

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO.
ANTIGUAS COCHERAS DE TUSSAM. EL PORVENIR, SEVILLA.

Mª TERESA RODRÍGUEZ LEÓN

I. MEMORIA

1. Memoria descriptiva.
 - 1.1. Información previa.
 - 1.2. Descripción del proyecto.
2. Memoria constructiva.
 - 2.1. Sustentación del edificio.
 - 2.2. Sistema estructural.
 - 2.3. Sistema envolvente.
 - 2.4. Sistema de compartimentación.
 - 2.5. Sistemas de acabados.
 - 2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.
 - 2.7. Equipamiento.
3. Cumplimiento del CTE.
 - 3.1. Seguridad estructural.
 - 3.2. Seguridad en caso de incendio.
 - 3.3. Seguridad de utilización.
 - 3.4. Salubridad.
 - 3.5. Protección contra el ruido.
 - 3.6. Ahorro de energía.
4. Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones.
 - 4.1. R.D. 72/1992 de 5 de Mayo, por el que se aprueban las Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía.
 - 4.2. R.D.L. 1/1998 de 27 de Febrero y R.D. 279/1999 de 22 de Febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de Telecomunicaciones.
5. Anejos a la memoria.
 - 5.1. Información geotécnica.
 - 5.2. Cálculo de la estructura.
 - 5.3. Instalaciones del edificio.
 - 5.3.1. Instalación de electricidad.
 - 5.3.2. Instalación de climatización.

II. PLANOS

1. Emplazamiento.
2. Alzados y secciones.
3. Acotados y acabados.
4. Sección constructiva.
5. Estructura.
6. Instalaciones. Electricidad.
7. Instalaciones. Protección contra incendios.
8. Instalaciones. Climatización.
9. Instalaciones. Fontanería + Saneamiento.

1.1. Información previa

Situación de la parcela:

La intervención se realizará sobre parte del ámbito del Área de Reforma Interior ARI-DS-02, Cocheras de Tussam, del PGOU 2006 de Sevilla.

Dicho solar, con una forma poligonal casi rectangular, de topografía sensiblemente plana, se encuentra limitado al Norte por la calle San Salvador y las instalaciones deportivas del Real Club de Tennis Betis, al Sur es limitado por la calle El Porvenir, el borde Oeste lo configura el barrio de El Porvenir, y el Este la Avda. Ramón Carande.

Memoria histórica:

En origen, la parcela que nos ocupa formaba parte del borde Sureste del Prado de San Sebastián, constituido como tierra comunal de pastos desde los tiempos de Alfonso X el Sabio. Posteriormente, estos terrenos fueron utilizados como cementerio extramuros de las víctimas de las epidemias, desde el siglo XIV (peste de 1363) hasta el XIX.

La causa principal de que no se produjera en estos terrenos ningún asentamiento urbano estable durante siglos es su inundabilidad, problema que finalmente se salva con la gran obra hidráulica de la apertura de la Corta de Tablada o canal de Alfonso XIII, a comienzos del siglo XX. No es hasta este momento cuando comienzan a consolidarse grandes parcelas en el entorno del ámbito de nuestra intervención, como por ejemplo el aún existente Cuartel de Ingenieros y otras instalaciones hoy desaparecidas como son la Sevillana de Electricidad, la Catalana de Gas y la S.A. CROS, que surgieron al abrigo de la infraestructura ferroviaria.

Además de solucionarse el problema de la inundabilidad, la zona Sur de la ciudad comienza a ser ocupada al abrigo de la celebración de la Exposición Hispano Americana que se celebra en Sevilla también a comienzos del siglo XX, de manera que entre 1910 y 1923 se construyen más de un centenar de edificaciones a lo largo del Paseo de Las Delicias y la Avenida de la Palmera, así como tiene lugar la ordenación de las avenidas de Maria Luisa, de la Borbolla y de la Raza. Es en este momento cuando surgen también algunas zonas residenciales, como es el caso del barrio en el que se integra la parcela que nos ocupa, El Porvenir.

En 1972, la empresa pública de Transportes Tussam construye sus instalaciones en dicha parcela. Posteriormente se produce el traslado de dichas instalaciones a otro solar en el extrarradio, y es en este momento cuando los terrenos situados en el barrio de El Porvenir salieron a subasta. El Ayuntamiento adquiere finalmente estos terrenos, y tras ceder suelo para la construcción de un colegio, firma un convenio con la Empresa Municipal de la Vivienda de Sevilla (Emvisesa) para la cesión del sector ARI-DS-02 Cocheras de Tussam para la construcción de 245 viviendas protegidas. Con la firma de este convenio, el Ayuntamiento de Sevilla espera que este gran solar incorpore usos más acordes a la nueva trama residencial de la zona, con dotaciones adecuadas de espacios libres y equipamientos y en el que todas las viviendas estén sometidas a algún régimen de protección pública. Por su lado, Emvisesa, como promotor mayoritario en el sector ARI-DS-02, convocará un concurso de ideas para la reordenación interior del solar que servirá para la redacción del Estudio del Detalle (ED) previsto en el nuevo Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU).

Equipamientos y servicios a nivel de barrio – ciudad. Justificación de la propuesta:

El nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla afirma que:

“Para conseguir una ciudad más descentralizada en cuanto a equipamientos, los actuales Distritos no significan nada, dado que la división en seis únicos Distritos de una ciudad de 700.000 habitantes es radicalmente inadecuada para cualquier objetivo. La superficie, demografía y heterogeneidad de los seis Distritos actuales los hacen ser muy poco operativos para la organización de equipamientos.

De esta reflexión nace la consideración de la noción o constructo de Barrio - Ciudad, referencia básica del planeamiento a menor escala. Partimos por tanto de la definición de Barrio - Ciudad como el primer ámbito con capacidad de contener la complejidad y variedad propia del hecho urbano. Por tanto el Barrio - Ciudad debe contener las dotaciones necesarias para el desarrollo de sus poblaciones, incluido algún equipamiento de rango superior (ciudad) que suponga un foco de atracción e identidad para el resto de la ciudad.”

De acuerdo con esta afirmación, el PGOU propone la división de los actuales seis Distritos en los que tradicionalmente se ha organizado la ciudad de Sevilla en los siguientes Barrio - Ciudad:

Distrito Casco Antiguo:

BC C1 / BC C2

Distrito Triana - Los Remedios:

BC T1 / BC T2 / BC T3

Distrito Macarena:

BC M1 / BC M2 / BC M3 / BC M4 / BC M5 / BC M6 / BC M7

Distrito Nervión - San Pablo:

BC N1 / BC N2 / BC N3 / BC N4

Distrito Este:

BC E1 / BC E2 / BC E3 / BC E4 / BC E5 / BC E6 / BC E7

Distrito Sur:

BC S1 / BC S2 / BC S3 / BC S4

Una vez definidos los diferentes Barrio - Ciudad que conforman la ciudad, se plantea la localización de nuevos equipamientos en este ámbito. Los equipamientos totales de cada Barrio - Ciudad en suelo urbano se obtienen de la suma de:

- Equipamientos existentes.
- Equipamientos propuestos: Ordenaciones Directas, ASE, API, ARI, SOU, ATA.

Resumen de Equipamientos Educativos en Suelo Urbano para el Distrito Sur:

	Existente	API	ARI, SOU, ATA	O. Directas	Total
Barrio – Ciudad					
S1	35.791		10.732	28.130	74.653
S2	79.449			80.057	159.506
S3	38.284	7.560		58.575	104.419
S4	237.803	5.000		671.325	914.128

El entorno: Sector El Plantinar:

El Barrio - Ciudad S1, en el que se ubica la parcela sobre la que trabajamos, está conformado por los siguientes sectores: Huerta de la Salud - Prado de San Sebastián, El Porvenir, Tabladilla y Bami. La diferenciación de sectores se basa más en una concepción tradicional que morfológica, dado que dentro de cada uno de estos sectores es posible observar morfologías muy diferentes.

Es el caso del sector que nos ocupa, El Porvenir, donde la parcela en la que se desarrolla nuestra actuación funciona precisamente como bisagra entre un área conformada por manzanas de pequeñas dimensiones y colmatadas por viviendas unifamiliares, que conforman el núcleo originario del sector, y otro área conformada por manzanas de grandes dimensiones y en las que predomina la edificación en manzana cerrada de nueva construcción. Este funcionamiento conciliador de la parcela sobre la que intervenimos será un punto importante a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Justificación urbanística:

Según indica la ficha de suelo urbano correspondiente al ARI-DS-02, “la intervención completa la transformación urbanística de un área de servicios urbanos municipales desactivados y obsoletos (antiguas Cocheras de Tussam), como área de oportunidad donde incorporar usos alternativos más acordes a la trama residencial existente, que incorpore dotaciones adecuadas de espacios libres y equipamientos”.

Como se observa en la propuesta de ordenación, el solar antiguamente ocupado por las Cocheras de Tussam sufre una reordenación interior mediante el trazado de nuevos viales de la que resultan tres nuevas parcelas, dos de las cuales tienen como uso global el residencial, mientras que la tercera, que es la que nos ocupa, está destinada a uso dotacional educativo.

Tal y como expresa la ficha urbanística, las determinación vinculantes se establecerán mediante Estudio de Detalle, cuya programación se establece en el Primer Cuatrienio. Por tanto, dado que en la actualidad éste no ha sido redactado, existen ciertas determinaciones aún sin definir.

1.2. Descripción del proyecto

La Normativa de aplicación específica que regula los modelos de centros educativos de educación secundaria y bachillerato en nuestra comunidad autónoma es la siguiente:

- Real Decreto 1537/2003, de 5 de Diciembre, por el que se establecen los requisitos mínimos de los centros que imparten enseñanzas escolares de régimen general.
- Orden de 24 de Enero de 2003, por la que se aprueban las normas de diseño y constructivas para edificios de uso docente.

Esta normativa distingue hasta cuatro modelos de centros educativos de educación secundaria y bachillerato:

- Centro de educación secundaria: centro privado en el que se imparte educación secundaria obligatoria.
- Instituto de educación secundaria: centro público en el que se imparte educación secundaria obligatoria.
- Centro de educación secundaria y bachillerato: centro privado en el que se imparte educación secundaria obligatoria y bachillerato.
- Instituto de educación secundaria y bachillerato: centro público en el que se imparte educación secundaria obligatoria y bachillerato.

RECOMENDACIONES DE DISEÑO EN CENTROS PÚBLICOS SEGÚN R.D. 1537/2003			
ESPACIOS EXTERIORES (Para 8 + 4 u.e.)			
	MÓDULO (m²)	SUP. TOTAL (m²)	SUP. TOTAL REAL (m²)
<i>Parcela mínima</i>	Mínimo: 15 m² / p.e. = 15 · 360	5.400 m²	10.732 m²
<i>Altura máxima edificación</i>	Máximo: 3 plantas		
<i>Porche cubierto</i>	Mínimo: 0'5 m² / p.e. = 0'5 · 360	180 m²	378'96 m²
<i>Zona de juegos</i>	Mínimo: 1'5 m² / p.e. = 1'5 · 360	540 m²	2144'51 m²
<i>Pista polideportiva</i>	26x15 m.	390 m²	390 m²
<i>Estacionamiento</i>	20		
<i>Zona ajardinada mínima</i>	Mínimo: 5% parcela mínima = 5% · 5.400	270 m²	340'88 m²

VALORES LÍMITES ESTABLECIDOS POR EL R.D. 1537/2003 DE 5 DE DICIEMBRE

EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

Cursos	4 (1º ESO, 2º ESO, 3º ESO, 4º ESO)	
Unidades escolares (u.e.)	Mín. 1 u.e. / curso	
Puestos escolares (p.e.)	Máx. 30 – 35 alumnos / u.e.	
AULAS	Nº	SUPERFICIE (m²)
Aula Polivalente	1 / u.e.	1'5 m² / p.e. = 1'5 · 30 = 45 m² > 40 m²
Aula Taller	1	100 m² / 20 u.e.
Aula Música	1	45 m² / 20 u.e.
Aula Plástica	1	45 m² / 20 u.e.
Laboratorio	1	60 m² / 20 u.e.

BACHILLERATO

Cursos	2 (1º Bachillerato, 2º Bachillerato)
Unidades escolares (u.e.)	Mín. 2 u.e. / curso
Puestos escolares (p.e.)	Máx. 30 – 35 alumnos / u.e.
Especialidades	Cada centro ofertará al menos dos modalidades: De Artes De Ciencias y Tecnología De Humanidades y Ciencias Sociales De Ciencias de la Salud

AULAS	Nº	SUPERFICIE (m²)
Aula Polivalente	1 / u.e.	1'5 m² / p.e. = 1'5 · 30 = 45 m² > 40 m²
Aulas (Especialidad Artes)	2	90 m²
Aula Inform. y Comunicación (Especialidad Humanidades y CC. SS.)	1	120 m²

LOCALES COMUNES (Para 8 + 4 u.e.)

ESTANCIA	MÓDULO (m2)	Nº MÓDULOS	SUPERFICIE TOTAL (m²)
Seminarios	10	10	100
Biblioteca	Variable	1	75
Gimnasio y vestuarios	480	1	480
Aseos alumnos (m² / p.e.)	0'25		90

ADMINISTRACIÓN (Para 8 + 4 u.e.)

ESTANCIA	MÓDULO (m2)	Nº MÓDULOS	SUPERFICIE TOTAL (m²)
Despacho Director	20	1	20
Despacho Jefe de Estudios	15	1	15
Secretaría	Variable	1	40
Despacho Secretario	15	1	15
Orientación	15	1	15
Sala Profesores	Variable	1	40
Despacho APAS	15	1	15
Despacho de alumnos	15	1	15
Conserjería y Reprografía	10	1	10
Aseos profesores	Variable	1	15

SERVICIOS COMUNES (Para 8 + 4 u.e.)

ESTANCIA	MÓDULO (m2)	Nº MÓDULOS	SUPERFICIE TOTAL (m²)
Cafetería	Variable	1	40
Almacén General	Variable	1	20
Aseos Uso no docente	10	1	10
Cuarto de limpieza y basuras	10	1	10

Normas de diseño en centros públicos (R.D. 1537/2003) / General:

- Deberán ser accesibles a discapacitados en todas las plantas del edificio.
- Se proyectarán rampas como mínimo en los accesos a la entrada principal y a las zonas de juego.
- Deberán ser recintos seguros que eviten posibles accidentes escolares.
- No se proyectarán sótanos, y los semisótanos sólo se admitirán en casos muy justificados, debiendo tener ventilación e iluminación natural.
- Todos los locales deberán tener luz y ventilación natural, exceptuando almacenes, cuartos de limpieza y basura.
- La agrupación de aulas y espacios docentes se hará por ciclos de edad o por materias educativas.
- Las áreas destinadas a alojamiento de maquinaria se situarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencia acústica.
- La altura de los espacios docentes será como mínimo de 3 m.
- En circulaciones, seminarios, despachos y demás locales de reducidas dimensiones se admite como altura mínima 2'80 m.

Normas de diseño en centros públicos (R.D. 1537/2003) / Locales docentes:

- La iluminación natural se situará en el paramento de mayor longitud.
- La disposición de la pizarra permitirá la entrada de luz natural por la izquierda de los alumnos.
- La longitud libre del lado menor ha de ser igual o superior a 6'00 m.
- Todos los locales docentes tendrán como mínimo dos puertas de evacuación que abrirán hacia fuera, sin invadir el pasillo más de 15 cm. Al menos una de ellas abrirá a la zona de circulación y la otra, si no hay posibilidad, podrá alternativamente dar al pasillo o al local contiguo.

Normas de diseño en centros públicos (R.D. 1537/2003) / Gimnasio y vestuarios:

- Se podrá proyectar como pabellón exento o integrado en el edificio principal.
- Situado en planta baja, próximo a las zonas de porches y juegos.
- Proyectado con elementos que garanticen una ventilación permanente, mediante lamas fijas en la parte superior del cerramiento.
- La iluminación natural debe tenerse en cuenta en el diseño.
- No se dispondrán falsos techos ni elementos peligrosos e inestables a golpes o balonazos.
- Altura libre 5'50 m.
- Existirá un almacén para material deportivo con puertas de acceso de dimensiones adecuadas para la entrada de dicho material.
- Espacio interior libre exento de pilares y adecuado para la práctica deportiva.
- Vestuarios masculinos: 6 duchas, 3 lavabos, 2 inodoros y 4 urinarios.
- Vestuarios femeninos: 6 duchas, 3 lavabos y 4 inodoros.
- Aseos minusválidos: 1 ducha, 1 lavabo y 1 inodoro.
- Podrá sustituirse por una cabina de ducha, un inodoro y un lavabo adaptados, integrados tanto en masculinos como en femeninos.
- Las duchas tendrán separaciones intermedias que garanticen su privacidad, mediante divisiones de tabiquería sin puertas.
- La zona de vestuarios se proyectará con una superficie suficiente para permitir el cambio de ropa del alumnado de un aula.
- Despacho monitor. Aseo: 1 ducha, 1 lavabo y 1 inodoro.

Normas de diseño en centros públicos (R.D. 1537/2003) / Aseos alumnos:

- Los aseos de alumnos incluirán al menos un aseo para minusválidos en planta baja.
- Dotación de 2 inodoros y 1 lavabo por aula polivalente.
- Se distribuirán en cada planta, en proporción al número de alumnos de la misma, separados por sexos.

- En aseos masculinos, la mitad de los inodoros se sustituirán por doble número de urinarios murales.

