier manipulación interior, pudiendo constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la centralización que lo precisen estarán marcados de forma visible para permitir una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponden.

La centralización de contadores estará formada por módulos destinados a albergar los siguientes elementos:

- Interruptor onnipolar de corte en carga.
- Embarrado general.
- Fusibles de seguridad.
- Aparatos de medida.
- Embarrado general de protección.
- Bornes de salida y puesta a tierra.
- Contador de servicios generales.

Sobre el módulo que aloja al interruptor onnipolar se colocará el módulo correspondiente a los servicios generales.

Se utilizarán materiales y conductores no propagadores de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida conforme a la norma UNE 21027-9 (si el material es termoestable) o a la norma UNE 211002 (si el material es termoplástico).

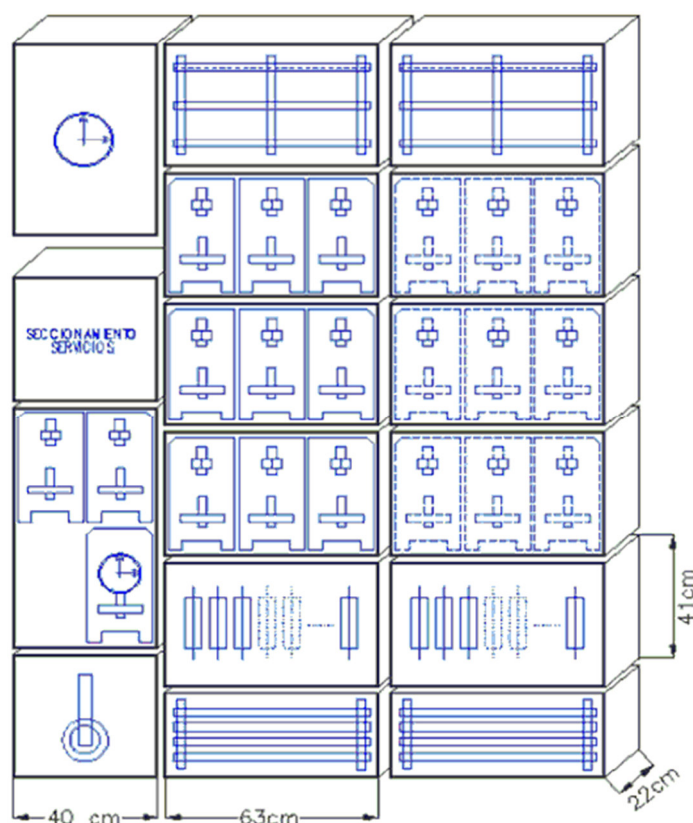
Dispondrán, además, del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas en el párrafo anterior, su color será rojo y tendrá una sección de 1,5 mm².

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio (salvo cuando existan centralizaciones por planta), empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada, lo más próximo a ella y a la canalización para las derivaciones individuales.
- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica parallamas mínima E 30.
- Las puertas de cierre dispondrán de la cerradura normalizada por la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente. En sus inmediaciones se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

Los recintos cumplirán, además, con las condiciones técnicas especificadas por la compañía suministradora, y su situación será la reflejada en el documento 'Planos'.

Las dimensiones de los módulos componentes de la centralización se indican a continuación, siendo el número de módulos, en cada caso, el indicado en los puntos anteriores:



3.2.4.- Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, 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. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

3.2.5.- Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

3.2.6.- Aparatos de protección

Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos

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

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 instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación y composición

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

Normas aplicables

Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada, sin el símbolo A, precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D), por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna, o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y |, si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2:1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su sustitución con la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte

estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.

- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

Protección contra sobretensiones transitorias de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

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.

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

Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

siendo:

R: Resistencia de puesta a tierra (Ω).

V_c: Tensión de contacto máxima (24V en locales húmedos y 50V en los demás casos).

I_s : Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

3.2.7.- Instalaciones interiores que contengan una bañera o ducha.

Todas aquellas instalaciones interiores de viviendas, locales comerciales, oficinas o cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o ducha, se ejecutarán según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-27.

Para este tipo de instalaciones se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 estará delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Está limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3, el grado de protección necesario será el IPX5 en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivos de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no ferreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial, deben estar conectados entre sí. La sección mínima de estos últimos estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

3.2.8.- Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

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.

En todos los casos, los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección de, al menos, 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

3.2.9.- Instalaciones en garajes

Generalidades

Según lo indicado en la instrucción ITC BT 29 en su apartado 4.2, los talleres de reparación de vehículos y los garajes en que puedan estar estacionados más de cinco vehículos serán considerados como un emplazamiento peligroso de Clase I, y se les dará la distinción de zona 1, en la que se prevé que haya de manera ocasional la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:

- Por tratarse de emplazamientos peligrosos, las instalaciones y equipos de garajes para estacionamiento de más de cinco vehículos deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción ITC-BT-29.
- No se dispondrá dentro de los emplazamientos peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los emplazamientos peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el emplazamiento peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho emplazamiento.
- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 m sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.
- Los equipos eléctricos que se instalen deberán ser de las Categorías 1 ó 2.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

La ventilación, ya sea natural o forzada, se considera suficientemente asegurada cuando:

- Ventilación natural: Admisible solamente en garajes con fachada al exterior en semisótano, o con "patio inglés". En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior de 0,5% de la superficie del local del garaje.
- Ventilación forzada: Para todos los demás casos, es decir, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando se asegure una renovación mínima de aire de $15 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Cuando la superficie del local en su conjunto sea superior a 1000 m^2 , en los aparcamientos públicos debe asegurarse el funcionamiento de los dispositivos de renovación del aire, con un suministro complementario, siendo obligatorio disponer de aparatos detectores de CO que accionen automáticamente la instalación de ventilación.

3.2.10.- Alumbrado

Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, como mínimo, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

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

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimentan. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1,8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0,90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, no será superior al 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas 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 dicho local.

3.2.11.- Motores

Según lo establecido en la instrucción ITC-BT-47, los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de éstas.

Para evitar un calentamiento excesivo, 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. En el caso de que los conductores de conexión alimenten a varios motores, estos estarán 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 los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en sus fases. En los motores trifásicos, además, debe estar cubierto el riesgo de falta de tensión en una de sus fases.

3.3.- Pruebas reglamentarias

3.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

3.3.2.- Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \cdot U$, siendo 'U' la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y no inferior a 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

La propiedad recibirá, a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

3.5.- Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

3.6.- Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DB-HE3

Los edificios disponen de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permite ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimiza el aprovechamiento de la luz natural.

****Debido a la similitud entre las estancias del edificio pueden extrapolarse los diferentes cálculos obtenidos a las estancias no calculadas, considerando suficientes los locales calculados y observando el cumplimiento de los mismos con la reglamentación vigente.**

HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
Ámbito de aplicación: Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en: edificios de nueva construcción; rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada; reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve 41a instalación de iluminación.

Sistemas de control y regulación

Sistema de encendido y apagado manual

- ☒ Toda zona dispondrá, al menos, de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.

Sistema de encendido: detección de presencia o temporización

- ☒ Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Sistema de aprovechamiento de luz natural

- ☒ Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario. Quedan excluidas de cumplir esta exigencia las zonas comunes en edificios residenciales, habitaciones de hoteles, hospitales...tiendas y pequeño comercio.

zonas con cerramientos acristalados al exterior, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

$\theta > 65^\circ$	θ	ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales. (ver figura 2.1)
$T \cdot \frac{A_w}{A} > 0,11$	T	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	A_w	área de acristalamiento de la ventana de la zona [m ²].
	A	área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas)[m ²].

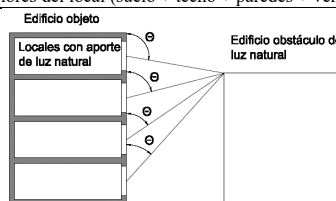


Figura 2.1

zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

Pacios no cubiertos:

$a_i > 2 \times h_i$	a_i	anchura
	h_i	distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.2)

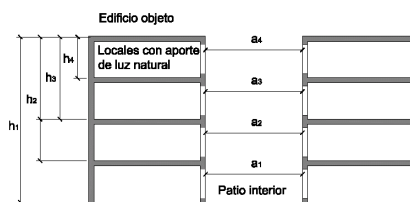


Figura 2.2

Pacios cubiertos por acristalamientos:

$a_i > (2 / T_c) \times h_i$	h_i	distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.3)
	T_c	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.



Figura 2.3

Que se cumpla la expresión siguiente:

$T \cdot \frac{A_w}{A} > 0,11$	T	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	A_w	área de acristalamiento de la ventana de la zona [m ²].
	A	área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas)[m ²].

- la ratio w/m2 oscila entre 0,77 y 2,27 w/m2.

4.- Instalación de calefacción

1. ANTECEDENTES

Para la ampliación se instalará una nueva caldera para la calefacción de las nuevas aulas.

2. OBJETO.

El objeto de este proyecto es el de ofrecer detalles del cálculo y diseño de los componentes de la instalación de calefacción. No se instalará agua caliente.