Normas de diseño en centros públicos (R.D. 1537/2003) / Escaleras, rampas y ascensores:

- Las escaleras principales se situarán próximas al vestíbulo de entrada y fácilmente visibles desde el mismo.
- Su anchura no será inferior a 1'50 m. en todos los casos ni superior a 2'40 m.
- Deberán disponerse de manera que interfieran lo menos posible en cualquier redistribución de la zona de enseñanza.
- No se admitirán escaleras helicoidales, ni escalones compensados en ningún tramo de la escalera.
- Para hacer accesibles todas las plantas del centro, se colocará rampa o ascensor adaptado a minusválidos.
- En rampas tendrán rellano de 1'50 m. cada 15 m. como máximo tramo en rampa, siendo recomendable de 10 m.
- En los cambios de sentido se dispondrá un rellano horizontal.

El proyecto ante el que nos encontramos parte de una premisa fundamental que condiciona desde el primer momento el planteamiento del mismo: la búsqueda de la mejor orientación para los espacios docentes, a fin de lograr el mejor confort térmico sin que ello revierta en un mayor consumo energético. Consideramos que, si bien la orientación de cualquier espacio arquitectónico debe ser una de las bases fundamentales de cualquier proyecto, más aún en un edificio docente, y no sólo por motivos de ahorro energético o incluso por razones higiénico sanitarias, sino fundamentalmente por lograr una entrada controlada de la luz en el interior de cada uno de los espacios docentes.

Teniendo en cuenta la orientación dada de la parcela, de manera que el eje longitudinal de la misma coincide con el eje Norte – Sur, la única forma de lograr nuestro propósito consiste en la disposición de dichos espacios docentes en forma de batería. Todas estas piezas se unen a un cuerpo principal que discurre en el sentido longitudinal de la parcela, y desde el cual se realiza el acceso a estas piezas. Por tanto, cada una de estas piezas queda separada entre sí de la pieza anterior y de la posterior mediante una serie de patios que, si bien son imprescindibles para permitir la iluminación de dichas aulas, terminan por imprimir un carácter definitivo al proyecto, al convertirse en espacios – zen que nos evaden del ruido que pudiera producirse en el patio principal del centro. Se crea así una especie de barrera acústica, de manera que las aulas consiguen “dar la espalda” a la zona de recreo, evitando así distracciones y favoreciendo la concentración y el ambiente de trabajo en cada una de las mismas.

Se pretende al mismo tiempo que cada una de estos patios se convierta en un mirador hacia el caserío antiguo del barrio de El Porvenir, que nos recuerda el entorno en el que trabajamos, haciéndolo para ello a través del edificio principal. Para permitir esta permeabilidad, dicho cuerpo principal debe ser muy transparente en estos puntos, de manera que la pieza longitudinal se rompe periódicamente para crear puntos de luz, evitando así la monotonía a lo largo de la misma y jugando con el contraste de las luces y las sombras.

Otra decisión fundamentales tomadas en el proyecto tras el análisis de las carencias más destacables en el sector, consiste en permitir que tanto el polideportivo como la biblioteca funcionen de manera independiente al centro en horario extraescolar, de manera que pudieran comportarse como equipamientos públicos del sector al que pertenecen. Para ello, es fundamental que cada uno de los dos espacios cuente con dos accesos independientes, uno desde el interior del centro y otro desde el exterior. La autonomía de estos espacios aumenta la versatilidad de los mismos.

En el caso de la biblioteca, su ubicación se realiza en uno de los extremos de la parcela, de manera que el tráfico peatonal a lo largo del edificio principal no interfiera en el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en la misma. Cuenta con dos plantas independientes, que se unen a través de un vestíbulo principal. En una de ellas se dispone la biblioteca como tal, funcionando como área de consulta, mientras que la planta superior funciona como sala de estudio, y cuenta para ello con los medios necesarios, bien sean informáticos o de cualquier otro tipo.

En el caso del polideportivo, se sitúa en el extremo opuesto de la parcela, y cuenta con la peculiaridad de un diseño pensado desde la funcionalidad. Se pretende que, si bien exista un cuerpo principal compacto que englobe los equipamientos (aseos, vestuarios, duchas,...) así como el graderío, el resto del polideportivo se diluya en el interior de la parcela, de forma que no conforme un cuerpo compacto y aislado, sino que a través de una estructura muy permeable que acapara el protagonismo, albergue pistas polideportivas, tanto para el funcionamiento del polideportivo como para el funcionamiento en los espacios de recreo. Se intenta definir el límite entre ambas pistas polideportivas, pero siempre de forma sutil y poco contundente, ya que en cualquier caso, comparten un mismo uso.

En cuanto a los espacios libres del centro, se ha tenido en cuenta el hecho de que se trate de un centro de educación secundaria y bachillerato y no de educación primaria, por lo que se insiste en los recorridos peatonales en detrimento de los espacios deportivos. Se dispone un patio principal que pretende dejar de ser un patio infantil, al que se accede directamente desde los diferentes espacios docentes. Existe también un segundo área destinada al descanso, donde se combinan los jardines con diferentes paseos, asimilándose al modelo de campus universitario, y finalmente, junto a este espacio se dispone el huerto al que obliga la normativa. Los tres espacios se encuentran dispuestos de forma longitudinal a lo largo de la parcela, de forma que todos los recintos en el interior de la misma quedan cohesionados y no se aprecian fracturas en la organización de la misma.

CUADRO DE SUPERFICIES ÚTILES

PLANTA BAJA

01	Conserjería y reprografía	18'44 m ²	02	Despacho alumnos	17'68 m ²
03	Orientación	17'68 m ²	04	Despacho APAS	17'68 m ²
05	Despacho secretario	17'68 m ²	06	Despacho jefe de estudios	17'68 m ²
07	Despacho director	16'91 m ²	08	Secretaría	45'26 m ²
09	Aseos profesores	25'15 m ²	10	Espacio circulación	91'62 m ²
11	Sala de profesores	43'34 m ²	12	Despacho director (Secretaria)	7'67 m ²
13	Espacio circulación	191'46 m ²	14	Cuarto de instalaciones	5'48 m ²
15	Cuarto de instalaciones	5'32 m ²	16	Cuarto de instalaciones	5'48 m ²
17	Aseos	21'56 m ²	18	Aseos	29'33 m ²
19	Aseos	21'56 m ²	20	Aseos	21'56 m ²
21	Espacio circulación	650'33 m ²	22	Aula Polivalente ESO 01	47'04 m ²
23	Aula Polivalente ESO 02	47'04 m ²	24	Aula Taller Eso	130'79 m ²
25	Aula Polivalente ESO 03	47'04 m ²	26	Aula Polivalente ESO 04	47'04 m ²
27	Aula Polivalente ESO 05	47'04 m ²	28	Aula Polivalente ESO 06	47'04 m ²
29	Aula Música ESO	47'04 m ²	30	Aula Plástica ESO	47'04 m ²
31	Aula Polivalente ESO 07	47'04 m ²	32	Aula Polivalente ESO 08	47'04 m ²
33	Reprografía	11'21 m ²	34	Biblioteca	189'59 m ²
35	Despacho	23'86 m ²	36	Aseos	11'89 m ²
37	Aseos	11'89 m ²	38	Espacio circulación	107'58 m ²
39	Taquillas	30'31 m ²	40	Taquillas	37'10 m ²
41	Taquillas	21'80 m ²	42	Taquillas	42'20 m ²

PLANTA PRIMERA

01	Departamento	36'64 m ²	02	Departamento	35'88 m ²
03	Departamento	35'88 m ²	04	Sala descanso	16'91 m ²
05	Departamento	45'26 m ²	06	Aseos	25'15 m ²
07	Espacio circulación	91'62 m ²	08	Departamento	43'34 m ²
09	Vestíbulo	7'67 m ²	10	Espacio circulación	135'78 m ²
11	Almacén	11'22 m ²	12	Cuarto limpieza	11'11 m ²
13	Aseos	21'56 m ²	14	Aseos	29'33 m ²
15	Aseos	21'56 m ²	16	Aseos	21'56 m ²
17	Espacio circulación	650'33 m ²	18	Aula Taller Bachillerato 01	130'72 m ²
19	Aula Información y Comunicación	47'04 m ²	20	Aula Taller Bachillerato 02	130'72 m ²
21	Aula Polivalente Bachillerato 01	47'04 m ²	22	Aula Polivalente Bachillerato 02	47'04 m ²
23	Laboratorio ESO	47'04 m ²	24	Aula Polivalente Bachillerato 03	47'04 m ²
25	Aula Polivalente Bachillerato 04	47'04 m ²	26	Reprografía	11'21 m ²
27	Biblioteca	189'59 m ²	28	Despacho	23'86 m ²
29	Aseos	11'89 m ²	30	Aseos	11'89 m ²
31	Espacio circulación	107'58 m ²			

PLANTA SEGUNDA

01	Departamento	36'64 m ²	02	Departamento	35'88 m ²
03	Departamento	35'88 m ²	04	Sala descanso	16'91 m ²
05	Departamento	45'26 m ²	06	Aseos profesores	25'15 m ²
07	Espacio circulación	91'61 m ²	08	Departamento	43'34 m ²
09	Vestíbulo	7'67 m ²	10	Espacio circulación	170'28 m ²
11	Cuarto de instalaciones	20'26 m ²	12	Cuarto de instalaciones	18'76 m ²

2.1. Sustentación del edificio

Atendiendo al informe geotécnico realizado, según el cual se deduce que nos encontramos con un perfil del terreno bastante aceptable dado que el firme se encuentra a 3 m. de profundidad y su tensión admisible es 2 Kp/cm^2 , así como a las considerables dimensiones en planta del proyecto, o al hecho de que no existan desniveles apreciables en la parcela, se realizó el siguiente razonamiento:

- Descartamos la cimentación por pilotes, dado que el firme se encuentra a tan sólo 3 m. de profundidad.
- Descartamos la cimentación por zapatas corridas, dado que no existen irregularidades del terreno que justifiquen su necesidad. Además, este tipo de cimentación consigue un mejor reparto de las cargas, pero en un edificio de sólo tres plantas, apenas se aprecia este hecho.
- Descartamos la cimentación por losa, que, además de tener las mismas ventajas que las zapatas corridas y que por tanto no son aplicables a nuestro proyecto, se recomienda exclusivamente cuando el área ocupada por zapatas supera el 50% de la superficie del edificio. Dado que éste no es nuestro caso, rechazamos esta solución.

Por tanto, optaremos finalmente por una cimentación mediante zapatas aisladas, que resulta además la más económica de llevar a cabo. Éstas descansarán sobre pozos de cimentación de hormigón en masa que alcanzarán la profundidad del firme.

2.2. Sistema estructural

La tipología elegida para resolver la estructura del edificio sobre el que trabajamos nos permite dudar en un primer momento, y partiendo de la base de que buscamos una solución estructural adecuada a un edificio de esta tipología, en el que reducir los costes es una de las premisas fundamentales, entre pórticos de hormigón armado o bien forjados reticulares sobre pilares. Sin embargo, dado que las luces entre pilares llegan a alcanzar los 8'5 m., la primera solución quedaría descartada, pues nos obligaría a disponer vigas con mucho canto.

La solución elegida consiste por tanto en disponer una retícula de soportes de hormigón armado, en el entorno de los cuales será necesario macizar de hormigón, eliminando los aligeramientos, coincidiendo con las zonas de máximo flector negativo y esfuerzo cortante (punzonamiento).

Constructivamente, esta solución nos obligará a ejecutar la estructura disponiendo apeos que soporten el peso propio de la estructura y de los operarios durante el proceso de hormigonado y fraguado del hormigón.

2.3. Sistema envolvente

Los cerramientos exteriores se resolverán con un pie de ladrillo perforado, $e = 24$ cm. Hacia el interior se dispondrá una cámara de aire de 4 cm. de espesor, aislamiento térmico a base de espuma de poliuretano $e = 4$ cm., y hoja interior de tabicón de ladrillo hueco doble.

Hacia el exterior se dispondrán dos soluciones constructivas diferentes, en función del volumen que se desee conseguir en cada zona:

- En aquellas zonas donde no se pretenda conseguir volumen, se realizará un acabado exterior sobre la fábrica mediante revoco, que no es más que un enfoscado al que se le aplicarán pigmentos para conseguir el color deseado, evitando así la pintura. Utilizaremos un revoco de cemento sobre el que se conseguirá un acabado lavado. Para aplicar el revoco será necesario pañear la fachada para evitar la aparición de fisuras.
- En aquellas zonas donde se pretenda conseguir volumen, lo obtendremos mediante la ejecución de una fachada cerámica ventilada, que nos permitirá sobresalir hasta 30 cm. sobre la fábrica original. Este sistema dispone de numerosas ventajas, como son tratamiento antigraffiti, baja absorción de agua, gran resistencia y durabilidad, y coste de mantenimiento nulo, puesto que se limpia con el agua de lluvia.

En cuanto a la cubierta del edificio, se resolverá mediante una cubierta plana no transitable, compuesta por formación de pendiente con hormigón celular $e = 15$ cm., mortero de regularización $e = 1'5$ cm., lámina asfáltica tipo sándwich con doble armadura de polietileno, mortero de protección de la lámina asfáltica $e = 1'5$ cm., aislamiento térmico de poliestireno extrusionado en panel rígido $e = 3$ cm, mortero de protección $e = 1'5$ cm., capa de gravilla suelta diámetro máximo 15 mm. $e = 7$ cm.

2.4. Sistema de compartimentación

Las divisiones interiores se ejecutarán con las siguientes soluciones constructivas:

- Cigarrero de ladrillo cerámico perforado recibido con mortero M40, e = 11'5 cm. + Cámara de aire, e = 4 cm. + Espuma de poliuretano, e = 4 cm. + Tabicón ladrillo hueco doble recibido con mortero M40, e = 7 cm.
- 1/2 pie ladrillo cerámico perforado recibido con mortero M40, e = 11'5 cm.
- Tabicón de ladrillo hueco doble recibido con mortero M40, e = 7 cm.

2.5. Sistemas de acabados

Para las paredes se dispondrán los siguientes tipos de acabados:

- Guarnecido y enlucido de yeso + Acabado pintura plástica lavable blanco.
- Alicatado de gres porcelánico.
- Trasdoso de cartón yeso PLADUR.
- Tablero DM pintado de color y barnizado mate.

Los techos se revestirán con falsos techos formados con placas de cartón yeso termoacústicas de 100 x 60 cm., realizados con bandejas metálicas de acero galvanizado, lacado color blanco.

La solería interior será de terrazo de uso intensivo, grano micro, 40 x 40 cm. en todo el edificio, excepto en baños donde se dispondrá un pavimento sin junta con baldosas de gres porcelánico técnico de 30 x 30 cm.

2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

(Ver el desarrollo del Proyecto de Ejecución, donde se especifican las características de cada una de las instalaciones).

3.1. Seguridad estructural

Este DB establece los principios y los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad. Describe las bases y los principios para el cálculo de las mismas.

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

- DB-SE-AE Acciones en la edificación.
- DB-SE-C Cimientos.
- DB-SE-A Acero.
- DB-SE-F Fábrica.
- DB-SE-M Madera.
- DB-SI Seguridad en caso de incendio.

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

- NCSE Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.
- EHE Instrucción de hormigón estructural.
- EFHE Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados.

(Ver “Anejos a la memoria: Cálculo de la estructura”, donde se aplican todas las prescripciones establecidas por este DB).

3.2. Seguridad en caso de incendio

Sección SI 1. Propagación interior.

1. Compartimentación en sectores de incendio

El edificio ante el que nos encontramos tiene como uso principal el Uso Docente, si bien es importante señalar que aquellas zonas destinadas a actividades subsidiarias de la principal cumplirán las prescripciones relativas a su uso. Éste es el caso del área de Administración en Planta Baja y del área Departamental en Planta Primera y en Planta Segunda, que corresponden al Uso Administrativo.

Según el CTE, toda zona cuyo uso sea diferente y subsidiario del principal del edificio en el que esté integrada, debe constituir un sector de incendio siempre que supere una determinada superficie construida, que para el caso de uso Administrativo se establece en 500 m². Además, para uso Administrativo, la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2500 m².

Por otra parte, para uso Docente en edificios de más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4000 m².

Teniendo en cuenta estas prescripciones, la compartimentación del edificio en sectores de incendio se realizará del siguiente modo:

- Sector 01: Biblioteca Planta Baja + Biblioteca Planta Primera. Superficie construida = 611'03 m².
- Sector 02: Área Docente Planta Baja + Área Docente Planta Primera. Superficie construida = 3303'35 m².
- Sector 03: Vestíbulo Planta Baja + Vestíbulo Planta Primera + Vestíbulo Planta Segunda. Superficie construida = 728'04 m².
- Sector 04: Área Administración Planta Baja + Área Departamentos Planta Primera + Área Departamentos Planta Segunda. Superficie construida = 1155'51 m².

Nota: A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial y las escaleras y pasillos protegidos contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

La resistencia al fuego de las paredes, suelos y techos que delimitan sectores de incendio cuando dichos sectores se encuentran sobre rasante en edificios cuya altura de evacuación es inferior a 15 m. debe ser tanto para uso Docente como para uso Administrativo de valor EI 60.

2. Locales y zonas de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la Tabla 2.1. Son susceptibles de ser locales o zonas de riesgo especial los siguientes:

Planta Baja:

- Local de contadores de electricidad: Riesgo bajo.
- Almacén de limpieza 01 ($V < 100 \text{ m}^3$): No es local de riesgo especial.
- Biblioteca Planta Baja ($V > 400 \text{ m}^3$): Riesgo alto.

Planta Primera:

- Almacén de limpieza 02 ($V < 100 \text{ m}^3$): No es local de riesgo especial.
- Almacén de limpieza 03 ($V < 100 \text{ m}^3$): No es local de riesgo especial.
- Almacén general ($V < 100 \text{ m}^3$). No es local de riesgo especial.

Planta Segunda:

- Sala de instalación de climatización: Riesgo bajo.

Nota: A los efectos de este DB se excluyen los locales situados en las cubiertas de los edificios.

La resistencia al fuego de la estructura portante será como mínimo:

- Locales de riesgo bajo: R90.
- Locales de riesgo alto: R180.

La resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio será como mínimo:

- Locales de riesgo bajo: EI90.
- Locales de riesgo alto: EI180.

Nota: Cuando el techo separe de una planta superior, debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural.

Las puertas de comunicación con el resto del edificio serán como mínimo:

- Locales de riesgo bajo: EI₂ 45-C5.
- Locales de riesgo alto: 2 x EI₂ 30-C5.

Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio:

- Locales de riesgo bajo: No.
- Locales de riesgo alto: Sí.

Nota: Las puertas de los vestíbulos de independencia deben abrir hacia el interior del vestíbulo.

El máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será:

- Locales de riesgo bajo: 25 m.
- Locales de riesgo alto: 25 m.

3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones.

4. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos deben cumplir las siguientes condiciones de reacción al fuego:

	Revestimientos	Revestimientos
	De techos y paredes	De suelos
Zonas ocupables	C-s2, d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1, d0	C _{FL} -s1
Recintos de riesgo especial	B-s1, d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos	B-s3, d0	B _{FL} -s2

Sección SI 2. Propagación exterior.

1. Medianerías y fachadas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas en un mismo edificio, bien entre dos sectores de incendio del mismo, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de

ambas fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados una distancia de 2'00 m. cuando estos puntos formen un ángulo de 90°.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas será B-s3, d2 en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, así como en toda fachada cuya altura exceda de 18 m.

2. Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto.

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación, ventilación o extracción de humo, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

Sección SI3. Evacuación de ocupantes.

1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Puesto que cada uno de los establecimientos de uso Administrativo, a pesar de estar integrados en un edificio cuyo uso principal es distinto del suyo, no cuentan con una superficie construida superior a 1500 m², no se debe cumplir ninguna prescripción particular.

2. Cálculo de la ocupación

A continuación se adjunta el cálculo de la ocupación de los diferentes recintos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquina, locales para material de limpieza, aseos de planta, etc. Ocupación nula.
- Uso Administrativo:
 - o Zonas de oficina: 10 m² / Persona.
 - o Vestíbulos generales y zonas de uso público: 2 m² / Persona.
- Uso Docente:
 - o Conjunto de la planta o del edificio: 2 m² / Persona.
 - o Locales diferentes de aulas, tales como laboratorios, talleres,...: 5 m² / Persona.
 - o Aulas: 1'5 m² / Persona.
 - o Salas de lectura en bibliotecas: 2 m² / Persona.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Planta Baja:

Conserjería y Reprografía (10 m ² / Persona)	2 P.
Despacho Alumnos (10 m ² / Persona)	2 P.
Orientación (10 m ² / Persona)	2 P.
Despacho APAS (10 m ² / Persona)	2 P.
Despacho Secretario (10 m ² / Persona)	2 P.
Despacho Jefe de Estudios (10 m ² / Persona)	2 P.
Despacho Director (10 m ² / Persona)	2 P.
Secretaría (10 m ² / Persona)	5 P.

Sala de profesores (2 m ² / Persona)	23 P.
Aula Polivalente ESO 01 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 02 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Taller ESO (5 m ² / Persona)	30 P.
Aula Polivalente ESO 03 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 04 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 05 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 06 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Música ESO (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Plástica ESO (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 07 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente ESO 08 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Sala de lectura Biblioteca (2 m ² / Persona)	80 P.
Despacho Biblioteca (10 m ² / Persona)	3 P.

Planta Primera:

Seminario 01 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 02 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 03 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 04 (10 m ² / Persona)	5 P.
Seminario 05 (10 m ² / Persona)	5 P.
Sala de reuniones	Ocupación alternativa
Aula Taller Bachillerato 01 (5 m ² / Persona)	20 P.
Aula Información y Comunicación (5 m ² / Persona)	30 P.
Aula Taller Bachillerato 02 (5 m ² / Persona)	20 P.
Aula Polivalente Bachillerato 01 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente Bachillerato 02 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Laboratorio ESO (5 m ² / Persona)	20 P.
Aula Polivalente Bachillerato 03 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Aula Polivalente Bachillerato 04 (1'5 m ² / Persona)	34 P.
Sala de lectura Biblioteca (2 m ² / Persona)	80 P.
Despacho Biblioteca (10 m ² / Persona)	3 P.

Planta Segunda:

Seminario 01 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 02 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 03 (10 m ² / Persona)	4 P.
Seminario 04 (10 m ² / Persona)	5 P.
Seminario 05 (10 m ² / Persona)	5 P.
Sala de reuniones	Ocupación alternativa

3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

A continuación se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.

Los recintos y plantas podrán disponer de una única salida cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- Su ocupación no excede de 100 personas, o de 50 alumnos en el caso de escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o de secundaria.
- La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m. o de 50 m. si se trata de una planta que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas.
- La altura de evacuación de la planta considerada no excede de 28 m.

Nota: La planta de salida del edificio debe contar con más de una salida cuando le sea exigible considerando únicamente la ocupación de dicha planta, o bien cuando el edificio esté obligado a tener más de una escalera para la evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.

Teniendo en cuenta estas prescripciones, se han establecido las correspondientes salidas de recinto y salidas de planta.

Si bien es cierto que en el caso de las aulas éstas podrían contar con una única salida de recinto, la normativa específica de aplicación de la Junta de Andalucía obliga a: "Todos los locales docentes tendrán como mínimo dos puertas de evacuación que abrirán hacia fuera, sin invadir el pasillo más de 15 cm".

En el caso de cada una de las dos salas que conforman la biblioteca, dado que la ocupación no supera las 100 personas en cada una de ellas y que la longitud del recorrido de evacuación hasta una salida de recinto es inferior a 25 m., podría disponerse una sola salida de recinto.

En el caso de los despachos, se cumplen las prescripciones necesarias para que no sea necesario disponer más de una salida de recinto.

En cuanto a las salidas de planta, ni en Planta Baja ni en Planta Primera es posible disponer una única salida de planta, por no cumplirse alguna o ninguna de las prescripciones señaladas. Sin embargo, en Planta Segunda sí es posible disponer una única salida de planta, ya que se cumplen las prescripciones dadas, aunque no obstante se dispondrán más de las necesarias.

Cuando los recintos o las plantas deban disponer de más de una salida de planta, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de recinto o de planta, en cada caso, no excede de 50 m.
- La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existen al menos dos recorridos alternativos no excede de 25 m.

4. Dimensionado de los medios de evacuación

Criterios para la asignación de ocupantes:

- Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

Cálculo:

- Puertas y pasos: $A > P/200 > 0'80$ m. La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que $0'60$ m. ni exceder de $1'20$ m.
- Pasillos: $A > P/200 > 1$ m.
- Escaleras no protegidas para evacuación descendente: $A > P/160 > 1$ m. (para uso Docente).

5. Protección de las escaleras

Para uso Docente, las escaleras no necesitan ser protegidas si, como ocurre en nuestro caso, la altura de evacuación es inferior a 14 m.

6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien,
- Prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

7. Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.
- El tamaño de las señales será:
 - o 210 x 210 mm. cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - o 420 x 420 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
 - o 594 x 594 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Sección SI4. Detección, control y extinción del incendio.

1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El edificio deberá disponer de:

- Extintor portátil de eficacia 21A-113B:

- Cada 15 m. de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
- En las zonas de riesgo especial.
- Hidrante exterior. Al menos un hidrante hasta 10000 m² de superficie construida.
- Boca de incendio: Puesto que la superficie construida excede de 2000 m².
- Sistema de alarma: Puesto que la superficie construida excede de 1000 m².
- Sistema de detección de incendio: Se dispondrá en las zonas de riesgo alto.

2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Se dispondrán las señales definidas en la norma UNE 23033-1.

Sección SI5. Intervención de los bomberos.

1. Condiciones de aproximación y entorno

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3'5 m.
- Altura mínima libre o gálibo 4'5 m.
- Capacidad portante del vial 20 kN/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5'30 m. y 12'50 m. con una anchura libre para circulación de 7'20 m.

Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos principales:

- Anchura mínima libre 5 m.
- Altura libre la del edificio.
- Separación máxima del vehículo al edificio: 23 m. (Por ser la altura de evacuación inferior a 15 m.)
- Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio 30 m.
- Pendiente máxima 10%.
- Resistencia al punzonamiento del suelo 10 t. sobre 20 cm. ϕ .

La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0'15m. x 0'15m. debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

En el caso de que el edificio esté equipado con columna seca debe haber acceso para un equipo de bombeo a menos de 18 m. de cada punto de conexión a ella. El punto de conexión será visible desde el camión de bombeo.

En las vías de acceso sin salida de más de 20 m. de largo se dispondrá de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- Debe haber una franja de 25 m. de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m. que podrá estar incluido en la citada franja.
- La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas.
- Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco de forma circular de 12'50 m. de radio, en el que se cumplan las condiciones expresadas en el primer párrafo de este apartado.

2. Accesibilidad por fachada

Las fachadas a las que se hace referencia en el apartado anterior deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1'20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0'80 m. y 1'20 m. respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m. medida sobre la fachada.
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz realizar 3 renovaciones/hora.

Sección SI6. Resistencia al fuego de la estructura.

1. Generalidades

2. Resistencia al fuego de la estructura

3. Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego exigida a los elementos estructurales en nuestro caso particular, para uso Docente y uso Administrativo y altura de evacuación inferior a 15 m. es R60.

En las zonas de riesgo especial bajo se exige R90, y en las zonas de riesgo especial alto se exige R180.

4. Elementos estructurales secundarios

A los elementos estructurales secundarios se les exige la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

3.3. Seguridad de utilización

Sección SU1. Seguridad frente al riesgo de caídas.

1. Resbaladividad de los suelos

En zonas interiores secas con pendiente inferior al 6%, la resistencia al deslizamiento de los suelos R_d será $15 < R_d \leq 35$.

En zonas interiores secas con pendiente igual o superior al 6%, la resistencia al deslizamiento de los suelos R_d será $35 < R_d \leq 45$.

En zonas interiores húmedas, tales como las entradas al edificio desde el espacio exterior, aseos, vestuarios,... con pendiente inferior al 6%, la resistencia al deslizamiento de los suelos R_d será $35 < R_d \leq 45$.

En zonas interiores húmedas, tales como las entradas al edificio desde el espacio exterior, aseos, vestuarios,... con pendiente igual o superior al 6%, la resistencia al deslizamiento de los suelos R_d será $R_d > 45$.

En zonas exteriores, la resistencia al deslizamiento de los suelos R_d será $R_d > 45$.

2. Discontinuidades en el pavimento

Excepto en zonas de uso restringido, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- No presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm.
- Los desniveles que no excedan de 50 mm. se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%.
- En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm. de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 800 mm. como mínimo.

En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

- En zonas de uso restringido.
- En los accesos al edificio, bien desde el exterior, bien desde porches, aparcamientos, etc.

La distancia entre el plano de una puerta de acceso a un edificio y el escalón más próximo a ella será mayor que 1200 mm. y que la anchura de la hoja.

3. Desniveles

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 550 mm.

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm. cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m. y de 1100 mm. en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 400 mm, en los que el pasamanos tendrá una altura de 900 mm, como mínimo.

4. Escaleras y rampas

En tramos rectos, la huella medirá 280 mm. como mínimo, y la contrahuella 130 mm. como mínimo, y 170 mm. como máximo. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $540 \text{ mm.} \leq 2 \cdot C + H \leq 700 \text{ mm.}$

En las escaleras utilizadas preferentemente por niños, no se admiten los escalones sin tabica ni con bocel. Las tabicas serán verticales o inclinadas formando un ángulo que no exceda de 15° con la vertical.

Excepto en los casos señalados anteriormente, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3'20 m como máximo.

Los tramos podrán ser únicamente rectos.

En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

La anchura mínima útil del tramo será de 1200 mm. La anchura de la escalera estará libre de obstáculos.

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1000 mm., como mínimo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta .

Las escaleras que salven una altura mayor que 550 mm. dispondrán de pasamanos continuo al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1200 mm., o estén previstas para personas con movilidad reducida, dispondrán de pasamanos en ambos lados. Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 2400 mm. La separación entre pasamanos intermedios será de 2400 mm. como máximo. El pasamanos estará a una altura comprendida entre 900 y 1100 mm. El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 mm. y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

5. Limpieza de los acristalamientos exteriores

Dado que su limpieza está prevista desde el exterior, no se requiere ninguna prescripción. Para ello, será prevista la instalación de puntos fijos de anclaje en el edificio que garanticen la resistencia adecuada.

Sección SU2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.

1. Impacto

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm. en zonas de uso restringido y 2200 mm. en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm., como mínimo.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2200 mm., como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm. en la zona de altura comprendida entre 1000 mm. y 2200 mm. medida a partir del suelo.

Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2000 mm., tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos.

Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de paso situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2'50 m. se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo.

Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translúcidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0'7 m. y 1'5 m. como mínimo.

Las superficies acristaladas situadas dentro de áreas con riesgo de impacto tendrán una rotura de formas segura.

2. Atrapamiento

Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

Sección SU3. Seguridad frente al riesgo de atrapamiento en recintos.

1. Aprisionamiento

Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto.

Sección SU4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

1. Alumbrado normal en zonas de circulación

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece a continuación, medido a nivel del suelo:

Exterior – Escaleras: 10 lux.

Exterior – Resto de zonas: 50 lux.

Interior – Escaleras: 75 lux.

Interior – Resto de zonas: 50 lux.

2. Alumbrado de emergencia

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes

Sección SU5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.

No es de aplicación para nuestro caso particular.

Sección SU6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

No es de aplicación para nuestro caso particular.

Sección SU7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

1. Ámbito de aplicación

Zonas de Uso Aparcamiento y vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

2. Características constructivas

Las zonas de uso Aparcamiento dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad adecuada a la longitud del tipo de vehículo y de 4'5 m. como mínimo y una pendiente del 5% como máximo.

El acceso a los aparcamientos permitirá la entrada y salida frontal de los vehículos sin que haya que realizar maniobras de marcha atrás.

Existirá al menos un acceso peatonal independiente.

Sección SU8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

1. Procedimiento de verificación

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

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

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

N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos / año, Km²), obtenida según Fig. 1.1. = 1'60 (nº impactos / año, Km²).

A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3 · H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio = 21127 m².

C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno, obtenido según Tabla 1.1. = 0'75.

$$N_e = 1'6 \cdot 21127 \cdot 0'75 \cdot 10^{-6} = 0'025 \text{ nº impactos / año.}$$

El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$N_a = (5'5 \cdot 10^{-3}) / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5)$$

C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción, obtenido según Tabla 1.2.: 1.

C_3 : Coeficiente en función del contenido del edificio, obtenido según Tabla 1.3.: 1.

C_4 : Coeficiente en función del uso del edificio, obtenido según Tabla 1.4.: 3.

C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, obtenido según Tabla 1.5.: 1.

$$N_a = (5'5 \cdot 10^{-3}) / (1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1) = 0,0018.$$

Puesto que $N_e > N_a$, se exige la instalación de un sistema de protección contra el rayo, cuya eficiencia mínima será $E = 1 - (N_a / N_e) = 0'928$. Para esta eficiencia requerida, el nivel de protección exigido será 3. Para este nivel de protección, se cumplirán una serie de prescripciones que se recogen en el CTE, en el Anexo B del apartado correspondiente.

3.4. Salubridad

Sección HS1. Protección frente a la humedad.

1. Generalidades

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas).

2. Diseño

a) Suelos

Dado que la presencia de agua en el terreno es baja, y que el coeficiente de permeabilidad del terreno es $K_s < 10^{-5}$, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos en contacto con el terreno es 1. Para este grado de impermeabilidad se debe cumplir que:

V1: El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del suelo elevado, A_s , en m^2 debe cumplir la condición: $30 > S_s / A_s > 10$. La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

b) Fachadas

Dado que nos encontramos en la zona pluviométrica de promedios 3, y que en nuestro caso el grado de exposición al viento es V3, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas es 3. Para este grado de impermeabilidad se deben cumplir las siguientes condiciones:

R1: El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración.

C2: Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto.

c) Cubiertas

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones que se indican en el apartado correspondiente.

Sección HS2. Recogida y evacuación de residuos.

No es de aplicación por no tratarse de un edificio de viviendas.

Sección HS3. Calidad del aire interior.

No es de aplicación por no tratarse de un edificio de viviendas y tampoco disponer de garaje.

Sección HS4. Suministro de agua.

1. Generalidades

2. Caracterización y cuantificación de las exigencias

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran a continuación:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de AFS [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavabo	0'10	0'065
Inodoro con cisterna	0'10	-
Urinario con cisterna	0'04	-
Fregadero no doméstico	0'30	0'20

3. Diseño

a) Agua fría sanitaria

La red de abastecimiento de agua fría consta de la red pública y la red particular o interior.

Llamamos red pública de distribución al conjunto de tuberías que partiendo de los depósitos tienen la finalidad de alimentar los aparatos hidráulicos de servicio público así como los ramales de los particulares. Es decir, a partir de un determinado ramal de un conducto de la red pública el conjunto de tuberías que abastecen los diferentes puntos de una propiedad es lo que forma la red particular, la cual constituirá la red interior del edificio. El principal objetivo de la red interior es que el agua llegue con determina presión y caudal a cada uno de los locales húmedos. Habrá que tener en cuenta una serie de cuestiones: evitar el contacto con la red de evacuación; elegir materiales para los elementos de la instalación que no contaminen; evitar retornos del agua dentro de la red; cuidar los depósitos, etc.