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.
- . Código Técnico Edificación.
- . Reglamento de Recipientes a Presión.
- . Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. RD-842/2002.

5. SISTEMA DE INSTALACION

Para dar servicio de calefacción se ha previsto una caldera Wolf CGB 100. Potencia útil:92-99kW. Rendimiento estacional: 40/30 °C (PCI/PCS) 110/99. 75/60°C (PCI/PCS) 107/96 %

- Sistema primario de generación de calor compuesto por los siguientes elementos:
Conjunto hidráulico con aguja de equilibrado para 10 m3/h

El sistema primario tendrá dos niveles de funcionamiento básico:

1. Inicio de funcionamiento de los sistemas de calefacción, donde el primario trabajará con un salto de temperaturas de 80 – 65 °C.
 2. 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).
- Sistemas secundarios de calor (impulsión y retorno) compuestos por:
 - 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.
 - Circuito secundario 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.
 - A continuación, se exponen algunos de los elementos de este circuito secundario:
 - Todos los circuitos (primarios y secundarios) llegarán sus correspondientes sistemas de bombeo, compuestos por bombas gemelas siempre que sea posible.
 - El combustible de los generadores de calor será gas natural. La potencia instalada de los mismos supera los 70 KW. 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, mediante instalación ya existente.

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 accionada 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 sala existente.

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

Las canalizaciones tanto de fuerza como de alumbrado están 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 son estancos.

El cuadro de protección se sitúa próximo a la puerta de acceso, es metálico, estanco, y alberga los mecanismos de protección contra sobrecarga y contactos indirectos.

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

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

11. CALCULO 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

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.

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

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

$$P_i = I_{real} * S * 0.30 * (T_i - T_e).$$

Siendo:

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

v = Velocidad del viento en m/seg.

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

P_i = Perdidas por infiltración.

I = Infiltración ventana tipo.

11.4.-PERDIDAS POR RENOVACIÓN

$$P_r = 0.30 * (T_i - T_e) * Volumen * N^{\circ} \text{ de renovaciones.}$$

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

$$PERDIDA \text{ TOTAL} = (P_t + P_i \text{ o } P_r) * (I_s + I_i + I_a + I_e).$$

Siendo :

I_s = Incremento situación (10%).

I_i = Incremento intermitencia (15%).

I_a = Incremento por altura (10%).

I_e = Incremento por esquina (10%).

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

11.6.-CALCULO 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) 88.351 W.

Se instalará 1 caldera de condensación a gas de 100 KW.

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 llevaran aislamiento a base coquillas de espuma elastomérica o sistema de aislamiento equivalente homologado, con los espesores indicados en RITE. En concreto, para diámetros hasta 32 mm el espesor es de 25 mm y para diámetros superiores es de 32 mm

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

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

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

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.



CIRCUITO DE RADIADORES				DIAMETRO REAL DE CALCULO		DIAMETRO STANDAR SELECCIONADO			
Descripción ó N° de Tramo	Longitud ml	Longitud equ ml	Caudal l/h	Dc mm	Velocidad m/s	Dr mm	Perdida Real mmca/ml	Perdida total mmca	Velocidad m/s
CIRCUITO DE RADIADORES BAJA									
1-2	10	26,00	2.494,43	31,90	0,87	40,80	12,08	314	0,53
3-R1	4	10,40	156,09	11,11	0,45	11,40	35,25	367	0,42
2-3	14	36,40	1.564,07	26,71	0,78	32,60	15,16	552	0,52
3-4	7	18,20	1.407,98	25,66	0,76	32,60	12,48	227	0,47
4-5	13	33,80	339,61	14,93	0,54	16,00	28,59	966	0,47
5-R2	8	20,80	156,09	11,11	0,45	11,40	35,25	733	0,42
5-R3	5	13,00	183,52	11,81	0,47	16,00	9,14	119	0,25
4-6	3	7,80	1.068,37	23,10	0,71	26,00	22,49	175	0,56
6-R4	3	7,80	116,36	9,93	0,42	11,40	20,46	160	0,32
6-7	3	7,80	952,01	22,11	0,69	26,00	18,17	142	0,50
7-R5	3	7,80	109,99	9,72	0,41	11,40	18,44	144	0,30
7-8	3	7,80	842,02	21,10	0,67	26,00	14,47	113	0,44
8-R6	3	7,80	119,28	10,03	0,42	11,40	21,42	167	0,32
8-9	3	7,80	722,74	19,91	0,65	20,40	35,50	277	0,61
9-R7	8	20,80	156,09	11,11	0,45	11,40	35,25	733	0,42
9-10	9	23,40	566,65	18,15	0,61	20,40	22,62	529	0,48
10-R8	8	20,80	156,09	11,11	0,45	11,40	35,25	733	0,42
10-11	3	7,80	410,56	16,05	0,56	20,40	12,46	97	0,35
11-R9	3	7,80	73,19	8,33	0,37	11,40	8,67	68	0,20
11-12	5	13,00	337,37	14,90	0,54	16,00	28,24	367	0,47
12-R10	3	7,80	90,64	9,03	0,39	11,40	12,88	100	0,25
12-13	3	7,80	246,73	13,22	0,50	16,00	15,82	123	0,34
13-R11	8	20,80	156,09	11,11	0,45	11,40	35,25	733	0,42
13-R12	5	13,00	90,64	9,03	0,39	11,40	12,88	167	0,25
2-14	10	26,00	930,36	21,91	0,69	26,00	17,41	453	0,49
14-15	5	13,00	268,97	13,66	0,51	16,00	18,56	241	0,37
15-R13	3	7,80	99,46	9,36	0,40	11,40	15,30	119	0,27
15-R14	7	18,20	169,51	11,46	0,46	16,00	7,89	144	0,23
14-16	3	7,80	661,39	19,25	0,63	20,40	30,12	235	0,56
16-R15	3	7,80	99,46	9,36	0,40	11,40	15,30	119	0,27
16-17	5	13,00	561,93	18,09	0,61	20,40	22,28	290	0,48
17-R16	3	7,80	49,62	7,18	0,34	11,40	4,22	33	0,14
17-18	4	10,40	512,31	17,46	0,59	20,40	18,77	195	0,44
18-R17	3	7,80	60,72	7,75	0,36	11,40	6,13	48	0,17
18-19	4	10,40	451,59	16,64	0,58	20,40	14,86	155	0,38
19-R18	3	7,80	41,37	6,70	0,33	11,40	3,01	24	0,11
19-20	3	7,80	410,22	16,05	0,56	20,40	12,44	97	0,35
20-R19	3	7,80	41,37	6,70	0,33	11,40	3,01	24	0,11
20-21	30	78,00	368,85	15,41	0,55	16,00	33,31	2.598	0,51
21-R20	3	7,80	122,95	10,14	0,42	11,40	22,66	177	0,33
21-22	4	10,40	245,90	13,21	0,50	16,00	15,72	163	0,34
22-R21	3	7,80	122,95	10,14	0,42	11,40	22,66	177	0,33
22-R22	6	15,60	122,95	10,14	0,42	11,40	22,66	353	0,33
(mas desfavorable)									
PERDIDA TOTAL							4.853	mmca	