El esquema general de la instalación particular o interior será el de una red con contador general único, y estará compuesta por tanto de los siguientes elementos:

- Acometida (Debe disponer de una llave de corte en el exterior de la propiedad).
- Llave de corte general + Filtro de la instalación general + Contador general único + Grifo de prueba + Válvula antiretorno + Llave de salida. Todo ello se situará en un armario en el interior de la propiedad, dentro de la zona de uso común.
- Tubo de alimentación.
- Distribuidor principal.
- Derivaciones colectivas.
- Sistemas de control y regulación de la presión.
- Sistemas de tratamiento de agua.

b) Agua caliente sanitaria

La instalación de agua caliente sanitaria consistirá en un sistema centralizado de producción y de distribución para todo el edificio. Además, la producción será por acumulación, en la que se prepara el agua caliente y se mantiene almacenada en un depósito aislado lista para su consumo cuando sea demandada. También dispondremos de una red de retorno, que arranca al final de la red de distribución y retorna el agua caliente sanitaria no utilizada hasta el punto de producción, de manera que exista disponibilidad continua de agua caliente sanitaria a lo largo de toda la red de distribución. Este sistema permite que el tiempo transcurrido desde la apertura de un grifo de agua caliente sanitaria hasta que el agua sale caliente sea mínimo.

Los elementos que componen la instalación de agua caliente sanitaria son los siguientes:

- Caldera: es el centro productor de calor.

- Circuito primario: es un circuito cerrado de agua no apta para el consumo que funciona únicamente como agente transportador del calor.
- Depósito acumulador. El intercambio de calor se produce por recalentamiento indirecto del agua, mediante la inmersión de un serpentín del circuito primario en este depósito acumulador. Debe disponer de una válvula de seguridad que permita desaguar, así como de una válvula de vaciado. La temperatura de acumulación del agua caliente sanitaria debe ser entre 55-60°C.
- Circuito de distribución, que parte del depósito acumulador, alimenta los diferentes locales húmedos, y se cierra mediante la red de retorno, que arranca en el punto más alejado de la distribución. El caudal de retorno será el mínimo necesario para que la temperatura no descienda de 3°C. Para que el agua recircule continuamente será necesaria una bomba de recirculación.

4. Dimensionado

a) Red de Agua Fría Sanitaria

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado. $\alpha = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2}$.
- 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 entre 0'50 y 2'00 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

Los ramales de enlace a los diferentes aparatos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la siguiente tabla:

<i>Aparato o punto de consumo</i>	<i>Diámetro nominal del ramal de enlace (Tubo de cobre mm)</i>
Lavabo	12
Inodoro con cisterna	12
Urinario con cisterna	12
Fregadero	20

- Necesidad de grupo de presión:

En primer lugar realizaremos un tanteo de presión para comprobar la necesidad de disponer de un grupo de presión. El dato de la presión en la acometida de agua nos lo facilita la empresa suministradora, y su valor es $2 \text{ Kg/cm}^2 = 2 \text{ atm.} = 20'66 \text{ m.c.a.}$

El punto más desfavorable de la instalación es el Local 11. La presión necesaria para alcanzar este punto será: $P = H + 0'15 L_T + P_{\text{rem}} + \text{Contador} + \text{A.C.S.} = 8'70 + 0'15 \cdot 114'84 + 7 + 10 = 42'93 \text{ m.c.a.}$ Como la presión de la acometida, 22'66 m.c.a., es menor que la presión que necesitamos, 42'93 m.c.a., tendremos que colocar grupo de presión.

$$H = 0'8 \text{ m. (Acometida)} + 4'20 \text{ m.} + (4'20 - 0'50) = 8'70 \text{ m.}$$

$$L_T = L_R + L_{eq} = L_v + L_H + 20\% \cdot L_R = 8'70 + 87 + 20\% (8'70+87) = 114'84 \text{ m.}$$

$$P_{rem} = 7 \text{ m.c.a.}$$

Contador: 10 m.c.a.

$$A.C.S. = 0.$$

- Caudales instalados:

Local	Nº Lavabos (0'10 l/s)	Nº inodoros (0'10 l/s)	Nº fregaderos (0'30 l/s)	Nº urinarios (0'04 l/s)	Q _{ins} (l/s)
01	2	2	-	-	0'40
02	2	3	-	-	0'50
03	4	4	1	-	1'10
04	2	4	1	3	1'02
05	4	4	1	-	1'10
06	2	4	1	3	1'02
07	3	3	-	-	0'60
08	3	3	-	-	0'60
09	-	-	2	-	0'60
10	-	-	2	-	0'60
11	2	2	-	-	0'40
12	2	3	-	-	0'50
13	4	4	1	-	1'10
14	2	4	1	3	1'02
15	4	4	1	-	1'10
16	2	4	1	3	1'02
17	3	3	-	-	0'60
18	3	3	-	-	0'60
19	-	-	2	-	0'60
20	3	3	-	-	0'60
21	3	3	-	-	0'60

- Cálculo de la red de distribución:

A continuación, dimensionaremos las tuberías que abastecen al punto más desfavorable de la instalación, según el esquema de principio establecido en el plano correspondiente:

- Tramo 01: Local 01 + Local 02 + Local 03 + Local 04 + Local 05 + Local 06 + Local 07 + Local 08 + Local 09 + Local 10 + Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 = 15'68 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (136-1)^{1/2} = 0'086.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 15'68 \cdot 0'086 = 1'35 \text{ l/s.}$$

v: Velocidad (m/s). / ϕ : Diámetro (mm). / j: Pérdida de carga unitaria (m.c.a./m). Estos tres parámetros se obtienen entrando en un ábaco para tuberías de cobre. La velocidad que debemos elegir debe estar entre 0'5 y 1'5 m/s., nunca superior para evitar ruidos. La pérdida de carga unitaria no será superior a 0'15 m.c.a./m.

▷ $\phi = 40/42$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'060$ m.c.a./m.

- Tramo 02: Local 07 + Local 08 + Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$Q_{ins} = 0'60 + 0'60 + 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 = 9'34$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (85-1)^{1/2} = 0'11$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 9'34 \cdot 0'11 = 1'03$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'070$ m.c.a./m.

- Tramo 03: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 + 0'60 = 8'14$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (73-1)^{1/2} = 0'12$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 8'14 \cdot 0'12 = 0'96$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'070$ m.c.a./m.

- Tramo 04: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 + 0'60 + 0'60 = 6'94$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (61-1)^{1/2} = 0'13$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 6'94 \cdot 0'13 = 0'90$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'070$ m.c.a./m.

- Tramo 05: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 1'02 + 0'60 = 5'74$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (49-1)^{1/2} = 0'14$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 5'74 \cdot 0'14 = 0'83$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'075$ m.c.a./m.

- Tramo 06: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 1'10 + 0'60 = 4'72$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (39-1)^{1/2} = 0'16$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 4'72 \cdot 0'16 = 0'77$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'080$ m.c.a./m.

- Tramo 07: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 1'02 + 0'60 = 3'62$ l/s.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (30-1)^{1/2} = 0'19$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 3'62 \cdot 0'19 = 0'67$ l/s.

▷ $\phi = 33/35$ mm. ▷ $v = 1'20$ m/s ▷ $j = 0'085$ m.c.a./m.

- Tramo 08: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 19.

$$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 1'10 + 0'60 = 2'60 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (20-1)^{1/2} = 0'23.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 2'60 \cdot 0'23 = 0'60 \text{ l/s.}$$

$$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm. } \triangleright v = 1'20 \text{ m/s } \triangleright j = 0'085 \text{ m.c.a./m.}$$

- Tramo 09: Local 11 + Local 12 + Local 19.

$$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 + 0'60 = 1'50 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (11-1)^{1/2} = 0'32.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 1'50 \cdot 0'32 = 0'47 \text{ l/s.}$$

$$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm. } \triangleright v = 1'20 \text{ m/s } \triangleright j = 0'120 \text{ m.c.a./m.}$$

- Tramo 10: Local 11 + Local 12.

$$Q_{ins} = 0'40 + 0'50 = 0'90 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (9-1)^{1/2} = 0'35.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 0'90 \cdot 0'35 = 0'32 \text{ l/s.}$$

$$\triangleright \phi = 20/22 \text{ mm. } \triangleright v = 1'10 \text{ m/s } \triangleright j = 0'120 \text{ m.c.a./m.}$$

- Tramo 11: Local 11.

$$Q_{ins} = 0'40 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (4-1)^{1/2} = 0'58.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 0'40 \cdot 0'58 = 0'23 \text{ l/s.}$$

$$\triangleright \phi = 20/22 \text{ mm. } \triangleright v = 1'05 \text{ m/s } \triangleright j = 0'150 \text{ m.c.a./m.}$$

Tramo	Q_{ins} (l/s)	α	Q_c (l/s)	ϕ (mm)	v (m/s)	j (m.c.a./m)	L_g (m)	L_{eq} (m)	L_T (m)	J (m.c.a.)
1	15'68	0'086	1'35	40/42	1'20	0'060	3'20	0'64	3'84	0'23
2	9'34	0'11	1'03	33/35	1'20	0'070	5'90	1'18	7'08	0'50
3	8'14	0'12	0'96	33/35	1'20	0'070	5'10	1'02	6'12	0'43
4	6'94	0'13	0'90	33/35	1'20	0'070	0'90	0'18	1'08	0'08
5	5'74	0'14	0'83	33/35	1'20	0'075	6'80	1'36	8'16	0'61
6	4'72	0'16	0'77	33/35	1'20	0'080	14'20	2'84	17'04	1'36
7	3'62	0'19	0'67	33/35	1'20	0'085	30'80	6'16	36'96	3'14
8	2'60	0'23	0'60	26/28	1'20	0'085	13'65	2'73	16'38	1'39
9	1'50	0'32	0'47	26/28	1'20	0'120	0'50	0'10	0'60	0'07
10	0'90	0'35	0'32	20/22	1'10	0'120	22'30	4'46	26'76	3'21
11	0'40	0'58	0'23	20/22	1'05	0'150	4'60	0'92	5'52	0'83
Total										11'85

Una vez hallada la pérdida de carga total, podemos saber la presión total necesaria:

$$\text{Presión total necesaria} = H + J + \text{Contador} + \text{A.C.S.} = 8'70 + 11'85 + 10 + 0 = 30'55 \text{ m.c.a.}$$

- Potencia de la bomba:

A continuación, determinaremos la potencia de la bomba mediante la siguiente formulación:

$$P = (Q_c \cdot H_m) / (75 \cdot \rho) = (1'35 \cdot 47'55) / (75 \cdot 0'7) = 1'22 \text{ c.v.} \cdot 0'737 = 0'90 \text{ KW.}$$

Q: Caudal de cálculo = 1'35 l/s.

$$H_m = H + J + P + P_{rem} + M_d = 8'70 + 11'85 + 10 + 7 + 10 = 47'55 \text{ m.}$$

ρ : Rendimiento del motor = 0'7.

Como el equipo consta de 2 bombas, para obtener la potencia de cada una de ellas multiplicaremos el resultado obtenido por 0'7 (70% de la potencia de una sola bomba). $P = 0'7 \cdot 0'90 = 0'63 \text{ KW}$. Colocaremos por tanto dos bombas de 0'63 KW cada una.

- Volumen del depósito acumulador:

Seguidamente, determinaremos el volumen del depósito acumulador. Para ello aplicamos la siguiente formulación: $V = \text{Dotación} \cdot \text{Nº usuarios} \cdot \% \text{ día} = 15 \text{ l / persona} - \text{día} \cdot 360 \cdot 0'25 = 1350 \text{ l}$.

b) Red de Agua Caliente Sanitaria

- Cálculo del equipo de producción:

Comenzamos calculando el equipo de producción, para lo cual será necesario calcular tanto el volumen del depósito acumulador como la potencia de la caldera.

$$V_{\text{acumulador}} = \text{Dotación} \cdot \text{Nº usuarios} \cdot \% \text{ día} = 5 \text{ l / persona} - \text{día} \cdot 360 \cdot 0'25 = 450 \text{ l.}$$

$$P_{\text{caldera}} = (V_{\text{acumulador}} \cdot \Delta T) / (\rho \cdot t) = (450 \cdot 50) / (0'8 \cdot 3) = 9375 \text{ Kcal/h} = (9375 \cdot 1'16) \text{ W} = 10875 \text{ W.}$$

% día: La instalación se utilizará aproximadamente durante 6 horas diarias, es decir, 25% de la duración total del día.

Incremento de temperatura: Suponemos que la temperatura de acumulación se fija en 60°C, y que el agua fría sanitaria tiene una temperatura de 10°C. Por tanto, el incremento de temperatura será de 50°C.

ρ : Rendimiento de la caldera.

Tiempo: Se refiere al tiempo necesario para calentar el agua del depósito acumulador, y se estima un tiempo de 3 horas.

b) Red de Agua Caliente Sanitaria

- Caudales instalados:

Local	Nº Lavabos (0'065 l/s)	Fregadero (0'20 l/s)	Q _{ins} (l/s)
01	2	-	0'13
02	2	-	0'13
03	4	1	0'46
04	2	1	0'33
05	4	1	0'46
06	2	1	0'33
07	3	-	0'195
08	3	-	0'195

09	-	2	0'40
10	-	2	0'40
11	2	-	0'13
12	2	-	0'13
13	4	1	0'46
14	2	1	0'33
15	4	1	0'46
16	2	1	0'33
17	3	-	0'195
18	3	-	0'195
19	-	2	0'40
20	3	-	0'195
21	3	-	0'195

- Cálculo de la red de ida:

A continuación, dimensionaremos las tuberías que abastecen al punto más desfavorable de la instalación, según el esquema de principio establecido en el plano correspondiente:

- Tramo 01: Local 01 + Local 02 + Local 03 + Local 04 + Local 05 + Local 06 + Local 07 + Local 08 + Local 09 + Local 10 + Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'195 + 0'195 + 0'40 + 0'40 + 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'195 + 0'195 + 0'40 + 0'195 + 0'195 = 6'05 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (64-1)^{1/2} = 0'13.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 6'05 \cdot 0'13 = 0'76 \text{ l/s.}$$

$$Q_f = 1'10 \cdot Q_c \text{ (Se mayor para prever el caudal de retorno)} = 0'84 \text{ l/s.}$$

v: Velocidad (m/s). / ϕ : Diámetro (mm). / j: Pérdida de carga unitaria (m.c.a./m). Estos tres parámetros se obtienen entrando en un ábaco para tuberías de cobre. La velocidad que debemos elegir debe estar entre 0'5 y 1'5 m/s., nunca superior para evitar ruidos. La pérdida de carga unitaria no será superior a 0'15 m.c.a./m.

$$\triangleright \phi = 33/35 \text{ mm. } \triangleright v = 1'20 \text{ m/s } \triangleright j = 0'075 \text{ m.c.a./m.}$$

- Tramo 02: Local 07 + Local 08 + Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$$Q_{ins} = 0'195 + 0'195 + 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'195 + 0'195 + 0'40 + 0'195 + 0'195 = 3'41 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (40-1)^{1/2} = 0'16.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 3'41 \cdot 0'16 = 0'54 \text{ l/s.}$$

$$Q_f = 1'10 \cdot Q_c \text{ (Se mayor para prever el caudal de retorno)} = 0'60 \text{ l/s.}$$

$$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm. } \triangleright v = 1'20 \text{ m/s } \triangleright j = 0'095 \text{ m.c.a./m.}$$

- Tramo 03: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19 + Local 20 + Local 21.

$$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'195 + 0'195 + 0'40 + 0'195 + 0'195 = 3'02 \text{ l/s.}$$

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (34-1)^{1/2} = 0'17$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 3'02 \cdot 0'17 = 0'51 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'56 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'105 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 04: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 17 + Local 18 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'195 + 0'195 + 0'40 = 2'63 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (28-1)^{1/2} = 0'19$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 2'63 \cdot 0'19 = 0'50 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'55 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'110 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 05: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 16 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'33 + 0'40 = 2'24 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (22-1)^{1/2} = 0'22$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 2'24 \cdot 0'22 = 0'49 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'54 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'110 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 06: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 15 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'46 + 0'40 = 1'91 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (19-1)^{1/2} = 0'24$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 1'91 \cdot 0'24 = 0'46 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'50 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'120 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 07: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 14 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'33 + 0'40 = 1'45 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (14-1)^{1/2} = 0'28$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 1'45 \cdot 0'28 = 0'41 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'45 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'130 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 08: Local 11 + Local 12 + Local 13 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'46 + 0'40 = 1'12 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (11-1)^{1/2} = 0'32$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 1'12 \cdot 0'32 = 0'36 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'40 \text{ l/s}$.

$\triangleright \phi = 26/28 \text{ mm}$. $\triangleright v = 1'20 \text{ m/s}$ $\triangleright j = 0'140 \text{ m.c.a./m}$.

- Tramo 09: Local 11 + Local 12 + Local 19.

$Q_{ins} = 0'13 + 0'13 + 0'40 = 0'66 \text{ l/s}$.

α : Coeficiente de simultaneidad = $1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (6-1)^{1/2} = 0'45$.

$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 0'66 \cdot 0'45 = 0'30 \text{ l/s}$.

$Q_f = 1'10 \cdot Q_c$ (Se mayor para prever el caudal de retorno) = $0'33 \text{ l/s}$.