CIRCUITO DE RADIADORES				DIAMETRO REAL DE CALCULO		DIAMETRO STANDAR SELECCIONADO			
Descripción ó N° de Tramo	Longitud ml	Longitud equ ml	Caudal l/h	Dc mm	Velocidad m/s	Dr mm	Perdida Real mmca/ml	Perdida total mmca	Velocidad m/s
CIRCUITO DE RADIADORES PRIMERA									
1-2	10	26,00	4.987,70	41,53	1,02	51,40	14,17	368	0,67
2-3	7	18,20	2.609,52	32,45	0,88	40,80	13,13	239	0,55
3-4	5	13,00	780,06	20,49	0,66	26,00	12,56	163	0,41
4-R1	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
4-5	4	10,40	619,35	18,77	0,62	20,40	26,67	277	0,53
5-R2	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
5-6	6	15,60	458,64	16,74	0,58	20,40	15,29	239	0,39
6-R3	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
6-7	7	18,20	297,93	14,21	0,52	16,00	22,43	408	0,41
7-R4	5	13,00	197,20	12,14	0,47	16,00	10,45	136	0,27
7-R5	9	23,40	100,73	9,40	0,40	11,40	15,66	367	0,27
3-8	4	10,40	1.829,46	28,35	0,81	32,60	20,26	211	0,61
8-R6	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
8-9	4	10,40	1.668,75	27,37	0,79	32,60	17,09	178	0,56
9-R7	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
9-10	4	10,40	1.508,04	26,34	0,77	32,60	14,17	147	0,50
10-R8	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
10-11	6	15,60	1.347,33	25,23	0,75	26,00	34,57	539	0,70
11-R9	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
11-12	5	13,00	1.186,62	24,04	0,73	26,00	27,32	355	0,62
12-R10	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
12-13	2	5,20	1.025,91	22,75	0,70	26,00	20,87	109	0,54
13-R11	3	7,80	100,73	9,40	0,40	11,40	15,66	122	0,27
13-14	3	7,80	925,18	21,87	0,68	26,00	17,23	134	0,48
14-R12	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
14-15	7	18,20	764,47	20,34	0,65	26,00	12,10	220	0,40
15-R13	3	7,80	165,38	11,35	0,45	11,40	39,24	306	0,45
15-16	4	10,40	599,09	18,53	0,62	20,40	25,08	261	0,51
16-R14	3	7,80	166,12	11,37	0,45	11,40	39,56	309	0,45
16-17	3	7,80	432,97	16,38	0,57	20,40	13,75	107	0,37
17-R15	3	7,80	166,12	11,37	0,45	11,40	39,56	309	0,45
17-18	2	5,20	266,85	13,62	0,51	16,00	18,29	95	0,37
18-R16	3	7,80	100,73	9,40	0,40	11,40	15,66	122	0,27
18-R17	6	15,60	166,12	11,37	0,45	11,40	39,56	617	0,45
2-19	6	15,60	2.378,18	31,32	0,86	32,60	32,94	514	0,79
19-20	2	5,20	739,46	20,08	0,65	20,40	37,04	193	0,63
20-R18	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
20-21	3	7,80	578,75	18,29	0,61	20,40	23,53	184	0,49
21-R19	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
21-22	7	18,20	418,04	16,16	0,57	20,40	12,88	234	0,36
22-R20	3	7,80	177,33	11,66	0,46	16,00	8,58	67	0,24
22-R21	3	7,80	240,71	13,10	0,50	16,00	15,11	118	0,33
19-23	2	5,20	1.638,72	27,18	0,78	32,60	16,53	86	0,55
23-R22	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
23-24	4	10,40	1.478,01	26,14	0,77	32,60	13,65	142	0,49
24-R23	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
24-25	4	10,40	1.317,30	25,02	0,74	26,00	33,15	345	0,69
25-R24	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
25-26	3	7,80	1.156,59	23,81	0,72	26,00	26,06	203	0,61
26-R25	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
26-27	4	10,40	995,88	22,49	0,70	26,00	19,75	205	0,52
27-R26	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
27-28	4	10,40	835,17	21,03	0,67	26,00	14,26	148	0,44
28-R27	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
28-29	4	10,40	674,46	19,39	0,63	20,40	31,24	325	0,57
29-R28	3	7,80	160,71	11,23	0,45	11,40	37,21	290	0,44
29-30	22	57,20	513,75	17,48	0,59	20,40	18,87	1.079	0,44
30-R29	3	7,80	171,25	11,51	0,46	16,00	8,04	63	0,24
30-31	4	10,40	342,50	14,98	0,54	16,00	29,04	302	0,47
31-R30	3	7,80	171,25	11,51	0,46	16,00	8,04	63	0,24
31-R31	6	15,60	171,25	11,51	0,46	16,00	8,04	125	0,24
(mas desfavorable)									
PERDIDA TOTAL								3,843	mmca

CIRCUITO DE SIAVs				DIAMETRO REAL DE CALCULO		DIAMETRO STANDAR SELECCIONADO			
Descripción ó Nº de Tramo	Longitud ml	Longitud equ ml	Caudal l/h	Dc mm	Velocidad m/s	Dr mm	Pérdida Real mmca/ml	Pérdida total mmca	Velocidad m/s
CIRCUITO DE SIAVs									
1-2	8	20,80	890,00	21,55	0,68	26,00	16,04	334	0,47
2-3	15	39,00	300,00	14,24	0,52	16,00	22,72	886	0,41
3-SIAV1 PB	5	13,00	150,00	10,94	0,44	11,40	32,75	426	0,41
3-SIAV2 PB	30	78,00	150,00	10,94	0,44	11,40	32,75	2.554	0,41
2-4	15	39,00	590,00	18,43	0,61	20,40	24,38	951	0,50
4-SIAV3 P1	35	91,00	220,00	12,66	0,49	16,00	12,79	1.164	0,30
4-5	15	39,00	370,00	15,43	0,55	16,00	33,50	1.307	0,51
5-SIAV4 P1	10	26,00	150,00	10,94	0,44	11,40	32,75	851	0,41
5-SIAV5 P1	12	31,20	220,00	12,66	0,49	16,00	12,79	399	0,30
(mas desfavorable)									
PERDIDA TOTAL							3.443	mmca	

11.6.3.-Bombas de circulación

Para calcular las bombas de circulación tomamos las pérdidas de carga de los circuitos ya calculada en el apartado de tuberías y el caudal de agua desplazar.

$$\text{Caudal} = \text{Pot.Term.} / \text{Salto Ter} * 1000, \text{ m}^3/\text{h}.$$

El circuito primario dispone de grupos hidráulico prefabricados y adaptados a la potencia de las calderas.

Los circuitos de calefacción secundarios son los siguientes:

- Primario de calderas
Incluidas en el kit hidraulico UPER 32-80 o similar. Circuito de radiadores planta baja
Caudal= 2,5 m³/h
Presión= 5 mca.
- Circuito de radiadores planta baja
Caudal= 3 m³/h
- Presión= 6 mca.
- Circuito de radiadores planta primera
Caudal= 5 m³/h
- Presión= 6 mca.
- Circuito de climatizadores de aire limpio.
Caudal= 1.6 m³/h
Presión= 5 mca.

11.6.4.- Cálculo del vaso de expansión

- Cálculo del vaso expansión según la norma UNE 100155:2004, recomendada por el RITE.

La fórmula de cálculo del volumen del vaso es $V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$

donde:

V_t es el volumen total del vaso de expansión.

V es el volumen total de agua en el circuito.

C_e es el coeficiente de dilatación del fluido.

C_p es el coeficiente de presión del gas (aire o nitrógeno, según con qué llenemos el vaso).

Se disponen de un vaso de expansión, de 100 l, en el colector de retorno con las siguientes características (temperatura mínima de llenado 10°C, temperatura máxima 80°C, volumen de la instalación 1350 litros).

11.6.7.- Cálculo de radiadores

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

$$Q = Q_n * (I_t/50)$$

Q = Emisión Calorífica Real.

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

I_t = Salto Térmico ($t_m - t_a$).

n = Exponente Característico.

El Salto Térmico (I_t), lo calculamos:

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

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

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

$$I_t = T_e - T_s / \ln (I_{te}/I_{ts}).$$

Siendo:

T_s = Temperatura de Salida.

T_e = Temperatura de Entrada.

T_a = Temperatura de ambiente.



$Its = ts - ta$

$Ite = te - ta$

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

Fc = Factor de Corrección situación radiador.

La selección de radiadores se hace con un salto térmico de 40°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
Batería siav	3400	40,0	60,0	293	270,0	0,0	SIAV AL-25.16G
Batería siav	5000	40,0	60,0	430	270,0	0,0	SIAV AL-25.24G

RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DB-HE2

La ampliación dispondrá de instalación térmica apropiada destinada a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando su rendimiento y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE RD 1027/2.007.

El cumplimiento de esta exigencia se justifica con la Ficha de cumplimiento del RITE y en el Anejo de las Instalaciones Térmicas (Fontanería y calefacción).

TIPO DE INSTALACIÓN Y POTENCIA PROYECTADA (Art. 15 RITE)

- ☒ Nueva planta
 ☐ Reforma, cambio o inclusión de instalaciones
 ☐ Reforma por cambio de uso

POTENCIA PROYECTADA

- ☒ Potencia térmica nominal de los generadores de frío o calor instalados

Generadores de calor:	
A.C.S (Kw.)	
Calefacción (Kw.)	88 Kw
TOTAL (calefaccion+ACS)	88 Kw
Calderas	92 KW Potencia a 80/60°C
	99 KW Potencia a 50/30°C
Total	92 KW Potencia a 80/60°C
	99 Potencia a 50/30°C
Mixtos (Kw.)	-
Producción Total de Calor	99 Kw a 50/30°C)

Generadores de frío:	
Refrigeradores (Kw.)	-
Enfriadora	- KW
Total	- Kw

Potencia térmica nominal total de instalaciones individuales

99 Kw (99 Kw a 50/30°C) CALOR

DOCUMENTACIÓN EXIGIDA SEGÚN LA POTENCIA TÉRMICA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN

- ☐ Ninguna exigencia (Pot<5 kW)
 ☐ Memoria Técnica (5<Pot<70 kW)
 ☒ Proyecto Técnico (Pot>70 kW)

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE (IT 1.1.)

EXIGENCIA DE CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE (IT 1.1.4.1).	<input checked="" type="checkbox"/> La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación por cumplirse los valores establecidos en la IT 1.1.4.1.			
	Estación	Temperatura Operativa (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad media del aire (m/s)
	Verano	23...25 24	45...60 50	0,18.... 0,24 0,20



	Invierno	21...23	21	40...50	50	0,15.... 0,20	0,20
EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IT 1.1.4.2)	<input type="checkbox"/> En base al Art. IT 1.1.4.2.1. en los edificios de viviendas, en los locales habitables del interior de las mismas, almacenes de residuos, trasteros, aparcamientos y garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación y que se justifican en este Proyecto en el apartado correspondiente.						
EXIGENCIA DE HIGIENE (IT 1.1.4.3)	<input type="checkbox"/> En la preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico – sanitaria para la prevención y control de la legionelosis <input checked="" type="checkbox"/> Las redes de conductos tienen aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la Norma UNE ENV- 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección <input checked="" type="checkbox"/> Los falsos techos tienen registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos						
EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA (IT 1.1.4.4.)	<input checked="" type="checkbox"/> Las instalaciones térmicas del edificio cumplen las exigencias del Documento Básico DB HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación que les afectan y que se justifican en este Proyecto en el apartado correspondiente.						

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (IT 1.2)

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.2.4.1)	<input checked="" type="checkbox"/> La instalación térmica proyectada cumple los requisitos de eficiencia energética de generación de calor y frío establecidos en la IT 1.2.4.1. como se justifica en la memoria de cálculo correspondiente que se incluye en este Proyecto.
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO (IT 1.2.4.2)	<input checked="" type="checkbox"/> Las redes de tuberías dispondrán como mínimo el aislamiento térmico establecido según el procedimiento simplificado de la IT 1.2.4.2.1.2.
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS (IT 1.2.4.3)	<input checked="" type="checkbox"/> La variación del fluido portador (aire o agua) se controlará en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica <input type="checkbox"/> El sistema de calefacción por agua de las viviendas dispondrá de una válvula termostática en cada unidad terminal de los locales principales de la misma (salón, dormitorio, etc.)
EXIGENCIA DE CONTABILIZACIÓN DE LOS CONSUMOS (IT 1.2.4.4)	<input checked="" type="checkbox"/> No existen instalaciones térmicas en el edificio que den servicio a más de un usuario y, por lo tanto, no será exigible ningún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (Calor, Frío, Agua Caliente Sanitaria) entre los distintos usuarios <input checked="" type="checkbox"/> Se instalarán dispositivos que midan el consumo o tiempo de funcionamiento <input checked="" type="checkbox"/> Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor de 20 kW disponen de un dispositivo que permite registrar el número de arrancadas del mismo.
EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE LA ENERGÍA (IT 1.2.4.5)	<input checked="" type="checkbox"/> En el sistema de climatización del edificio el caudal de aire expulsado al exterior es inferior a 0,5 m³/s por lo que no será necesario recuperar la energía del aire expulsado. <input checked="" type="checkbox"/> Se ha previsto un sistema de zonificación de la instalación de climatización a efectos de obtener un elevado bienestar y ahorro de energía, teniendo en cuenta la compartimentación de espacios interiores, orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento
EXIGENCIA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES (IT 1.2.4.6)	<input checked="" type="checkbox"/> Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) cumplen con la exigencia fijada en la sección HE 4 “Contribución solar mínima de producción de agua caliente sanitaria” del Código Técnico de la Edificación y que se justifica en el apartado correspondiente de este Proyecto.
EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA CONVENCIONAL (IT 1.2.4.7)	<input checked="" type="checkbox"/> No existen en el edificio instalaciones centralizadas que utilicen energía eléctrica directa por efecto Joule para la producción de calefacción. <input checked="" type="checkbox"/> Los locales no habitables del edificio no están climatizados <input checked="" type="checkbox"/> No existen locales climatizados por procesos sucesivos de enfriamiento-calentamiento ni por la acción sucesiva de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos. <input checked="" type="checkbox"/> No existen instalaciones térmicas que utilicen combustibles sólidos de origen fósil



JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD (IT 1.3.)

SEGURIDAD EN GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.3.4.1)	<p><input checked="" type="checkbox"/> Los generadores de frío o calor instalados cumplen la reglamentación vigente exigible según el tipo de combustible que empleen y están dotados de los dispositivos de seguridad exigidos por la IT 1.3.4.4.1.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La dependencia donde se ubicarán los equipos de la instalación térmica TIENE LA CONSIDERACIÓN DE SALA DE MÁQUINAS, conforme a la Instrucción IT 1.3.4.1.2.1, pues supera la potencia nominal de 70 Kw.</p>
SEGURIDAD EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO (IT 1.3.4.2)	<p><input checked="" type="checkbox"/> Las redes de tuberías estarán dimensionadas y disponen de los elementos de seguridad (vaciado, purga, expansión, etc.) exigidos por la IT 1.3.4.2. tal y como se describe en el Anejo de Cálculo y refleja en los planos correspondientes a la instalación.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Los conductos cumplen en materiales y fabricación con las normas UNE de aplicación.</p> <p><input type="checkbox"/> Los plenums previstos en la instalación cumplen los requisitos de la IT 1.3.4.2.10.2 Al tratarse de un edificio de viviendas, en base a la IT 1.3.4.2.10.5, los pasillos y vestíbulos pueden utilizarse como plenums de retorno.</p>
EXIGENCIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IT 1.3.4.3)	<p><input checked="" type="checkbox"/> Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica y que se justifica en el apartado correspondiente de este Proyecto.</p>
EXIGENCIA DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN (IT 1.3.4.4)	<p><input checked="" type="checkbox"/> Ninguna superficie de la instalación con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tendrá una temperatura mayor de 60°C</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Los equipos y aparatos están situados facilitando su limpieza, mantenimiento y conservación</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos está previsto un acceso fácil en el falso techo cerca de cada aparato que puede ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> En edificios de nueva construcción las unidades exteriores de los equipos autónomos de refrigeración situadas en fachada deben integrarse en la misma, quedando ocultas a la vista.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de las mismas y de sus accesorios, además de facilitar el montaje del aislamiento térmico, salvo cuando vayan empotradas.</p>

5.- Sistema de ventilación

1. ANTECEDENTES

La ventilación se hará con equipos de aire limpio.

2. 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.

3. NORMATIVA LEGAL

En la redacción y estudio de este proyecto de Ventilación nos atendremos 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.

4. DESCRIPCION 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-25.08G ,SIAV AL-25.16G y. SIAV 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.

La instalación de extracción de aseos consta extractores tipo in line, 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.

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 directo son:

Planta	Descripción	Caudal de aire total instalado (m ³ /h)	Caudal de aire primario instalado (m ³ /h)	Caudal de aire recirculado (m ³ /h)	SIAY
Planta Baja	Aula Primaria 1	800	444,28	225,72	AL-25.24G
Planta Baja	Aula Primaria 2	800	495,33	247,67	
Planta Baja	Aula Primaria 3	800	495,33	304,67	
Planta Baja	Aula Primaria 4	800	495,33	304,67	AL-25.16G
Planta Baja	Aula Primaria 5	800	495,33	304,67	AL-25.16G
Planta Baja	Aula Primaria 6	800	495,33	304,67	
Planta Baja	Aula Primaria 7	800	495,33	304,67	AL-25.16G
Planta Baja	Aula Primaria 8	800	435,87	264,13	
Planta Primera	Aula Primaria 10	800	422,43	277,57	AL-25.16G
Planta Primera	Aula Primaria 11	800	486,47	263,53	
Planta Primera	Aula Primaria 12	800	457,91	292,09	
Planta Primera	Aula Primaria 13	800	493,78	356,22	
Planta Primera	Aula Primaria 14	800	421,27	328,73	
Planta Primera	Aula Primaria 15	800	493,67	386,33	AL-25.16G
Planta Primera	Aula Primaria 16	800	475,34	374,66	
Planta Primera	Aula Primaria 17	800	461,75	388,25	
Planta Primera	Aula Primaria 18	800	403,29	316,71	

1.5.2 Localización y clasificación de la calidad de aire exterior.

El Edificio se encuentra localizado en la Avenida Osa Menor s/n, Móstoles. 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:

$$Q = 10 \times \frac{G_o}{C_{api} - C_{ape}} \times E_p$$

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 Ev de 0,8.

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

Por lo que podemos calcular lo siguiente:

$$Q = 10x \frac{Go}{Capi - Cape} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go \cdot Ep}{Capi - Cape} x \frac{1}{Ev}$$

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

Ev = Eficacia de la ventilación = 0,8

Con lo que tendremos:

$$Q = 10x \frac{Go \cdot Ep}{Capi - Cape} x \frac{1}{Ev} = 10x \frac{Go \cdot 0,08}{Capi - Cape} x \frac{1}{0,8}$$

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%.

1.5.8 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 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.

1.5.11 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. |



ANEXO II: Certificados de conformidad y CE

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)


Director General
Nombre del Organismo - Firma
(Name of the body - signature)



DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO



aire
limpio



NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD
(Directiva 2006/42/CE)

Aire Limpio 2000 S.L., Calle Velazquez, 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



DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO



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 ppm_v, 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



DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO



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.