▷ $\phi = 20/22$ mm. ▷ $v = 1'10$ m/s ▷ $j = 0'130$ m.c.a./m.

- Tramo 10: Local 11 + Local 12.

$$Q_{ins} = Q_{ins} = 0'13 + 0'13 = 0'26 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (4-1)^{1/2} = 0'58.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 0'26 \cdot 0'58 = 0'15 \text{ l/s.}$$

$$Q_f = 1'10 \cdot Q_c \text{ (Se mayor para prever el caudal de retorno)} = 0'17 \text{ l/s}$$

▷ $\phi = 16/18$ mm. ▷ $v = 0'90$ m/s ▷ $j = 0'140$ m.c.a./m.

- Tramo 11: Local 11.

$$Q_{ins} = 0'13 \text{ l/s.}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / (\text{número grifos} - 1)^{1/2} = 1 / (2-1)^{1/2} = 1.$$

$$Q_c = Q_{ins} \cdot \alpha = 0'13 \cdot 1 = 0'13 \text{ l/s.}$$

$$Q_f = 1'10 \cdot Q_c \text{ (Se mayor para prever el caudal de retorno)} = 0'14 \text{ l/s}$$

▷ $\phi = 16/18$ mm. ▷ $v = 0'90$ m/s ▷ $j = 0'130$ m.c.a./m.

Tramo	Q_{ins} (l/s)	α	Q_c (l/s)	$1'10 \cdot Q_c$ (l/s)	ϕ_i (mm)	v (m/s)	ϕ_e (mm)	ϕ_a (mm)
1	6'05	0'13	0'76	0'84	33	1'20	35	20
2	3'41	0'16	0'54	0'60	26	1'20	28	20
3	3'02	0'17	0'51	0'56	26	1'20	28	20
4	2'63	0'19	0'50	0'55	26	1'20	28	20
5	2'24	0'22	0'49	0'54	26	1'20	28	20
6	1'91	0'24	0'46	0'50	26	1'20	28	20
7	1'45	0'28	0'41	0'45	26	1'20	28	20
8	1'12	0'32	0'36	0'40	26	1'20	28	20
9	0'66	0'45	0'30	0'33	20	1'10	22	20
10	0'26	0'58	0'15	0'17	16	0'90	18	20
11	0'13	1	0'13	0'14	16	0'90	18	20

Nota: Φ_a es el diámetro del conducto más el aislamiento necesario, que viene determinado por el RITE en una tabla en la que entramos con ϕ_e y con la temperatura del fluido (60°).

- Cálculo de la red de retorno:

El cálculo de la red de retorno se realiza en función del caudal de retorno (Q_r), que será el mínimo necesario para garantizar que no se produzca una caída de temperatura de más de 3°C desde la salida del depósito acumulador a los puntos de consumo. Para ello es necesario conocer las pérdidas de calor que se producen en la distribución.

El caudal de retorno se determina del siguiente modo: $Q_r = P_T / (C_E \cdot \Delta T)$, donde:

Q_r [l/h]: Caudal de retorno.

P_T [Kcal/h]: Potencia calorífica total perdida en la distribución.

C_E : Calor específico del agua = 1 Kcal / (l °C).

ΔT : Caída máxima de temperatura admisible = 3°C.

Para poder aplicar la formulación dada, necesitamos completar la tabla realizada:

Tramo	ϕ_i (mm)	ϕ_e (mm)	ϕ_a (mm)	$T_i - T_e$	p_i (Kcal / (h · m))	L_i (m)	P_i (Kcal / h)
1	33	35	20	40	10'26	3'84	14'97
2	26	28	20	40	9'32	7'08	65'99
3	26	28	20	40	9'32	6'12	57'04
4	26	28	20	40	9'32	1'08	10'07
5	26	28	20	40	9'32	8'16	76'05
6	26	28	20	40	9'32	17'04	158'81
7	26	28	20	40	9'32	36'96	344'47
8	26	28	20	40	9'32	16'38	152'66
9	20	22	20	40	8'25	0'60	4'95
10	16	18	20	40	7'34	26'76	196'42
11	16	18	20	40	7'34	5'52	40'52
Total							1121'95

- $T_i - T_e$: La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior será igual a $60^\circ - 20^\circ$ C.
- p_i : Pérdida de calor unitaria en cada tramo. Se calcula mediante la siguiente formulación:

$$p_i = \frac{\pi \cdot (T_i - T_e)}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot \phi_i} + \frac{\ln\left(\frac{\phi_e}{\phi_i}\right)}{2 \cdot \lambda_1} + \frac{\ln\left(\frac{\phi_a}{\phi_e}\right)}{2 \cdot \lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot \phi_a}}$$

Donde:

α_1 : Coeficiente de transmisión térmica superficial del conducto. Suponiendo que el conducto sea de cobre, $\alpha_1 = 1000$ Kcal / (h · m² · °C).

α_2 : Coeficiente de transmisión térmica superficial del aislante. Para un aislante tipo, $\alpha_2 = 8$ Kcal / (h · m² · °C).

λ_1 : Conductividad térmica del conducto. Suponiendo que el conducto sea de cobre, $\lambda_1 = 50$.

λ_2 : Conductividad térmica del aislante. Para un aislante tipo, $\lambda_2 = 0'034$ Kcal / (h · m² · °C).

- L_i [m]: Longitud de cada tramo, contando tramos verticales y tramos horizontales.
- P_i [Kcal/h]: Pérdida de calor de cada tramo. $P_i = p_i \cdot L_i$.

$$Q_r = P_T / (C_E \cdot \Delta T) = 1121'95 / (1 \cdot 3) = 373'98 \text{ l/h} = 0'10 \text{ l/s.}$$

Para obtener la sección de la red de retorno, aplicamos $Q = V \cdot S$;

$$S = Q/V = 0'10/3 = 0'03 \text{ l/m} = 0'003 \text{ dm}^2 = 30 \text{ mm}^2.$$

Ésta sería la sección obtenida para el tramo más desfavorable. Los otros tramos tendrán incluso una sección menor, pero se asemejan a ésta.

- Cálculo de la potencia de la bomba de recirculación:

$P = (Q_r \cdot H_m) / (75 \cdot p) = (0'10 \cdot 19'43) / (75 \cdot 0'8) = 0'03$ C.V. Dispondremos la mínima bomba normalizada que exista, dado que no existe ninguna bomba de recirculación con tan poca potencia.

H_m : 15% de la longitud total del tramo de ida más desfavorable = $15\% \cdot 129'54 = 19'43$ m.

Sección HS5. Evacuación de aguas.

1. Generalidades
2. Caracterización y cuantificación de las exigencias
3. Diseño

Partiendo de la base de que existe una única red de alcantarillado público, el diseño de la instalación consiste en una red unitaria, en la que todas las aguas vertidas a la red pública son transportadas por los mismos conductos. Este tipo de red resulta la más simplificada para edificios de hasta tres o cuatro plantas de altura, que responde a nuestro caso. Por supuesto, supone un menor coste económico en la construcción y en el cálculo, pero en su contra tiene aspectos como el aumento del volumen de agua a tratar, o los atascos que pueden producirse en los conductos en periodos secos, cuando estos transportan poco caudal.

4. Dimensionado (Correspondiente a la entrega de Marzo de 2007)

Comenzamos con el dimensionado de la red vertical o de bajantes. Según el CTE, se realizará el dimensionado por separado para las aguas pluviales y para las aguas residuales, y luego se redimensionarán los conductos si la red fuera unitaria.

- Dimensionado de bajantes para las aguas pluviales:

Se obtiene en función de la superficie, medida en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales, a través de la Tabla 4.8.

Bajante	Paños servidos	Superficie (m ²)	Diámetro del bajante de aguas pluviales (mm)
00	P1	142	75
01	P2	142	75
02	P3	175	75
03	P4	15	50
04	P5	82	63
05	P6 + C6	30	50
06	P9	8	50
07	P10	10	50
08	P8	104	63
09	P7	276	90
10	P11	76	63

11	P13	96	63
12	P12	146	75
13	P14	76	63
14	P17	10	50
15	P18	10	50
16	P16	120	75
17	P15	244	90
18	P19	76	63
19	P21	96	63
20	P20	146	75
21	P22	10	50
22	P23	10	50
23	P24	86	63
24	P25 + C25	175	75
25	P26	35	50
26	P27	58	50

Nota: El bajante 05 recoge el agua del paño 06 así como del castillete del ascensor del edificio principal, desde el que se vierte mediante un canalón. Lo mismo ocurre con el bajante 24, que recoge el agua del paño 25 y del castillete del ascensor de la biblioteca.

- Dimensionado de bajantes para las aguas residuales:

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen a continuación en función del uso.

Tipo Sanitario	Diámetro mínimo del sifón y ramal de desagüe (mm.)	Unidades de descarga
Lavabo	40	2
Inodoro con cisterna	100	5
Urinario	40	2
Fregadero	40	2

Nota: Para obtener el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se consultará la Tabla 4.3.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la Tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Bajante	Unidades de descarga	Diámetro del bajante de aguas residuales (mm)
00	-	-

01	42	90
02	-	-
03	-	-
04	-	-
05	-	-
06	32	90
07	30	90
08	4	50
09	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	32	90
15	30	90
16	4	50
17	4	50
18	-	-
19	-	-
20	-	-
21	-	-
22	33	90
23	-	-
24	-	-
25	-	-
26	-	-

- Unificación en bajantes de tipo mixto:

Para dimensionar los colectores de tipo mixto deben transformarse las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse a las correspondientes a las aguas pluviales.

La transformación de las UD en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se efectúa con el siguiente criterio: para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90 m².

De esta forma, el dimensionado de los bajantes queda del siguiente modo:

Bajante	Superficie (m ²)	Diámetro del bajante de aguas pluviales (mm)
00	142 + 0	75
01	142 + 90 = 232	90
02	175 + 0	75
03	15 + 0	50

04	82 + 0	63
05	30 + 0	50
06	8 + 90 = 98	63
07	10 + 90 = 100	63
08	104 + 90 = 194	90
09	276 + 0	90
10	76 + 0	63
11	96 + 0	63
12	146 + 0	75
13	76 + 0	63
14	10 + 90 = 100	63
15	10 + 90 = 100	63
16	120 + 90 = 210	90
17	244 + 90 = 334	110
18	76 + 0	63
19	96 + 0	63
20	146 + 0	75
21	10 + 0	50
22	10 + 90 = 100	63
23	86 + 0	63
24	175 + 0	75
25	35 + 0	50
26	58 + 0	50

- Dimensionado de los colectores de tipo mixto:

Para el dimensionado de los colectores de tipo mixto, una vez determinado el caudal que discurre por cada uno de los bajantes, se determinará el diámetro del colector mediante la Tabla 4.9. A continuación, se detalla el cálculo realizado para la zona en la que se ha realizado el dimensionado de la cimentación:

Tramo 1:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): 142 m².

Pendiente: 1%.

Diámetro del colector: $\phi 110$ mm.

Tramo 2:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): 232 m².

Pendiente: 1%.

Diámetro del colector: $\phi 125$ mm.

Tramo 3:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): $142 + 232 = 374$ m².

Pendiente: 1%.

Diámetro del colector: $\phi 160$ mm.

Tramo 4:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): $374 + 175 = 549 \text{ m}^2$.

Pendiente: 2%.

Diámetro del colector: $\phi 160 \text{ mm}$.

Tramo 5:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): 15 m^2 .

Pendiente: 1%.

Diámetro del colector: $\phi 90 \text{ mm}$.

Tramo 6:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): 15 m^2 .

Pendiente: 2%.

Diámetro del colector: $\phi 90 \text{ mm}$.

Tramo 7:

Superficie proyectada (Pluviales + Residuales): $549 + 15 = 564 \text{ m}^2$.

Pendiente: 4%.

Diámetro del colector: $\phi 125 \text{ mm}$.

- Dimensionado de las redes de ventilación:

A la red vertical se le incorpora una red de ventilación, que será imprescindible para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación.

Como nuestro edificio tiene menos de 10 plantas, sólo con la ventilación primaria sería suficiente. Por tanto, simplemente prolongaremos los bajantes por encima de la cubierta del edificio, debiendo sobresalir al menos 2 metros desde el pavimento de la azotea, y rematándolos con una chimenea que impida la entrada de cuerpos extraños, de tal manera que la acción del viento produzca cierta aspiración de los gases que están contenidos en ella.

3.5. Protección contra el ruido

(Cálculo justificativo del cumplimiento de la norma de aislamiento acústico NBE-CA-88).
(Correspondiente a la entrega de Marzo 2007).

Cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo de los diferentes elementos constructivos:

a) Paredes separadoras de propietarios o usuarios distintos: $R > 45$ dbA.

- Separaciones entre aulas.
- Separación entre despachos.
- Cerramiento tipo a1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg / m ²)
Contrachapado de madera	0'015	600	9
1 pie L.P.	0'24	-	364
Contrachapado de madera	0'015	600	9
			$m_T = 382$ Kg/m ²
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 52'75 > 45$ dbA.			

- Cerramiento tipo a2:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg / m ²)
Contrachapado de madera	0'015	600	9
Tabique L.H.S.	0'04	-	69
Poliestireno extrusionado	-	-	84
Citara L.H.S.	0'115	-	131
Contrachapado de madera	0'015	600	9
			$m_T = 302$ Kg/m ²
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 49'02 > 45$ dbA.			

b) Paredes separadoras de zonas comunes interiores: $R > 45$ dbA.

- Separación de aulas de zonas comunes.
- Separación de despachos de zonas comunes.
- Separación de biblioteca de zonas comunes.
- Cerramiento tipo b1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg / m ²)
Contrachapado de madera	0'015	600	9
1 pie L.P.	0'24	-	364
Enlucido y guarnecido de yeso	0'015	-	12
			$m_T = 385$ Kg/m ²
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 52'87 > 45$ dbA.			

- Cerramiento tipo b2:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg / m ²)
Contrachapado de madera	0'015	600	9
Tabique L.H.S.	0'04	-	69
Poliestireno extrusionado	-	-	84
Citara L.H.S.	0'115	-	131
Enlucido y guarnecido de yeso	0'015	-	12
			$m_T = 305 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 49'18 > 45 \text{ dbA.}$			

c) Paredes separadoras de zonas de máquinas: $R > 55 \text{ dbA.}$

- Cerramiento tipo c1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg / m ²)
Enlucido y guarnecido de yeso	0'015	-	12
1 pie L.M.	0'24	-	444
Enlucido y guarnecido de yeso	0'015	-	12
			$m_T = 468 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 55'96 > 55 \text{ dbA.}$			

d) Fachadas: $R > 30 \text{ dbA.}$

- Cerramiento tipo d1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg/m ²)
Trasdosado cartón yeso	0'01	-	10
Poliuretano proyectado	0'03	-	124
1 pie L.P.	0'24	-	364
Enfoscado	0'015	2000	30
			$m_T = 528 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 57'88 \text{ dbA.}$			

- Cerramiento tipo d2:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg/m ²)
Trasdosado cartón yeso	0'01	-	10
Poliuretano proyectado	0'03	-	124
1 pie L.P.	0'24	-	364
Aplacado	-	-	35
			$m_T = 533 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 58'02 \text{ dbA.}$			

- Ventanas: Acristalamiento doble, 6+6, clase A-2. $R = 29 \text{ dbA.}$

- Puertas: Acristalamiento doble, 6+6, clase A-2. $R = 29$ dbA.

$$R_g = 10 \cdot \log \left[\frac{\sum Si}{\sum (Si / 10^{R_i/10})} \right] =$$

$$= 10 \cdot \log \left[\frac{(676'23 + 1428'98 + 389'85 + 34'28)}{(676'23/10^{57'88/10} + 1428'98/10^{58'02/10} + 389'85/10^{29/10} + 34'28/10^{29/10})} \right] = 36'72 \text{ dbA} > 30 \text{ dbA}.$$

e) Elementos horizontales de separación: $R > 45$ dbA, $L_n < 80$ dbA.

- Cerramiento tipo e1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg/m ²)
Solería	-	-	80
Mortero de agarre	-	-	
Capa de compresión	0'05	2500	125
Forjado reticular (35+5/70)	-	-	420
Placas de yeso	0'02	-	25
			$m_T = 650 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 61'17 > 45 \text{ dbA}.$			
$L_n = 135 - R = 73'82 < 80 \text{ dbA}.$			

f) Cubiertas: $R > 45$ dbA, $L_n < 80$ dbA.

- Cerramiento tipo f1:

	e (m)	δ (Kg/m ³)	m (Kg/m ²)
Placas de yeso	0'02	-	25
Capa de compresión	0'05	2500	125
Forjado reticular (35+5/70)	-	-	420
Barrera de vapor	-	-	-
Hormigón formación pendiente	0'15	-	20
Mortero de regularización	0'015	-	20
Lámina asfáltica	-	-	-
Mortero de protección	0'015	-	20
Aislante térmico	0'03	-	84
Mortero de protección	0'015	-	20
Grava rodada	0'10	1700	170
			$m_T = 904 \text{ Kg/m}^2$
$R = 36'5 \log m - 41'5 = 66'40 > 45 \text{ dbA}.$			
$L_n = 135 - R = 68'60 < 80 \text{ dbA}.$			

3.6. Ahorro de energía

(Cálculo justificativo del cumplimiento de la norma de aislamiento térmico NBE-CT-79).
(Correspondiente a la entrega de Marzo 2007).