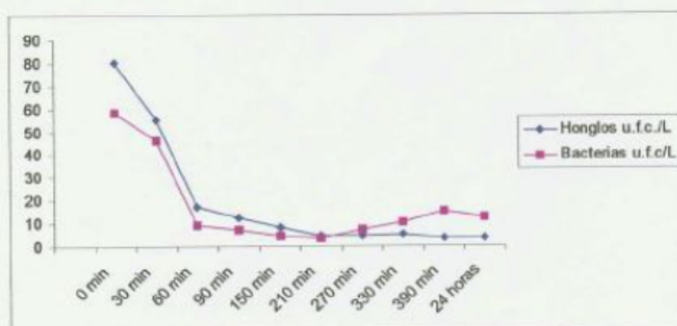
Los medios de cultivo utilizados fueron: TSA (Agar Triptona Soja) para bacterias y Agar Sabouraud con Cloranfenicol para hongos; las temperaturas y tiempos de incubación 32°C, 72 horas en el primer caso y 24°C 4 días en el segundo

PROCEDIMIENTO:

- A tiempo cero (sin haber puesto en funcionamiento el aparato purificador); se procedió a tomar una medida del nº 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



DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO

Se indica que estos aparatos serían capaces de depurar el aire incluso sin aporte de aire exterior con lo que el ahorro de energía es máximo al no tener que calentar/enfriar ningún tipo de fluido (ni agua, ni aire). No obstante, se ha considerado un aporte exterior mínimo por motivos conceptuales. El caudal máximo de aire exterior que puede ser introducido en estas unidades es de 600 m³/h y es el que se ha utilizado para calcular los conductos de aporte de este aire exterior, este es un caudal máximo. Como el caudal necesario instalado es menor, para controlar este aporte se dispone de compuerta de regulación antes del aparato. No obstante, como estos aparatos poseen la capacidad de tratar el aire sin aporte de aire exterior, los conductos de retorno se calcularán para un retorno completo de 1600 m³/h. Si el caudal de retorno fuese menor, se podrá regular mediante las compuertas de regulación que poseen las rejillas de retorno.

En el informe de Aire Limpio se indican las correcciones sonoras que se deben realizar en los aparatos. No obstante, como medida complementaria los aparatos se instalarán en el pasillo para evitar que el emisor de ruido se encuentre en el propio local.

4.2. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN

El centro docente se encuentra en Móstoles y por tanto consideraremos una calidad de aire exterior ODA 2.

Conforme a las exigencias de la IT 1.1.4.2.4 del RITE, teniendo en cuenta que la calidad mínima exigida al aire interior del edificio es un IDA 2, la filtración mínima será por medios convencionales sería:

	Filtración de partículas
	IDA 2
	Filtros previos
ODA 2	F6
	Filtros finales
ODA 2	F8

El sistema elegido SIAV dispone de los siguientes filtros y características de los mismos:

- Filtro de Polarización Activa V8 (Duración aprox. 18 meses)
Eficiencia: F9
Pérdida de Carga inicial: 57 Pa Pérdida de carga final: 180 Pa Capacidad de retención: 2.885 g (a 100 Pa) Medidas: 287 x 596 x 95
- Filtro antipartículas (Duración aprox. 18 meses)
Eficiencia: H13 Absoluto HEPA 99,97% @ 0,3 µ
9,8m² de Superficie filtrante
Medidas: 300 x 600 x 150
- Filtro trisorbente (Duración aprox. 18 meses)
CPZ: Filtro compuesto por una mezcla de Carbón Activado, Permanganato de Potasio y Zeolita
Eficiencia: 90% para gases y olores.
Medidas: 300 x 600 x 25

4.3. EXTRACCIÓN DE AIRE

Consideramos para la extracción de aire de aseos una calidad AE 3

Los caudales mínimos a extraer serán conforme a las exigencias de la IT 1.1.4.2.5 del RITE.

4.4. APERTURAS DE SERVICIO PARA LIMPIEZA DE CONDUCTOS Y PLENUMS 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.

La norma UNE-ENV 12097 recomienda una distancia entre dos aberturas máximo de 10 m. Además, según el apartado 6.1 de la citada UNE, se deben añadir al sistema los accesos a los componentes acoplados a los conductos en los emplazamientos siguientes:

A AMBOS LADOS	A UN SOLO LADO
Registros	Registro contra el fuego
Baterías de calentamiento y refrigeración	Atenuadores acústicos circulares
Atenuadores acústicos rectangulares	
Secciones de Filtraje	
Ventiladores instalados en la conducción	
Dispositivos de recuperación de calor	
Dispositivos para la regulación de caudal de aire	

Los elementos instalados en la red de conductos serán desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

4.5. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

La instalación de renovación de aire cumplirá con los apartados del documento DB-HR, que les afecten.

4.6. 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.

4.7. ESTANQUIDAD REDES DE CONDUCTOS

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior

4.8. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN

Dado que el aire que se expulsa no es 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.

4.9. 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.

4.10. 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.

4.11. 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. 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:

$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad \text{y utilizando la ecuación de Blasius} \quad f = 0,173 \cdot \alpha \cdot Re^{-0.18} \cdot Dh^{-0.04}$$

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:

ΔP_f : Pérdidas de presión por fricción en Pa.

f: Factor de fricción (adimensional).

ρ : 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:

ΔP_s : 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:

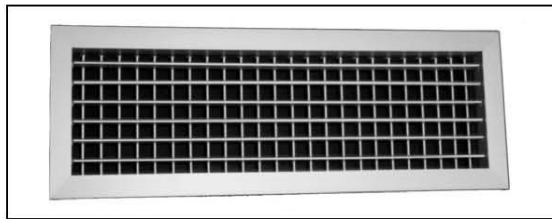
El circuito de impulsión se ha calculado usando el método de Rozamiento constante. Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado el método de Rozamiento constante.

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 este tramo.

7. ANEJO DOCUMENTACIÓN DE EQUIPOS



Descripción

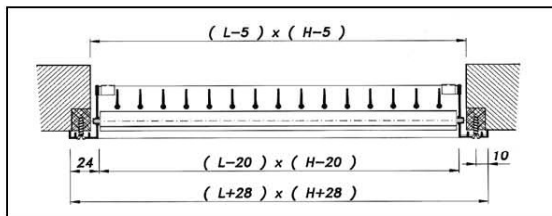
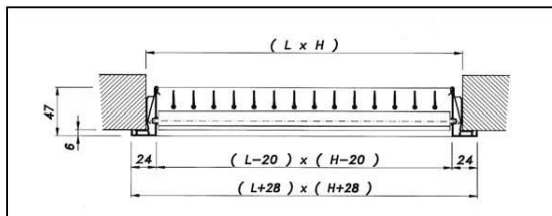
Modelo 20-DH. Rejillas de aluminio, aletas orientables
Modelo 21-DH. Rejillas de chapa de acero, aletas orientables

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010.
Acabados especiales bajo demanda.

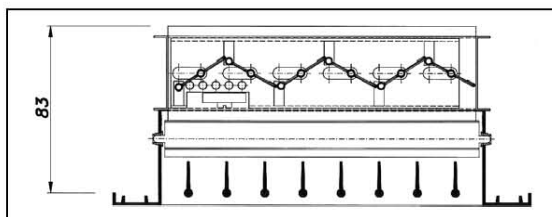
Dimensiones sobre marco de montaje

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, 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, el hueco deberá ser de 495 x 295.



Doble deflexión con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

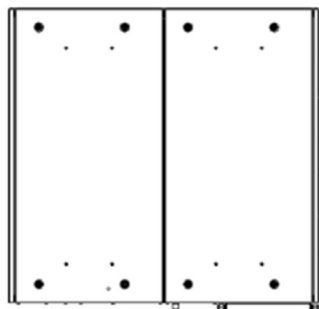
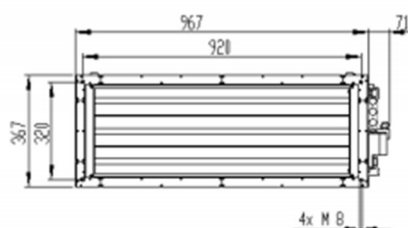
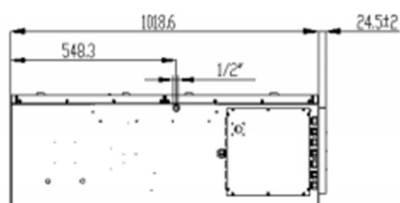
20	Serie, rejilla de aluminio
21	Serie, rejilla de chapa de acero
DH	Doble deflexión, la 1ª con aletas horizontales y la 2ª verticales
DV	Doble deflexión, la 1ª con aletas verticales y la 2ª horizontales
O	Sin indicar nada, no va incorporada
	Compuerta de regulación modelo 29-O
MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar
Con MM	Marco metálico
Para MM	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)

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.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AL-25.24G

Dimensiones



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

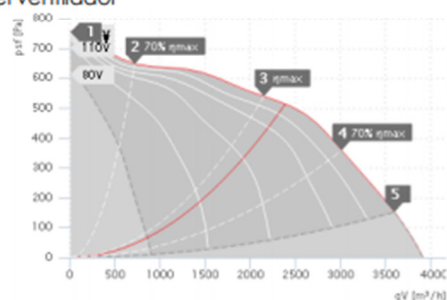
Características eléctricas	
Tensión/Voltaje (V/Fase/Hz)	230/I/50
Intensidad/Amperaje (A)	4,9
Consumo (W)	989
Tipo de aislamiento	
Aislamiento	Clase F
Temperaturas de funcionamiento	
Temperatura ambiente máxima (°C)	50°C
Características acústicas	
Potencia Sonora (min/máx.) (dB)	44/54
Características de caudal	
Caudal de salida máximo (m ³ /h)	2.400
Presión estática máxima (Pa)	170
Regulación de caudal	Variador
Características físicas	
Dimensiones (largo/alto/ancho) (mm)	967/367/1.020
Peso (kg)	96