El coeficiente de transmisión térmica global K_G del edificio estudiado no será superior al siguiente valor obtenido de la Tabla 1, en función de:

- Zona climática según Mapa 1 (Art. 13): B.
- Factor de forma f (m^{-1}) = Superficie total / Volumen total = $2337'04 / 7478'52 = 0'31$.
- Tipo de energía para calefacción: Caso I.

$$K_G = a \cdot (3 + 1/f) = 0'23 \cdot (3 + 1/0'31) = 1'43 \text{ Kcal} / (\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Cálculo del coeficiente de transmisión de calor K de cerramientos:

a) Cerramientos en contacto con el ambiente exterior:

- Cerramiento tipo a1: Cerramiento compuesto con cámara de aire de espesor constante:

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R_n (Kcal / (h · m ² · °C))	r_v (MN (s/g) · m)
Ambiente interior	-	-	0'13	-
Trasdosado cartón yeso	0'01	0'16	0'0625	45
Poliestireno extrusionado	0'03	0'028	1'07	698
Cámara de aire no ventilada	0'03	-	0'196	5'5
1 pie ladrillo perforado	0'24	0'65	0'37	36
Enfoscado	0'015	1'2	0'0125	100
Ambiente exterior	-	-	0'07	-
			$R_T = 2'341$	
$K = 1/R_T = 0'43 < 1'55$				

- Cerramiento tipo a2: Cerramiento compuesto con cámara de aire de espesor constante y cámara de aire muy ventilada:

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R_n (Kcal / (h · m ² · °C))	r_v (MN (s/g) · m)
Ambiente interior	-	-	0'24	-
Trasdosado cartón yeso	0'01	0'16	0'0625	45
Poliestireno extrusionado	0'03	0'028	1'07	698
Cámara de aire no ventilada	0'03	-	0'196	5'5
1 pie ladrillo perforado	0'24	0'65	0'37	36
Aplacado	-	-	-	-
Ambiente exterior	-	-	-	-
			$R_T = 2'368$	
$K = 1/R_T = 0'42 < 1'03$				

- V1, doble acristalamiento, $e_{\text{cámara}} = 6 \text{ cm}$, carpintería metálica: $K = 3'4 \text{ Kcal} / (\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

b) Cerramientos de separación con otros edificios o con locales no calefactados:

- Cerramiento tipo b1: Cerramiento compuesto sin cámara de aire:

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R_n (Kcal / (h · m ² · °C))	r_v (MN · (s/g) · m)
Ambiente interior	-	-	0'13	-
Contrachapado de madera	0'015	0'12	0'125	45
1 pie ladrillo perforado	0'24	0'65	0'37	36
Enlucido y guarnecido de yeso	0'016	0'26	0'058	60
Ambiente exterior	-	-	0'07	-
			$R_T = 0'753$	
$K = 1/R_T = 1'33 < 1'72$				

- Cerramiento tipo b2: Cerramiento compuesto sin cámara de aire:

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R_n (Kcal / (h · m ² · °C))	r_v (MN · (s/g) · m)
Ambiente interior	-	-	0'13	-
Contrachapado de madera	0'015	0'12	0'125	45
Tabique L.H.S.	0'04	0'42	0'09	30
Poliestireno extrusionado	0'03	0'028	1'07	698
Cámara de aire no ventilada	0'03	-	0'196	5'5
Embarrado de cemento	0'015	1'2	0'0125	100
Citara L.H.	0'115	0'42	0'27	30
Enlucido y guarnecido de yeso	0'016	0'26	0'058	60
Ambiente exterior	-	-	0'07	-
			$R_T = 2'02$	
$K = 1/R_T = 0'49 < 1'72$				

- P2, madera, opaca, $e_{\text{cámara}}$: $K = 1'7 \text{ Kcal} / (\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

c) Cerramientos de techo o cubierta:

- Cerramiento tipo c1:

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R_n (Kcal / (h · m ² · °C))	r_v (MN · (s/g) · m)
Ambiente interior	-	-	0'11	-
Falso techo de placas de escayola	0'02	0'26	0'08	50
Cámara de aire no ventilada	0'20	0'19	1'05	5'5
Forjado bovedillas hormigón (35+5)/70	0'40	-	0'31	50
Barrera de vapor	-	-	-	$R_v = 20 \text{ (MN · (s/g))}$
Hormigón celular formación pendiente	0'15	0'29	0'52	77
Mortero de regularización	0'015	1'20	0'0125	100

Lámina asfáltica	-	-	-	$R_v = 103 \text{ (MN} \cdot \text{s/g)}$
Mortero de protección	0,015	1'20	0'0125	100
Poliestireno extrusionado	0'03	0'028	1'07	523
Mortero de protección	0'015	1'20	0'0125	100
Grava rodada	0'1	0'7	0'14	-
Ambiente exterior	-	-	0'06	-
			$R_T = 3'38$	
$K = 1/R_T = 0'30 < 1'20$				

d) Cerramientos de separación con el terreno:

- Cerramiento tipo d1: Forjado sobre cámara de aire: $1/K = 1/K_f + 1/(\alpha + 2'6 \cdot (l_{ex}/A))$
 $1/K = 1/2'94 + 1/(0'35 + 2'6 \cdot (487/2690)) = 1'56;$
 $K = 0'64 \text{ Kcal / (h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

Ficha justificativa del cálculo del K_G del edificio:

Elemento constructivo		$S \text{ (m}^2\text{)}$	$K \text{ (Kcal / h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$	$S \cdot K \text{ (Kcal/(h} \cdot ^\circ\text{C))}$	Coef. Corr.	$\eta \cdot \sum S \cdot K \text{ (Kcal/(h} \cdot ^\circ\text{C))}$
Apartado E: Cerramientos en contacto con el ambiente exterior.						
	Tipo	S_E	K_E	$S_E \cdot K_E$	1	$\sum S_E \cdot K_E$
Huecos exteriores verticales, puertas, ventanas	V1	389'85	3'4	1325'52	1	1325'52
Cerramientos verticales o inclinados más de 60° con la horizontal	a1	256'27	0'43	110'20	1	110'20
	a2	928'98	0'42	390'17	1	390'17
Forjados sobre espacios exteriores	-	-	-	-	1	-
Apartado N: Cerramientos de separación con otros edificios o con locales no calefactados						
	Tipo	S_N	K_N	$S_N \cdot K_N$	0'5	$\sum S_N \cdot K_N$
Cerramientos verticales de separación con locales no calefactados o medianerías	b1	666'32	1'33	886'20	0'5	443'10
	b2	594'20	0'49	241'16	0'5	145'58
Forjados sobre espacios cerrados no calefactados de altura > 1 m.	-	-	-	-	0'5	-
Huecos, puertas, ventanas	P2	146'20	1'7	248'54	0'5	124'27
Apartado Q: Cerramientos de techo o cubierta						
	Tipo	S_Q	K_Q	$S_Q \cdot K_Q$	0'8	$\sum S_Q \cdot K_Q$
Huecos, lucernarios, claraboyas	-	-	-	-	0'8	-
Azoteas	-	-	-	-	-	-
Cubiertas inclinadas menos de 60° con la horizontal	c1	1070'6	0'30	321'18	0'8	256'94
Apartado S: Cerramientos de separación con el terreno						
	Tipo	S_S	K_S	$S_S \cdot K_S$	0'5	$\sum S_S \cdot K_S$
Soleras	-	-	-	-	0'5	-

Forjados sobre cámara de aire h < 1 m.	d1	1070'6	0'64	685'18	0'5	342'59
Muros enterrados o semienterrados	-	-	-	-	0'5	-
Σ Total: 3178'37(Kcal/(h · °C))						

$$K_G = 3178'37 / 2337'04 = 1'36 < 1'43 \text{ Kcal} / (\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Se verificará la no condensación del vapor de agua en el interior de los cerramientos. A modo de ejemplo, realizaremos esta comprobación sobre el cerramiento de la cubierta:

Capas:

- 01: Ambiente interior.
- 02: Falso techo de placas de escayola.
- 03: Cámara de aire no ventilada.
- 04: Forjado bovedillas hormigón (35+5)/70.
- 05: Barrera de vapor.
- 06: Hormigón celular formación pendiente.
- 07: Mortero de regularización.
- 08: Lámina asfáltica.
- 09: Mortero de protección.
- 10: Poliestireno extrusionado.
- 11: Mortero de protección.
- 12: Grava rodada.
- 13: Ambiente exterior.

	e (m)	λ (Kcal / (h · m · °C))	R _n (Kcal / (h · m ² · °C))	ΔT _n (°C)	T _n (°C)	r _v (MN · (s/g) · m)	R _{vn} (MN · (s/g))	ΔP _{vn} (mbar)	P _{vn} (mbar)	T _m (°C)
01	-	-	0'11	0'42	17'58	-	-	-	15'5	13'53
02	0'02	0'26	0'08	0'31	17'27	50	1	0'04	15'46	13'31
03	0'20	0'19	1'05	4'04	13'23	5'5	1'1	0'04	15'42	13'19
04	0'40	-	0'31	1'19	12'04	50	20	0'80	14'62	11'90
05	-	-	-	-	12'04	-	20	0'80	13'82	10'52
06	0'15	0'29	0'52	2	10'04	77	11'55	0'46	13'36	9'93
07	0'015	1'20	0'0125	0'05	9'99	100	1'5	0'06	13'30	9'86
08	-	-	-	-	9'99	-	103	4'08	9'22	7'36
09	0,015	1'20	0'0125	0'05	9'94	100	1'5	0'06	9'16	7'28
10	0'03	0'028	1'07	4'12	5'82	523	15'69	0'62	8'54	5'06
11	0'015	1'20	0'0125	0'05	5'77	100	1'5	0'06	8'5	4'64
12	0'1	0'7	0'14	0'54	5'23	-	-	-	8'5	4'64
13	-	-	0'06	0'23	5'00	-	-	-	8'5	4'64
			R _T = 3'38				R _{VT} = 176'84			

T_i : 18°C.

T_e : 5°C.

H_{ri} : 75%.

H_{re} : 95%.

P_{vi} : 15'5 mbar.

P_{ve} : 8'5 mbar.

$$\Delta T_n = ((T_i - T_e) \cdot R_n) / R_T.$$

$$R_{vn} = e \cdot r_v.$$

$$\Delta P_{vn} = ((P_{vi} - P_{ve}) \cdot R_{vn}) / R_{VT}.$$

No se producen condensaciones intersticiales, porque en todos los puntos $T_n > T_m$.

No se producen condensaciones superficiales porque:

$$T_i - T_{si} < 4^\circ\text{C} \quad (18 - 17'58 = 0'42 < 4^\circ\text{C}).$$

$$T_{si} > T_R \quad (17'58 > 13'53^\circ\text{C}).$$

4.1. R.D. 72/1992 de 5 de Mayo, por el que se aprueban las Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía

Título 1. Objeto, ámbito de aplicación, definiciones

Artículo 1. Objeto

El presente Decreto tiene por objeto establecer las normas y criterios básicos destinados a facilitar a las personas afectadas por cualquier tipo de discapacidad orgánica, permanente o circunstancial, la accesibilidad y utilización de los bienes y servicios de la sociedad, evitando y suprimiendo las barreras y obstáculos físicos o sensoriales que impidan o dificulten su normal desenvolvimiento.

Artículo 2. Ámbito de aplicación

Las disposiciones del presente Decreto serán de aplicación a: Los espacios y dependencias, exteriores e interiores, de utilización colectiva de los edificios, establecimientos e instalaciones que se construyan, reformen o alteren su uso y se destinen a un uso que implique concurrencia de público. En los edificios, establecimientos e instalaciones de las Administraciones y Empresas Públicas, el presente Decreto se aplicará a la totalidad de sus áreas y recintos.

Título 2. Diseño y ejecución

Elementos de urbanización e infraestructura

Artículo 6. Itinerarios peatonales

El trazado y diseño de los itinerarios públicos y privados de uso comunitario, destinados al paso de peatones, cumplirán las siguientes condiciones:

- El ancho mínimo será de 1'20 m.
- Las pendientes transversales y longitudinales se atenderán a lo dispuesto en los Arts. 8.º y 11 del presente Decreto.
- La altura máxima de los bordillos será de 14 cm.

Artículo 7. Pavimentos

Los pavimentos de los itinerarios especificados en el artículo anterior serán antideslizantes, variando la textura y color de los mismos cualquier posible obstáculo.

Los registros ubicados en dichos itinerarios se situarán en el mismo plano que el pavimento circundante.

Los árboles situados en estos itinerarios tendrán los alcorques cubiertos con rejillas u otros elementos resistentes, situados en el mismo plano que el pavimento circundante. En caso de utilizar enrejado, la anchura máxima de la malla será de 2 cm.

Artículo 10. Escaleras

Las escaleras cumplirán los siguientes requisitos:

- Cualquier tramo de escaleras dentro de un itinerario peatonal se complementará con una rampa que cumplirá las exigencias recogidas en el artículo siguiente.
- Las escaleras reunirán las siguientes características:

- Serán preferentemente de directriz recta, permitiéndose las de directriz ligeramente curva.
- Tendrán unas dimensiones de huellas no inferiores a 30 cm. medidas en proyección horizontal. Cuando el tramo de la escalera sea ligeramente curvo, dicha dimensión se medirá a 40 cm. de su borde interior. Las contrahuellas no serán superiores a 16 cm.
- No se permitirán las mesetas en ángulo, las mesetas partidas y las escaleras compensadas.
- La longitud libre de los peldaños, será como mínimo 1'20 m.
- La huella se construirá con material antideslizante.
- Contarán con pasamanos que aseguren un asimiento eficaz a una altura comprendida entre 90 y 95 cm.
- Las escaleras que no estén cerradas lateralmente por muros dispondrán de barandillas o antepechos de fábrica rematados por pasamanos con las condiciones reseñadas.
- Las barandillas reunirán los siguientes requisitos:
 - No podrán ser escalables cuando exista ojo de escalera.
 - La altura de la barandilla o antepecho, medida desde el borde exterior de la huella hasta el remate superior del pasamanos, estará comprendida entre 90 y 95 cm.
 - Como mínimo, coincidirá siempre con el inicio y final del desarrollo real de la escalera.
- En los tramos de escaleras se introducirán, como máximo cada 16 peldaños, descansillos intermedios con una longitud mínima de 1'20 m.
- Al comienzo y al final de las escaleras se dispondrá una banda de 60 cm. de anchura de pavimento, de diferente textura y color.
- Quedan prohibidos dentro de los itinerarios peatonales aquellos desniveles que se salven con un único escalón. Este escalón habrá de ser sustituido o complementado con una rampa.

Artículo 11. Rampas

Las rampas cumplirán los siguientes requisitos:

- Serán de directriz recta o ligeramente curva.
- Su anchura libre mínima será 1'20 m.
- El pavimento será antideslizante.
- Las rampas con recorridos, cuya proyección horizontal sea inferior a 3 m., tendrán una pendiente máxima del 12% y para recorridos superiores, del 8%.
- La pendiente máxima en la dirección transversal será de un 2%.
- Los tramos en rampa que no estén cerrados lateralmente por muros contarán con barandillas o antepechos de iguales características a las expuestas en el Art. 10.
- Contarán con pasamanos que cumplirán las siguientes condiciones:
 - Consistirán en dos barras situadas respectivamente a una altura de 70 y 95 cm.
 - Asegurarán un asimiento eficaz.
 - Como mínimo, coincidirán siempre con el inicio y final del desarrollo real de la rampa.

Artículo 12. Parques, jardines y espacios libres públicos

Los itinerarios peatonales, situados en parques, jardines y espacios libres públicos en general, se ajustarán a los criterios señalados en los artículos anteriores.

Los aseos públicos que se emplacen en estos espacios deberán ser accesibles y dispondrán al menos de un inodoro y lavabo que cumplan las características del Art. 28.

Artículo 13. Aparcamientos

En todas las zonas de estacionamiento de vehículos en las vías o espacios públicos, estén situados en superficie o sean subterráneos, se reservará una plaza para personas con movilidad reducida por cada 50 o fracción, que cumplirá las siguientes condiciones:

- Estarán situadas tan cerca como sea posible de los accesos peatonales.
- Los accesos de peatones a estas plazas reunirán las condiciones establecidas para itinerarios peatonales.
- Estarán señalizadas con el Símbolo Internacional de Accesibilidad y la prohibición de aparcar en las mismas a personas sin discapacidad.
- Sus dimensiones mínimas serán de 5'00 x 3'60 m.

Edificios, establecimientos e instalaciones de concurrencia pública

Artículo 17. Itinerarios practicables

Deberán ser practicables por personas con movilidad reducida, al menos, los siguientes itinerarios:

- La comunicación entre el exterior y el interior del edificio, establecimiento e instalación.
- La comunicación entre un acceso del edificio, establecimiento o instalación y las áreas y dependencias de uso público. En los edificios, establecimientos o instalaciones de las Administraciones y empresas públicas la comunicación entre un acceso de los mismos y la totalidad de sus áreas y recintos.
- El acceso, al menos, a un aseo adaptado a personas con movilidad reducida, tal como se contempla en el Art. 28.

Artículo 18. Acceso desde el espacio exterior

Al menos un acceso desde el espacio exterior al interior cumplirá las siguientes condiciones:

- Los desniveles inferiores a 12 cm. se salvarán mediante un plano inclinado con una anchura mínima de 80 cm. que no supere una pendiente del 60%.
- Para los desniveles superiores a 12 cm. el acceso se efectuará mediante rampa que cumpla los requisitos establecidos en el Art. 11.

Artículo 19. Vestíbulos y pasillos

Las dimensiones de los vestíbulos serán tales que pueda inscribirse en ellos una circunferencia de 1'50 m. de diámetro.

La anchura libre mínima de los pasillos será de 1'20 m.