Filtros incluidos en el peso

Batería de filtros estándar

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

Curva del ventilador

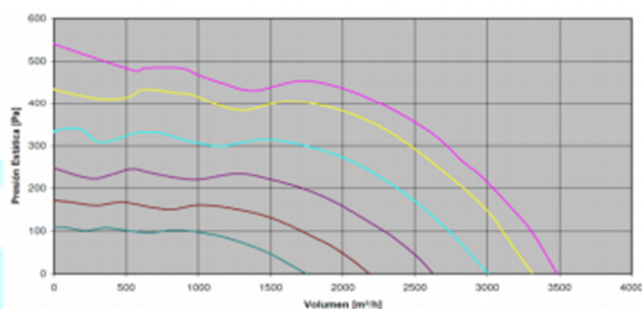
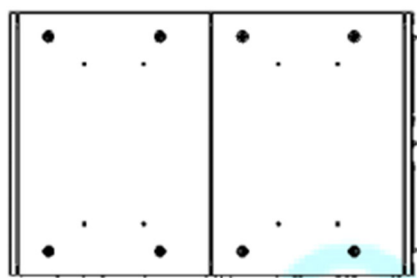
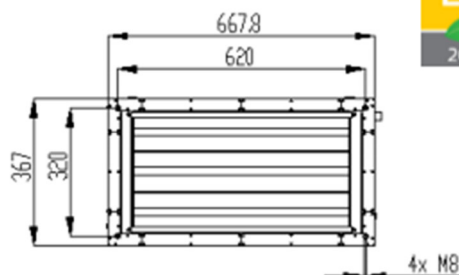
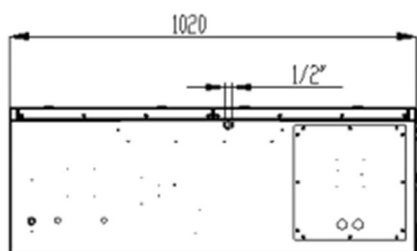


aire
limpio

NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

DATOS TÉCNICOS AL-25.16G¹

Dimensiones



Datos eléctricos

Alimentación (V/Fase/Hz)	230/1/50
Consumo efectivo (kW)	0,531
PVE _{int} (W/(m³/h))	172

Datos de caudal

Caudal de trabajo (m³/s)	0,486
Velocidad de frente (m/s)	14,95
Presión externa disponible $\Delta p_{s,ext}$ (Pa)	220
Caída de presión debida a los componentes internos $\Delta p_{s,int}$ (Pa)	54
Regulación de caudal	Transformer
Eficiencia estática UE 327/2011 (%)	41,9
Máximas pérdidas de fuga DIN EN 308/1886 (%)	1,7

Datos acústicos

Potencia Sonora (db(A))	42/52
-------------------------	-------

Datos físicos

Dimensiones (Longitud/Altura/Anchura) (mm)	1.020/367/667
Peso (kg)	65

Incluyendo filtros

Filtros

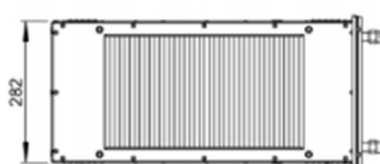
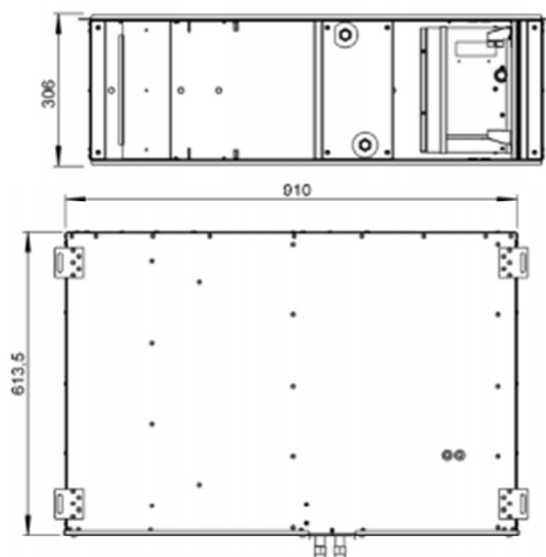
Filtros	F8 Active Polarized Media Filter.
Filtro final	DOP HEPA 99,97% 0,3 μ (H 13).
Filtro de carbón	CPZ
Clasificación energética de los filtros	E

aire
limpio

NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AL-25.08G

Dimensiones



Suministro de Sistemas Integrados de Ahorro de la Ventilación (SIAV), marca Aire Limpio, modelo AL-2508G con un caudal de 800 m³/hora regulable, motor EC, provisto de regulador, dimensiones (largo/alto/anch) 1.160/332/613 mm, alimentación electrónica 230V/1/50Hz. Filtro de Polarización activa V8 con eficiencia del 98% para partículas de 0.3 micras. Filtro Absoluto DOP HEPA H13 99.97%, filtro CPZ, caja de acero con aislamiento clase F e insonorización con posibilidad de ser instalado en cualquier posición, con puerta estanca de apertura lateral, incluso todas las piezas y documentación.

Características eléctricas

Tensión/Voltaje (V/Fase/Hz)

230/1/50

Intensidad/Amperaje (A)

2.2

Consumo (W)

506

Tipo de aislamiento

Aislamiento

Clase F

Temperaturas de funcionamiento

Temperatura ambiente máxima (°C)

50°C

Características acústicas

Potencia Sonora (min/máx.) (dB)

32/48

Características de caudal

Caudal de salida máximo (m³/h)

800

Presión estática máxima (Pa)

160

Regulación de caudal

Regulador (motor EC)

Características físicas

Dimensiones (largo/alto/anch) (mm)

910/332/613

Peso (kg)

50

Filtros incluidos en el peso

Batería de filtros estándar

Filtro

V8 de Polarización Activa con una eficiencia de 98% para partículas de 0,3 micras.

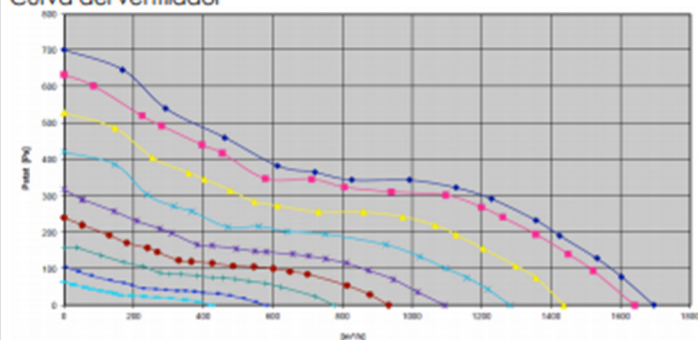
Filtro antipartículas

DOP HEPA 99.97% 0.3 µ (H13).

Filtro trisorbente

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

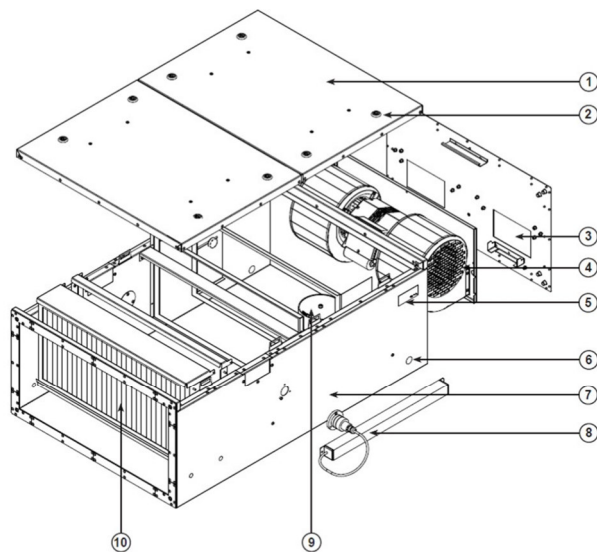
Curva del ventilador



aire
limpio

NOS IMPORTA EL AIRE QUE RESPIRAS

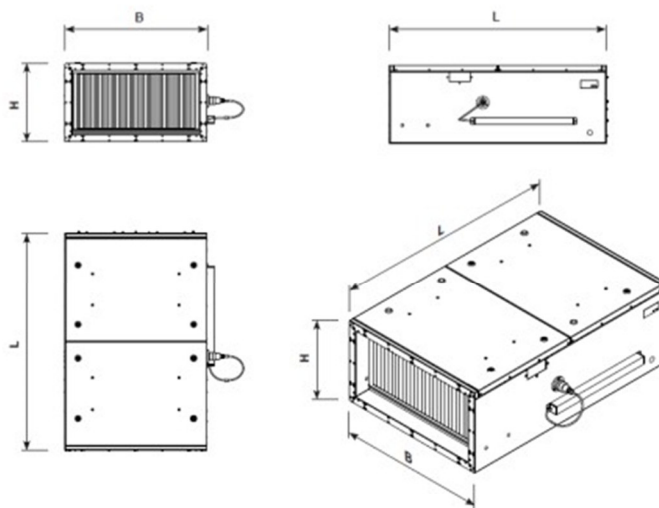
COMPONENTES



1. Compuerta
2. Cierres
3. Impulsión
4. Ventiladores
5. Placa de características
6. Salida de cableado
7. Caja
8. Instalación de lámparas UVGI (opcional)
9. Transformador
10. Filtros

DIMENSIONES

Dimensiones de los equipos:



	L (mm)	B (mm)	H (mm)
AL 25.16G	1020	667	367

SELECCIÓN DE REJILLAS DE IMPULSION Y RETORNO

REJILLA DE IMPULSIÓN 20-DH/DV

Modelo: 20-DH 350 x 100

Descripción: Rejilla de doble deflexión, marca KOOLAIR, modelo 20-DH de 350 x 100 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales y verticales orientables individualmente, puede incorporar compuerta de regulación, accesorio de fijación a determinar, y plenum de conexión lateral/frontal.