Quedan prohibidos los desniveles que se salven únicamente con peldaños, debiéndose complementar o sustituir por rampas que se ajusten a lo dispuesto en el Art. 11.

Artículo 22. Huecos de paso

La anchura mínima de todos los huecos de paso en zonas de uso público, así como la de las puertas de entrada al edificio, establecimiento o instalación, será de 80 cm. A ambos lados de las puertas existirá un espacio libre horizontal de 1'20 m. de profundidad, no barrido por las hojas de puerta.

Cuando en los accesos existan torniquetes, barreras y otros elementos de control de entrada que obstaculicen el paso, se dispondrán huecos de paso alternativos que cumplan los requisitos del apartado anterior.

Las puertas automáticas de cierre de corredera estarán provistas de bordes sensibles o dispositivos que las abran automáticamente en caso de aprisionamiento. Asimismo, tendrán una banda indicativa de color a una altura comprendida entre 60 cm. y 1'20 m.

Las puertas abatibles de cierre automático dispondrán de un mecanismo de minoración de velocidad.

Las puertas de cristal deberán ser de vidrio de seguridad con un zócalo protector de 40 cm. de altura. Además deberán tener una banda señalizadora horizontal de color a una altura comprendida entre 60 cm. y 1'20 m. que pueda ser identificable por personas con discapacidad visual.

Las salidas de emergencia tendrán un paso libre de anchura mínima de 1 m. El mecanismo de apertura de las puertas situadas en las salidas de emergencia deberá accionarse por simple presión.

Artículo 23. Acceso a las distintas plantas

Con independencia de que existan escaleras, el acceso a las zonas destinadas a uso y concurrencia pública, situadas en las distintas plantas de los edificios, establecimientos e instalaciones, y a todas las áreas y recintos en los de las Administraciones y empresas públicas, se realizará mediante ascensor, rampa o tapiz rodante que reúnan las condiciones establecidas en los Arts. 27, 11 y 26, respectivamente.

Artículo 24. Escaleras

Las escaleras de comunicación con las áreas y dependencias de uso y concurrencia pública reunirán las siguientes características:

- Serán de directriz recta, permitiéndose las de directriz ligeramente curva.
- Tendrán unas dimensiones de huellas no inferiores a 29 cm., medidas en proyección horizontal. Cuando el tramo de la escalera sea ligeramente curvo, dicha dimensión se medirá a 40 cm. de su borde interior. Las contrahuellas no serán superiores a 17 cm.
- No se permitirán las mesetas en ángulo, las mesetas partidas y las escaleras compensadas.
- La longitud libre de los peldaños será como mínimo de 1'20 m.
- La distancia mínima desde la arista de los peldaños de mesetas a las puertas situadas en éstas será de 25 cm.
- Las mesetas tendrán un fondo mínimo de 1,20 m.
- Contarán con pasamanos que aseguren un asimiento eficaz a una altura comprendida entre 90 y 95 cm.
- Las escaleras que no estén cerradas lateralmente por muros dispondrán de barandillas o antepechos de fábrica rematados por pasamanos que cumplirán las condiciones reseñadas.

Las barandillas reunirán los siguientes requisitos:

- No podrán ser escalables cuando exista ojo de escalera.
- La altura de la barandilla o antepecho, medida desde el borde exterior de la huella hasta el remate superior del pasamanos, estará comprendido entre 90 y 95 cm.
- Como mínimo, coincidirá siempre con el inicio y final del desarrollo real de la escalera.
- En los tramos de escaleras se introducirán, como máximo cada 16 peldaños, descansillos intermedios con un fondo mínimo de 1'20 m.

Artículo 25. Ascensores

En el caso de existir varios ascensores, al menos uno de ellos reunirá las siguientes características:

- El fondo mínimo de la cabina en el sentido de acceso será 1'20 m.
- El ancho mínima de la cabina será de 90 cm.
- Las puertas en recinto y cabina serán automáticas, y tendrán un ancho mínimo de 80 cm.

- Los botones de mando en los espacios de acceso se colocarán a una altura no superior a 1 m, medido desde la rasante del pavimento. Se colocarán en cada uno de los espacios de acceso indicadores luminosos y acústicos de llegada, y luminosos en el sentido de desplazamiento del ascensor. En las jambas deberán colocarse el número de planta en braille y con caracteres arábigos en relieve, o bien se utilizará sintetizador de voz.
- Los criterios de colocación y morfología de los botones de mandos e indicadores de funcionamiento en el interior de las cabinas serán:
 - o Los botones de mando habrán de estar dotados de números en braille y arábigos, y se colocarán a menos de 1'20 m. medidos desde la rasante del suelo.
 - o Los botones de alarma estarán identificados con un triángulo equilátero o campana en relieve.
 - o Los interruptores correspondientes a cada piso dispondrán de una luz interior que señale el tránsito por cada uno de ellos y se dispondrán de forma que los invidentes localicen sin dificultades el interruptor deseado.
- La apertura automática de la puerta se señalará con un indicador acústico.
- En las paredes de la cabina se dispondrá un pasamanos a una altura comprendida entre 80 y 90 cm.
- Las características del ascensor deben garantizar que la precisión de nivelación sea igual o menor de 2 cm.

Artículo 28. Aseos

En aquellos edificios, establecimientos e instalaciones que estén obligados por las disposiciones vigentes a disponer de aseos de uso público, al menos uno de ellos cumplirá las siguientes condiciones:

- Dispondrá de un espacio libre donde se pueda inscribir una circunferencia de 1'50 m. de diámetro, que permita girar para acceder a los aparatos.
- Deberá posibilitar el acceso frontalmente a un lavabo para lo que no existirán obstáculos en su parte inferior.
- Igualmente, deberá posibilitar el acceso lateral al inodoro disponiendo a este efecto de un espacio libre con un ancho mínimo de 70 cm. El inodoro deberá ir provisto de dos barras abatibles, al objeto de que puedan servir para apoyarse personas con problemas de equilibrio. Las barras se situarán a una altura de 75 cm. y tendrán una longitud de 50 cm. La cisterna deberá llevar un sistema de descarga que permita ser utilizado por personas con dificultad motora en miembros superiores.
- Los accesorios del aseo estarán adaptados para su utilización por personas con movilidad reducida. A tales efectos, la grifería será fácilmente manipulable, no permitiéndose la de pomo redondo. Los secadores, jaboneras, toalleros y otros accesorios, así como los mecanismos eléctricos, estarán a una altura comprendida entre 80 cm. y 1'20 m. El borde inferior del espejo no deberá situarse por encima de 90 cm. de altura.

Artículo 29. Vestuarios y duchas

En todos los edificios, establecimientos e instalaciones que vengan obligados por las disposiciones que regulen la materia a disponer de vestuarios y duchas de uso público, al menos un vestuario y una ducha reunirán las siguientes características:

- El vestuario tendrá unas dimensiones mínimas tales que pueda inscribirse una circunferencia de 1'50 m. de diámetro. Irá provisto de un asiento adosado a pared con una longitud, altura y fondo de 70, 45 y 40 cm., respectivamente. Las repisas y otros elementos estarán situados entre 80 cm. y 1'20 m. y las perchas entre 1'20 m. y 1'40 m. de altura.

- Los recintos destinados a duchas tendrán unas dimensiones mínimas de 1'80 m. de largo por 1'20 m. de ancho.
- Tanto en los vestuarios como en las duchas se dispondrán barras metálicas horizontales a una altura de 75 cm.

4.2. R.D.L. 1/1998 de 27 de Febrero y R.D. 279/1999 de 22 de Febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de Telecomunicaciones

De acuerdo con el Artículo 3 del R.D. 401/2003, la instalación de la ICT, infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación, es obligatoria en el presente proyecto por estar incluido en el tipo señalado a continuación: "Edificios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 27 de Julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de Abril."

El proyecto técnico correspondiente a la instalación de la ICT corresponde a un ingeniero o ingeniero técnico de telecomunicaciones, que actuará en coordinación con el arquitecto redactor del presente proyecto de ejecución. No obstante, éste deberá prever los recintos correspondientes al RITI y al RITS, cuyas dimensiones mínimas son las siguientes:

RITI: Ancho > 200 cm; Profundidad > 270 cm; Altura > 230 cm.

RITS: Ancho > 200 cm; Profundidad > 200 cm; Altura > 230 cm.

Ambos armarios coincidirán en la medida de lo posible en la misma vertical.

5.1. Información geotécnica

Dado que carecemos de un estudio geotécnico en la parcela sobre la que trabajamos, tomaremos los datos de un estudio geotécnico realizado en las proximidades, del que extraemos los datos necesarios para el cálculo de la estructura. Según dicho informe, nos encontramos con un terreno en el que la profundidad del firme se encuentra a 3 m. y cuya tensión admisible es 2 Kp / cm^2 .

5.2. Cálculo de la estructura

5.2.1. Memoria descriptiva y justificativa

La tipología elegida para resolver la estructura del edificio sobre el que trabajamos nos permite dudar en un primer momento, y partiendo de la base de que buscamos una solución estructural adecuada a un edificio de esta tipología, en el que reducir los costes es una de las premisas fundamentales, entre pórticos de hormigón armado o bien forjados reticulares sobre pilares. Sin embargo, dado que las luces entre pilares llegan a alcanzar los 8'5 m., la primera solución quedaría descartada, pues nos obligaría a disponer vigas con mucho canto.

La solución elegida consiste por tanto en disponer una retícula de soportes de hormigón armado, en el entorno de los cuales será necesario macizar de hormigón, eliminando los aligeramientos, coincidiendo con las zonas de máximo flector negativo y esfuerzo cortante (punzonamiento).

Constructivamente, esta solución nos obligará a ejecutar la estructura disponiendo apeos que soporten el peso propio de la estructura y de los operarios durante el proceso de hormigonado y fraguado del hormigón.

Para el forjado sanitario optaremos por un forjado unidireccional de placas alveolares, dado que de nuevo las luces que alcanzan 8'5 m. nos impiden decantarnos por un forjado unidireccional de viguetas pretensadas.

5.2.2. Método de cálculo

- Hormigón armado

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad. El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales. En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede). En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad definidos en el Art. 12º de la norma EHE y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el Art 4º del CTE DB-SE.

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

5.2.3. Características de los materiales a utilizar

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

a) Hormigones:

	Elementos de Hormigón Armado				
	Toda la obra	Cimentación	Soportes (Comprimidos)	Forjados (Flectados)	Otros
Resistencia Característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm ²)	25	25	25	25	25
Tipo de cemento (RC-03)	CEM I/32.5 N				
Cantidad máxima/mínima de cemento (kp/m ³)	400/300				
Tamaño máximo del árido (mm)		40	30	15/20	25
Tipo de ambiente (agresividad)	I				
Consistencia del hormigón		Plástica	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)		3 a 5	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sistema de compactación	Vibrado				
Nivel de Control Previsto	Estadístico				
Coeficiente de Minoración	1.5				
Resistencia de cálculo del hormigón: f_{cd} (N/mm ²)	16.66	16.66	16.66	16.66	16.66

b) Acero en barras

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-400-S				
Límite Elástico (N/mm ²)	400				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración	1.15				
Resistencia de cálculo del acero (barras): f_{yd} (N/mm ²)	347.82				

c) Acero en Mallazos

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500-T				
Límite Elástico (N/mm ²)	500				

d) Ejecución

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
A. Nivel de Control previsto	Normal				
B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables Permanentes/Variables	1.5/1.6				

5.2.4. Ensayos a realizar

Hormigón Armado: De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, Art. 82 y siguientes.

Aceros estructurales. Se harán los ensayos pertinentes de acuerdo a lo indicado en el Cap. 12 del CTE SE-A.

5.2.5. Límites de deformación

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Según el CTE. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

En los elementos se establecen los siguientes límites:

Flechas relativas para los siguientes elementos				
Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
1.-Integridad de los elementos constructivos (ACTIVA)	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.-Confort de usuarios (INSTANTÁNEA)	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
3.-Apariencia de la obra (TOTAL)	Casi-permanente $G+\psi_2Q$	1/300	1/300	1/300

Desplazamientos horizontales	
Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\zeta / h < 1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $\zeta / H < 1/500$

5.2.6. Predimensionado geométrico del forjado reticular

Canto de forjado: $h_0 > l_{\text{máx}} / 20 > 800 / 20 > 40 \text{ cm.}$

Canto útil: $d = h_0 - r = h_0 - (r_{\text{mín}} [\text{Amb. 1}] + \Phi_{\text{est}} + \frac{1}{2} \Phi_{\text{long}}) = 40 - (3 + 0'6 + \frac{1}{2} \cdot 2) = 40 - 4'6 = 35'4 \text{ cm.}$

Soportes (a0, b0): Los soportes serán cuadrados para mayor comodidad en su ejecución. Para el dimensionado, tomaremos la condición más restrictiva de las siguientes:

$a_0 \geq 25 \text{ cm.}$

$a_0 \geq h_0 + h_1 (\text{resalto}) \geq 40 + 0 \geq 40 \text{ cm.}$

$a_0 \geq l_{\text{máx}} / 20 \geq 800 / 20 \geq 40 \text{ cm.}$

Capa de compresión (e): Se emplearán bovedillas perdidas ya que consiguen un mayor aislamiento. Para el caso de bovedillas perdidas, $e > 5 \text{ cm.}$

Dimensionado de las bovedillas:

Canto bovedillas = $h_0 - e = 40 - 5 = 35 \text{ cm.}$

Tipo de bovedillas: Bovedillas perdidas de 35 cm. de altura, 70 x 70, con módulos de 3 elementos.

Ancho de nervios (b): Para bovedillas perdidas se toma $b = 10 \text{ cm.}$, que cumple con las limitaciones de Jiménez Montoya:

$b \geq 7 \text{ cm.}$

$b \geq b_x (\text{ancho bovedilla}) / 10 = 70 / 10 = 7 \text{ cm.}$

$b \geq h' (\text{altura bovedilla}) / 4 = 35 / 4 = 8'75 \text{ cm.}$

Mallazo: Para evitar la fisuración, la capa de compresión debe llevar un mallazo de # 6 a 30 cm.

Dimensión mínima de ábacos: En cada dirección, la dimensión medida desde el eje del soporte será $> 15\%$ de la luz adyacente.

Ancho mínimo nervio borde (b): El nervio de borde de un forjado, además de estar sometido a esfuerzos de flexión y cortante, también estará sometido a torsión por los nervios que acometen a él en sentido perpendicular.

$b \geq h_0 \geq 40 \text{ cm.} \Rightarrow b = 40 \text{ cm.}$

5.2.7. Acciones gravitatorias

a) Valores unitarios de las cargas gravitatorias: concargas y sobrecargas

CONCARGAS	
PLANTA TIPO	
Falso techo de losetas de escayola	20 Kg/m ²
Solería de terrazo recibida con mortero sobre 2 cm. de arena, espesor total = 7 cm.	130 Kg/m ²
Total: 150 Kg/m ²	
PLANTA CUBIERTA	
Falso techo de losetas de escayola	20 Kg/m ²
Azotea no transitable protección pesada	240 Kg/m ²

Total: 260 Kg/m ²	
<i>CERRAMIENTO EXTERIOR</i>	
Aplacado roca compacta	90 Kg/m ²
1 pie ladrillo perforado	450 Kg/m ²
Enlucido yeso 1'5 cm.	20 Kg/m ²
Total: 560 Kg/m ²	

<i>SOBRECARGAS</i>	
<i>PLANTA TIPO</i>	
Sobrecarga de uso	300 Kg/m ²
Sobrecarga de tabiquería	100 Kg/m ²
Total: 400 Kg/m ²	
<i>PLANTA CUBIERTA</i>	
Sobrecarga de uso	100 Kg/m ²
Total: 100 Kg/m ²	

Nota: Además de las cargas indicadas, las escaleras transmitirán a las vigas superior e inferior una carga de 1'2 T/m, y el cerramiento del ascensor una carga perimetral de 0'7 T/m. Además, en los apoyos de la escalera se introducirá también una sobrecarga de valor 0'6 T/m.

b) Acción del viento

Las estructuras se estudian normalmente bajo la actuación del viento en dirección a sus ejes principales y en ambos sentidos. Por tanto, estudiaremos el viento actuante sobre nuestro edificio en dos direcciones: Dirección X / Dirección Y.

c_e: Coeficiente de exposición.

Grado de aspereza IV, h = 4'20 m., c_e = 1'34.

Grado de aspereza IV, h = 8'40 m., c_e = 1'64.

Grado de aspereza IV, h = 12'6 m., c_e = 1'94.

c) Acciones térmicas y reológicas

De acuerdo a la CTE DB SE-AE, se han tenido en cuenta en el diseño de las juntas de dilatación, en función de las dimensiones totales del edificio.

d) Acciones sísmicas

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, dado que nos encontramos ante una construcción de importancia normal, que cuenta con pórticos arriostrados en las dos direcciones, si la aceleración sísmica básica es inferior a 0'08 g no se tendrán en cuenta las acciones sísmicas; en nuestro caso a_b = 0'07 g, por lo que no se considerarán las acciones sísmicas.

5.2.8. Combinaciones de acciones consideradas

Hormigón Armado: Hipótesis y combinaciones. De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

- E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE

- Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE

- Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

5.2.9. Cálculo por ordenador

Para el cálculo por ordenador se ha utilizado el programa informático Cypecad Versión 2007.1.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

La consideración de diafragma rígido para cada zona independiente de una planta se mantiene aunque se introduzcan vigas y no forjados en la planta.