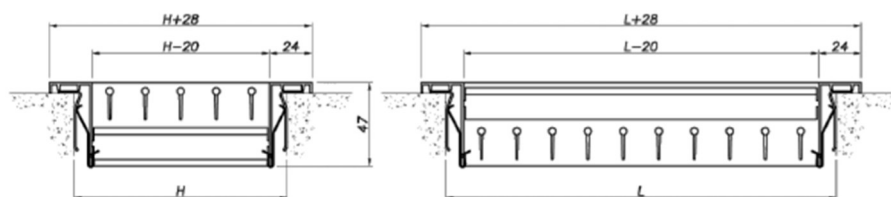


Q ₀ (m ³ /h)		REJILLA DE IMPULSIÓN 20-DH/DV	
m ³ /h	l/s	Tamaño	350 x 100
270	75,0	Alfa	0
		A _k (m ²)	0,0172
		V _k (m/s)	4,4
		X (m)	3,9
		ΔP (Pa)	7,6
		Lw _A [dB(A)]	25,8

Leyendas

Q ₀ (m ³ /h)	Caudal de aire
α (°)	Inclinación de aletas (0° y -30°)
A _k (m ²)	Área efectiva
V _k (m/s)	Velocidad efectiva
X (m)	Alcance horizontal para una velocidad media terminal de 0,5 m/s.
ΔP (Pa)	Pérdida de carga
Lw _A [dB(A)]	Nivel de potencia sonora

Dimensiones



L = NOMINAL LENGHT (Opening)
H = NOMINAL HEIGHT (Opening)

Screw fix, opening = (L-5) x (H-5)

REJILLA DE IMPULSIÓN 20-DH/DV

Modelo: 20-DH 200 x 100

Descripción: Rejilla de doble deflexión, marca KOOLAIR, modelo 20-DH de 200 x 100 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales y verticales orientables individualmente, puede incorporar compuerta de regulación, accesorio de fijación a determinar, y plenum de conexión lateral/frONTAL.

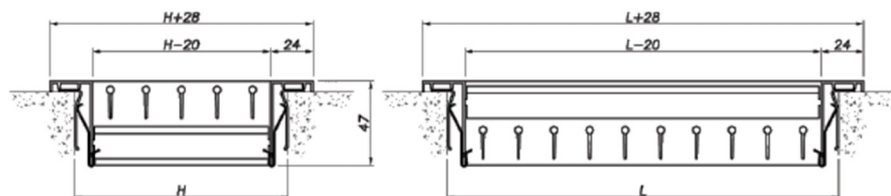


Q_0 (m ³ /h)		REJILLA DE IMPULSIÓN 20-DH/DV	
m ³ /h	l/s	Tamaño	200 x 100
200	55,6	Alfa	0
		A_k (m ²)	0,0098
		V_k (m/s)	5,7
		X (m)	3,8
		ΔP (Pa)	12,9
		Lw_A [dB(A)]	29,4

Leyendas

Q_0 (m ³ /h)	Caudal de aire
α (°)	Inclinación de aletas (0° y -30°)
A_k (m ²)	Área efectiva
V_k (m/s)	Velocidad efectiva
X (m)	Alcance horizontal para una velocidad media terminal de 0,5 m/s.
ΔP (Pa)	Pérdida de carga
Lw_A [dB(A)]	Nivel de potencia sonora

Dimensiones



L = NOMINAL LENGHT (Opening)
H = NOMINAL HEIGHT (Opening)

Screw fix, opening = (L-5) x (H-5)



REJILLA DE RETORNO 22-5

Modelo: 22-5 350 x 100
Descripción: Rejilla de retícula recta, marca KOOLAIR, modelo 22-5 de 350 x 100 mm, para retorno de aire, puede incorporar compuerta de regulación, accesorio de fijación a determinar, y plenum de conexión lateral/frontal.

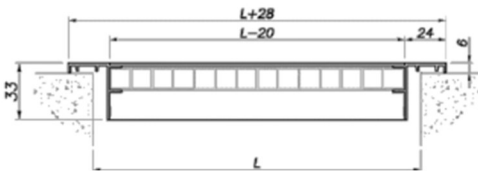
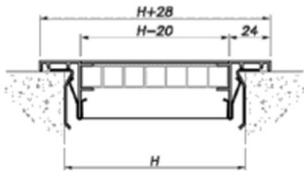


Q ₀ (m ³ /h)		REJILLA DE RETORNO 22-5	
m ³ /h	l/s	Tamaño	350 x 100
270	75,0	A _k (m ²)	0,0248
		V _k (m/s)	3,0
		ΔP (Pa)	11,9
		Lw _A [dB(A)]	20,0

Leyendas

Q ₀ (m ³ /h)	Caudal de aire
A _k (m ²)	Área efectiva
V _k (m/s)	Velocidad efectiva
ΔP (Pa)	Pérdida de carga
Lw _A [dB(A)]	Nivel de potencia sonora

Dimensiones



L = LONGITUD NOMINAL (Hueco)
H = ALTURA NOMINAL (Hueco)

Fijación por tornillos, Hueco = (L-5) x (H-5)



REJILLA DE RETORNO 22-5

Modelo: 22-5 200 x 100
Descripción: Rejilla de retícula recta, marca KOOLAIR, modelo 22-5 de 200 x 100 mm, para retorno de aire, puede incorporar compuerta de regulación, accesorio de fijación a determinar, y plenum de conexión lateral/frontal.

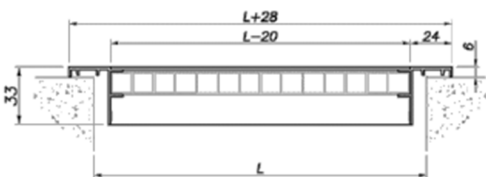
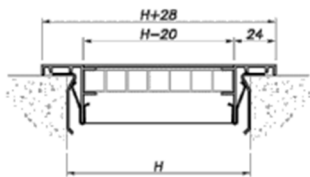


Q ₀ (m³/h)		REJILLA DE RETORNO 22-5	
m³/h	l/s	Tamaño	200 x 100
200	55,6	A _k (m²)	0,0135
		V _k (m/s)	4,1
		ΔP (Pa)	22,0
		Lw _A [dB(A)]	24,7

Leyendas

Q ₀ (m³/h)	Caudal de aire
A _k (m²)	Área efectiva
V _k (m/s)	Velocidad efectiva
ΔP (Pa)	Pérdida de carga
Lw _A [dB(A)]	Nivel de potencia sonora

Dimensiones



L = LONGITUD NOMINAL (hueco)
H = ALTURA NOMINAL (hueco)

Fijación por tornillos, Hueco = (L-5) x (H-5)



6.- Instalación de sistema de cableado estructurado.

1. INTRODUCCIÓN

Se pretende continuar el sistema existente de infraestructuras e instalaciones, entre las que se encuentran las de voz y datos y la electricidad para alimentar a estos servicios.

La presente memoria contiene la descripción y características aportadas en la solución propuesta para la implantación de dicho Sistema de Cableado Estructurado UTP CAT.6 en el centro.

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

El objeto del documento es la descripción de la red de infraestructura de comunicaciones (red estructurada-datos) adecuada a la normativa de ICM.

Se diseña el Sistema de Cableado Estructurado (SCE) o la Red Eléctrica en baja tensión para la adecuación a la normativa de ICM.

En caso de existan duplicidades o incongruencias entre documentos prevalecerá esta memoria con los detalles, esquemas, indicaciones y planos, así como el capítulo de mediciones y presupuesto denominado “sistema de cableado estructurado”.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las instrucciones contenidas en este documento aplican a las infraestructuras de redes estructuradas del centro.

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

CGBT: Cuadro General de Baja Tensión.

CS: Cuadros Secundarios.

LS0H/LSZH: Cable baja emisión de humos, libre de halógenos (*Low Smoke zero Halogen*).

PCR: Punto de Conexión a la Red.

TT: Toma de Telecomunicaciones (caja modular multi-mecanismo).

RT: repartidor troncal (RTIC).

RR: armario repartidor frontera entre compañía de servicio de comunicaciones y usuario.

UV: toma de corriente tipo schucko alimentada de red normal.

5. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA

UNE-EN 50173-1:2009 Tecnología de la información. Sistemas de Cableado Genérico. Parte 1: Requisitos generales.

UNE 20593 (IEC 60297) Estructuras mecánicas para equipos electrónicos. Dimensiones de las estructuras mecánicas de la serie de 482,6 mm (19 pulgadas).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Ley general de telecomunicaciones. Ley 32/2003, de 3 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 4 de noviembre de 2003.

Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones. Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 28 de febrero de 1998

6. PROYECTO

6.1. Instalaciones de electricidad

6.1.1. CUADROS ELÉCTRICOS

La instalación partirá desde las líneas del cuadro existente.

Los circuitos de distribución para alumbrado se protegen individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 10A; los de tomas de corrientes normales con interruptores automáticos semejantes de 16A, y las superiores a 16A con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Todos estos interruptores automáticos son para un poder de corte igual o superior a 6-10 kA y disponen de protección magnetotérmica para el conductor neutro (2 Polos).

Deben ser cableados con conductor flexible ES07Z1-k (As) Cu, libre de halógenos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se han previsto con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se ha realizado teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos en ningún caso superan la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por ellos protegidos.

Todas las salidas (de los interruptores automáticos) quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimenta.

La instalación eléctrica de estos servicios deberá ser dedicada y no compartir ningún tipo de circuito, protecciones o canalizaciones con otros usos, hasta el cuadro general del edificio.

6.1.1. 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.

6.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se proyecta una red eléctrica dedicada y de uso exclusivo para alimentar a los equipos (electrónica de red, servidores, PBX, equipos de Operador de Red Pública) y tomas de corriente del puesto de trabajo (en ciertos escenarios y en función del tipo de sede) asociadas a la red de comunicaciones multiservicio y para usos informáticos. El suministro, normal, parte de los elementos de mando y protección de cabecera situados en el CGBT del edificio. No comparte suministro con otros circuitos de planta (p.ej. alumbrado, fuerza para usos varios,...).

El cuadro principal de esta red deberá estar instalado en el RTIC dedicado a las instalaciones de telecomunicaciones.

Por consiguiente, esta red eléctrica será independiente a la de usos varios del edificio e incluso a la de alimentación de otros sistemas generales de control del edificio, tales como: cámaras, sistemas de seguridad, iluminación, clima, etc.

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:

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 (enumerados con letras secuenciales: A, B, C, D, etc.) sólo se conecten tres circuitos protegidos por interruptores magnetotérmicos (enumerados como A1, A2, A3, B4, B5, etc.) 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 x 2,5 mm² hasta una caja de distribución y rabillos hasta cajas de telecomunicaciones de 3 x 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 compartimentadas 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.

Se tendrá en cuenta que el RTIC, además, habrá de disponer de los siguientes elementos:

Alumbrado interior normal y de emergencia de la sala mediante luminarias adecuadas para este tipo de entorno y con interruptores de servicio junto al acceso de la misma, dependientes del cuadro eléctrico de la sala.

Dos tomas de corriente tipo schuko de 230V/16 A, a 30 cm del suelo, junto al acceso a la sala, para servicios varios, que igualmente se suministrarán desde el cuadro eléctrico de la sala.

Una caja de tipo 2TT+2EE para pruebas y conexión con la red de comunicaciones o tomas de corriente y toma de datos.

Unidad de climatización sólo frío.

6.2. Locales

Existe local técnico para RTIC en la planta baja del edificio existente.

6.3. Red de comunicaciones

6.3.1. 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.

6.3.2. 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 chaflán 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 boca 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.

6.3.3. RED DE ACCESO PARA SERVICIOS DE COMUNICACIONES

El rack se conectará con el rack existente mediante línea de fibra MM OM3 de 4 fibras.

6.3.4. 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.

6.4. 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.

6.5. 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.

6.6. 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.

6.7. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

En el repartidor del edificio (RTIC), se ha previsto una unidad autónoma independiente (para funcionamiento 24 horas) solo frío, con una unidad exterior modelo capacidad frigorífica 2.550 W y una unidad interior, para vencer las cargas térmicas transmitidas por el funcionamiento de los equipos existentes así como las debidas al ambiente.

7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

7.1. 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.

No se especifican los elementos ya existentes.

7.1.1. 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.

7.1.2. PUESTO DE USUARIO

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

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).

7.1.3. ARMARIO REPARTIDOR (RT).

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 y se identificará y etiquetará como RTBP0=1.

Las características técnicas principales que debe cumplir dicho armario, según la normativa técnica de ICM, son las siguientes:

Armario repartidor en rack de 19"-42U, 800x800 de columna, 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 chaflán 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 coxa 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.

Regletas de alimentación de 8 tomas según norma 89/336/CEE. 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 el 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 una alimentación independiente desde el cuadro. 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.



Figura 7 – Modelo de Armario ICM de puerta doble

7.1.4. 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.

7.1.5. 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.

7.1.6. 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.

Madrid, febrero 2024

Lola Miñarro Gaitán
Arquitecto COAM 10.826



7 Protección contra incendios

Se dará cumplimiento a las condiciones exigidas en el Documento Básico SI de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.

Por su superficie (<4.000 m²), constituye un sector de incendios único.

El ancho de pasillos, así como el de las puertas de evacuación, cumple con las medidas mínimas para la densidad de ocupación teórica que tienen los edificios.

Se dispone del número necesario de salidas de recinto y del edificio, respetándose las distancias máximas de recorrido hasta las diferentes salidas.

Todos los recorridos y salidas de evacuación estarán convenientemente señalizados e iluminados con luminarias de emergencia, por si se produce una situación de emergencia.

Se dispone de las instalaciones necesarias de protección contra incendios, a base de extintores, instalaciones de alarma, señalización acústica de alarma, iluminación de emergencia, etc., las cuales se detallan en los planos correspondientes de instalación de Protección Contra Incendios (PCI).

Se dota el edificio de extintores, red de bies, pulsadores y sirenas. Se adjunta calculo justificativo de la red de bies. En el edificio existe un grupo de presión capaz de dar servicio a dos bies simultáneamente durante 1 hora.

				DIAMETRO REAL DE CALCULO			DIAMETRO STANDAR SELECCIONADO				TRAMO AEREO
Descripción ó Nº	Longitud	Longitud equ	Caudal	Dc	Dc	Velocidad	Dr	Perdida Real	Perdida total	Velocidad	DIAMETRO COMERCIAL
de Tramo	ml	ml	l/h	mm	"	m/s	mm	mmca/ml	mmca	m/s	
grupo-nudo 1	5,00	7,50	12 000,00	51,70	2,04	1,59	65,70	21,81	164	0,98	2 1/2"
nudo1-nudo 2	13,00	19,50	12 000,00	51,70	2,04	1,59	65,70	21,81	425	0,98	2 1/2"
nudo2- amplicion	5,50	8,25	12 000,00	51,70	2,04	1,59	65,70	21,81	180	0,98	2 1/2"
nudo2- nudo3	6,50	9,75	12 000,00	51,70	2,04	1,59	53,00	62,03	605	1,51	2"
nudo3- bie1 baja	3,50	5,25	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	286	1,21	1 1/2"
nudo 3 -bie 2 planta 1º	6,00	9,00	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	491	1,21	1 1/2"
nudo 2-nudo 4	13,00	19,50	12 000,00	51,70	2,04	1,59	65,70	21,81	425	0,98	2 1/2"
nudo 4-nudo 5	4,00	6,00	12 000,00	51,70	2,04	1,59	53,00	62,03	372	1,51	2"
nudo 5 bie 3 baja	3,50	5,25	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	286	1,21	1 1/2"
nudo 5-bie 4 planta 1º	6,00	9,00	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	491	1,21	1 1/2"
nudo 4- nudo 6	22,00	33,00	12 000,00	51,70	2,04	1,59	65,70	21,81	720	0,98	2 1/2"
nudo 6 - bie 5 planta baja	6,00	9,00	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	491	1,21	1 1/2"
nudo 6 - bie 6 planta 1º	8,00	12,00	6 000,00	39,71	1,56	1,35	41,80	54,54	655	1,21	1 1/2"
			mm.c.a	m.c.a	bar						
perdida presion tramo mas desfavorable			1.963	1.96	0.20						
altura geometrica				4	0.40						
perdida piezas especiales manguera					0.80						
presion disponible orificio manguera					3.5						
presion minima necesaria grupo de presion					4.90						

Todos los materiales cumplen con la resistencia al fuego que les es exigible, así como con la clasificación de reacción al fuego.

La estructura garantiza la estabilidad al fuego que le es exigible.

El cumplimiento de las medidas de Protección Contra Incendios se detalla en el apartado correspondiente de la memoria justificativa del cumplimiento de normativa incluido en el presente proyecto.

Madrid, febrero 2024

Lola Miñarro Gaitán

Arquitecto COAM 10.826