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes. Un pilar no conectado se considera zona independiente.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

5.2.10. Esquema de armado

Para el armado de un forjado reticular se dispondrán las siguientes armaduras:

- Armado de nervios. Se dispondrá tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal una armadura de positivo y una armadura de negativo en cada uno de los nervios que comprende el forjado. En nuestro caso, se dispone una armadura base correspondiente a $1\phi 16$, y se disponen los refuerzos necesarios para alcanzar la cuantía obtenida según el cálculo.
- Armado de ábacos. Cuando los nervios atraviesan los ábacos, la armadura que llevan los mismo están separadas unas de otras 80 cm. Como la separación máxima de armadura en una losa tiene que ser menor de 30 cm. Habrá que suplementar la armadura con $\phi 10$ a 30 cm. Esta armadura se dispondrá tanto en la cara superior como en la cara inferior del ábaco.
- Armado de nervio de borde. El nervio de borde llevará una armadura mínima en función de su dimensión. Esta armadura podrá utilizarse como armadura mínima de cortante (cercos) y de torsión (armadura longitudinal simétrica en las cuatro caras y cercos).
- Armadura de punzonamiento. En los forjados reticulares es necesario realizar comprobaciones de punzonamiento del pilar en el ábaco y del ábaco en los nervios. La armadura de punzonamiento se dispone en forma de cercos u horquillas.
- Armado de cortante en torno al soporte. En las placas apoyadas sobre soportes es necesario comprobar la resistencia al esfuerzo cortante en torno al soporte. Esta armadura se dispone en forma de barras inclinadas.

Para el armado del forjado sanitario, dado que las placas alveolares incluyen la armadura de positivo, solamente será necesario disponer una armadura de negativo en sentido longitudinal.

5.3. Instalaciones del edificio

5.3.1. Instalación de electricidad

5.3.2. Instalación de climatización

5.3.1. Instalación de electricidad

Consideraciones generales y justificación del esquema adoptado

El objetivo del presente documento es el diseño de la red de abastecimiento de energía eléctrica en baja tensión para al menos uno de los tres edificios que componen el proyecto que nos ocupa, concretamente el edificio principal. En los otros dos casos, por tratarse de edificaciones con distribuciones en planta más elementales, el procedimiento a seguir resulta idéntico, si bien se reduce notablemente su complejidad.

Para el diseño y cálculo se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

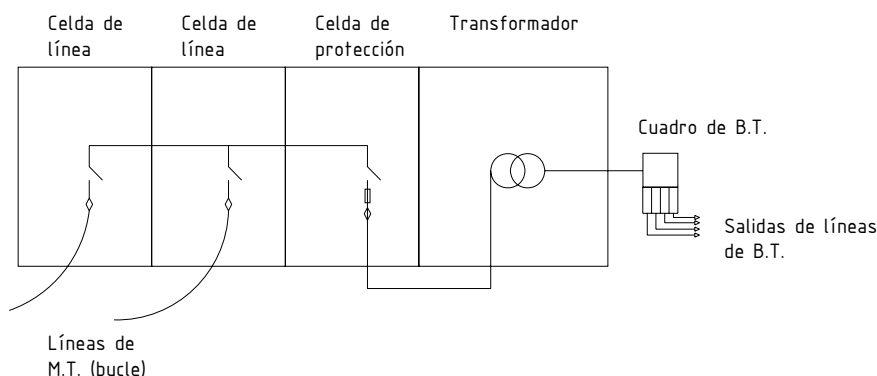
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002 de 2 de Agosto).
- Normas particulares de Sevillana Endesa.

Para el caso que nos ocupa, edificio destinado a un solo abonado, se prestará una especial atención al Apartado 2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, según el cual, “en este caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación”.

En el Apartado 1 de la Instrucción ITC-BT-28, se clasifica nuestro edificio del siguiente modo: “Local de reunión, trabajo o uso sanitario”.

Basándonos en dicha Instrucción, se establece el esquema de la instalación que ahora pasamos a describir, indicando en cada caso las referencias tomadas para cada disposición.

1. El esquema básico parte de la necesidad de abastecernos de un Centro de Transformación. Por tratarse de un casco urbano, dicho Centro de Transformación estará alimentado en anillo o bucle, es decir, la línea de Media Tensión que lo alimenta hace entrada y salida, de forma que ante una eventual avería en la línea, siempre esté disponible el otro camino para el suministro. Del Centro de Transformación partirá la red de distribución en Baja Tensión, desde la que se derivan las Acometidas necesarias.



2. La Acometida llevará el suministro de la red general de abastecimiento a la red interior del edificio. El suministro se realizará mediante corriente alterna; las tensiones nominales utilizadas en las distribuciones de corriente alterna son: 230 V. para sistemas monofásicos, 380 V. para sistemas trifásicos. El suministro de las redes públicas discurrirá por terrenos de dominio público; la Acometida puede ser aérea, subterránea o mixta, siendo en nuestro caso subterránea, por lo que seguiremos la Instrucción ITC-BT-07.
3. Nada más entrar en el edificio se dispondrá la Caja General de Protección y Medida. Según la Instrucción ITC-BT-12, dado que el edificio pertenece a un solo usuario, se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el

mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida, y no existir por tanto la Línea General de Alimentación. La CGPM se situará sobre la fachada exterior del edificio, en un nicho en pared. Dentro de la CGPM se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte al menos igual a la corriente del posible cortacircuito en el punto de su instalación, y con un borne de conexión para el neutro, situado a la izquierda de las fases. Asimismo, se deberán disponer dos contadores, uno para potencia activa y otro para reactiva, ya que contamos con una instalación trifásica.

4. Partiendo de la C.G.P.M nace la Derivación Individual, y a continuación de ésta dispondremos el Dispositivo General de Mando y Protección, en el cual se situarán el Interruptor de Control de Potencia y un Interruptor General.
5. Seguidamente se dispone el Cuadro General de Distribución, que se dispondrá en un nicho empotrado a una altura del pavimento de 1'30 m. en su parte inferior, y será de tipo metálico con revestimiento aislante y anticorrosivo, con tapa de cierre del mismo material y grado de protección IP 307. De este CGD parten las Líneas Distribuidoras que se estimen conveniente, a la vista de lo dispuesto en los Apartados 5 y 6 de la Instrucción ITC-BT-28, cada una de ellas con un dispositivo de corte onipolar. Las Líneas Distribuidoras generalmente servirán a Cuadros Secundarios de Distribución, de los cuales se derivarán los distintos Circuitos de Consumo.
6. En los Cuadros Secundarios de Distribución se realizará la ramificación de la Línea de Distribución de cada zona en los distintos Circuitos de Consumo, debiéndose colocar los correspondientes dispositivos de mando y protección en cada una de estas ramificaciones (Apartado 4.d. de la Instrucción ITC-BT-28). La disposición de Circuitos de Consumo se realizará teniendo en cuenta las siguientes premisas:
 - Los aparatos receptores que consuman más de 16 A. se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
 - Será obligatoria la colocación de al menos dos líneas de alumbrado de emergencia protegidas por interruptores automáticos de intensidad nominal máxima 10 A. En cada una de estas líneas se alimentarán como máximo 12 puntos de luz.
 - Los circuitos de tomas de alimentación se dispondrán en función de la demanda de cada sala a la que se deba dar servicio, prestando especial atención a los circuitos de los laboratorios de investigación en los que se dispondrán dos tomas por sala con un consumo mayor de 15 A. En cualquier caso cada circuito deberá quedar protegido por un interruptor automático y un diferencial.
7. Alumbrado. Las iluminaciones medias de proyecto para los distintos locales son: aulas 500 lux, almacenes y aseos 120 lux, pasillos y escaleras 120 lux, vestíbulos 200 lux, zonas de servicio 250 lux, despachos 250 lux. El alumbrado de emergencia debe garantizar un nivel de iluminación en pasillos, recibidores, escaleras y recorridos de evacuación en general de 1lx., y de 5lx. donde se ubiquen instalaciones de extinción de incendios, cuadros de luz y en general en locales de instalaciones del edificio.
8. Alumbrado exterior. Las luminarias utilizadas estarán distribuidas de tal manera que se consiga un valor de iluminación media sobre superficies horizontales a 0'90 m. del suelo de 50lx. Las columnas y brazos que soportan las luminarias serán de material resistente a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidos contra éstas. Las luminarias suspendidas lo serán mediante cables de acero resistentes a la intemperie y debidamente protegidos contra ésta. Los conductores se situarán a una profundidad de 0'40

m como mínimo, bajo tubo de PVC de 100 mm. de diámetro, y su sección no será inferior a 6 mm². Estas redes estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en Voltios-Amperios será de 1'8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. Las columnas y los apoyos accesibles que soportan las luminarias estarán unidos a tierra. Cuando se trate de luminarias suspendidas, su conexión se realizará mediante conductores flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los conductores y en los terminales de conexión.

9. Red de puesta a tierra. En el interior del edificio se han previsto líneas de tierra por cada uno de los circuitos de forma independiente, siendo la sección del conductor igual a la del neutro en cada uno de ellos. La línea general de tierra para cada circuito discurre por la canalización correspondiente, junto con los conductores activos. La conexión con tierra se hace mediante anillo de cobre enterrado. El anillo enterrado se dispondrá en todo el perímetro de la edificación a 80 cm. de profundidad y será de cobre puro, así como todas sus uniones entre sí o con las bajadas. Habrán de disponerse arquetas registrables aproximadamente cada 20 m. y estas serán de 40 x 40cm., debiendo ser revisadas cada 5 años para garantizar su adecuado funcionamiento.

Sectorización del edificio

Para la comprensión del esquema global de la instalación, es necesario remitirse al esquema unifilar representado en el plano correspondiente, si bien aquí se especifican las Líneas de Distribución consideradas:

- Línea de Distribución 01: Dará servicio a los circuitos del Cuadro Secundario de Distribución del Aula Polivalente ESO 01.
- Línea de Distribución 02: ... Aula Polivalente ESO 02.
- Línea de Distribución 03: ... Aula Taller ESO.
- Línea de Distribución 04: ... Aula Polivalente ESO 03.
- Línea de Distribución 05: ... Aula Polivalente ESO 04.
- Línea de Distribución 06: ... Aula Polivalente ESO 05.
- Línea de Distribución 07: ... Aula Polivalente ESO 06.
- Línea de Distribución 08: ... Aula Música ESO.
- Línea de Distribución 09: ... Aula Plástica ESO.
- Línea de Distribución 10: ... Aula Polivalente ESO 07.
- Línea de Distribución 11: ... Aula Polivalente ESO 08.
- Línea de Distribución 12: ... Aula Taller Bachillerato 01.
- Línea de Distribución 13: ... Aula Información y Comunicación.
- Línea de Distribución 14: ... Aula Taller Bachillerato 02.
- Línea de Distribución 15: ... Aula Polivalente Bachillerato 01.
- Línea de Distribución 16: ... Polivalente Bachillerato 02.
- Línea de Distribución 17: ... Laboratorio ESO.
- Línea de Distribución 18: ... Aula Polivalente Bachillerato 03.
- Línea de Distribución 19: ... Aula Polivalente Bachillerato 04.
- Línea de Distribución 20: ... Administración.

- Línea de Distribución 21: ... Seminarios en Planta Primera.
- Línea de Distribución 22: ... Seminarios en Planta Segunda.
- Línea de Distribución 23: ... Biblioteca en Planta Baja
- Línea de Distribución 24: ... Biblioteca en Planta Primera.
- Línea de Distribución 25: ... Servicios Generales + Espacios Auxiliares Planta Baja.
- Línea de Distribución 26: ... Servicios Generales + Espacios Auxiliares Planta Primera.
- Línea de Distribución 27: ... Servicios Generales + Espacios Auxiliares Planta Segunda.
- Línea de Distribución 28: ... Ascensores del vestíbulo principal.
- Línea de Distribución 29: ... Ascensores del vestíbulo de la biblioteca.
- Línea de Distribución 30: ... Cuartos de instalaciones en Planta Baja.
- Línea de Distribución 31: ... Cuartos de instalaciones en Planta Segunda.
- Línea de Distribución 32: ... Polideportivo.
- Línea de Distribución 33: ... Cafetería.

Previsión de cargas

El nuevo reglamento es explícito y estricto en cuanto a la previsión de potencia, exigiendo la especificación de todos y cada uno de los aparatos de consumo, para minimizar el error de cálculo y dimensionamiento. El sobredimensionamiento de la red, unido a las fluctuaciones de consumo de los aparatos explicitados, garantizará con bastante seguridad un margen de consumo para los que se pudieran conectar eventualmente a las líneas de fuerza y tomas de corriente.

Para el proyecto de iluminación se utilizarán las siguientes unidades terminales:

- Tubo fluorescente empotrable modelo Linealuce Iguzzini 35 W (a).
- Downlight en suspensión Iguzzini con lámpara halogenuro 26 W (b).

A continuación, se detalla la previsión de cargas estimada, teniendo en cuenta que:

$$P_T = (I_{\text{iluminación}} \cdot C_1) + (P_{\text{otros usos}} \cdot C_2)$$

C_1 : Coeficiente simultaneidad = 0'8.

C_2 : Coeficiente simultaneidad = 0'42.

Línea de Distribución		Número		Potencia unitaria (W)		CS	Total (W)
				Alumbrado	Otros		
01	Aula Polivalente ESO 01	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
02	Aula Polivalente ESO 02	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
03	Aula Taller ESO	Alumbrado (a)	10	35		0'8	280
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
04	Aula Polivalente ESO 03	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
05	Aula Polivalente ESO 04	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
06	Aula Polivalente ESO 05	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
07	Aula Polivalente ESO 06	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168

		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
08	Aula Música ESO	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
09	Aula Plástica ESO	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
		Tomas 25 A	1		3000	0'42	1260
10	Aula Polivalente ESO 07	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
11	Aula Polivalente ESO 08	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
12	Aula Taller Bachillerato 01	Alumbrado (a)	10	35		0'8	280
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
		Tomas 25 A	1		3000	0'42	1260
13	Aula Información y Comunic.	Alumbrado (a)	10	35		0'8	280
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
		Tomas 25 A	1		3000	0'42	1260
14	Aula Taller Bachillerato 02	Alumbrado (a)	10	35		0'8	280
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
		Tomas 25 A	1		3000	0'42	1260
15	Aula Polivalente Bach. 01	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
16	Aula Polivalente Bach. 02	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
17	Laboratorio ESO	Alumbrado (a)	10	35		0'8	280
		Tomas 16 A	6		500	0'42	1260
18	Aula Polivalente Bach. 03	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
19	Aula Polivalente Bach. 04	Alumbrado (a)	6	35		0'8	168
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
20	Administración	Alumbrado (b)	42	26		0'8	873'60
		Tomas 16 A	30		500	0'42	6300
21	Seminarios Planta Primera	Alumbrado (b)	42	26		0'8	873'60
		Tomas 16 A	30		500	0'42	6300
22	Seminarios Planta Segunda	Alumbrado (b)	42	26		0'8	873'60
		Tomas 16 A	30		500	0'42	6300
23	Biblioteca Planta Baja	Alumbrado (a)	31	35		0'8	868
		Alumbrado (b)	17	26		0'8	353'60
		Tomas 16 A	20		500	0'42	4200
24	Biblioteca Planta Primera	Alumbrado (a)	34	35		0'8	952
		Alumbrado (b)	17	26		0'8	353'60
		Tomas 16 A	20		500	0'42	4200

25	Servicios Generales P. Baja	Alumbrado (a)	44	35		0'8	1232
		Alumbrado (b)	31	26		0'8	644'80
		Tomas 16 A	12		500	0'42	2520
		Alumb. emerg.	1	200		0'8	160
26	Servicios Generales P. Prim.	Alumbrado (a)	41	35		0'8	1148
		Alumbrado (b)	33	26		0'8	686'40
		Tomas 16 A	12		500	0'42	2520
		Alumb. emerg.	1	200		0'8	160
27	Servicios Generales P. Seg.	Alumbrado (a)	7	35		0'8	196
		Alumbrado (b)	2	26		0'8	41'60
		Tomas 16 A	4		500	0'42	840
		Alumb. emerg.	1	200		0'8	160
28	Ascensores Vestíbulo Princ.	Cuadro maniob.	1		100	0'42	42
		Alumbrado		40		0'8	32
		Tomas corriente			2200	0'42	924
		Maquinaria			8800	0'42	3696
29	Ascensores Biblioteca	Cuadro maniob.	1		100	0'42	42
		Alumbrado		40		0'8	32
		Tomas corriente			2200	0'42	924
		Maquinaria			8800	0'42	3696
30	Instalaciones Planta Baja	Alumbrado (b)	4	26		0'8	83'20
		Tomas 16 A	4		500	0'42	840
		Motor AFS			3000	0'42	1260
		Motor ACS			750	0'42	315
31	Instalaciones Planta Segunda	Alumbrado (b)	2	26		0'8	41'60
		Tomas 16 A	2		500	0'42	420
		Motor Climatiz.			750	0'42	315
32	Polideportivo						5500
33	Cafetería						7000

Potencia total a contratar: 90151'60 W = 90'15 KW.

Cálculo de la instalación

Para la determinación de la sección de cada conducto, se han limitado la densidad de corriente y la caída de tensión, debiendo siempre las secciones satisfacer ambos criterios.

a) Por densidad de corriente:

- Para circuitos monofásicos: $I = P / (U \cdot \cos\phi)$
- Para circuitos trifásicos: $I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi)$

b) Por caída de tensión:

- Para circuitos monofásicos: $\varepsilon (\%) = (L \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) / (U \cdot S \cdot \gamma)$
- Para circuitos trifásicos: $\varepsilon (\%) = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) / (U \cdot S \cdot \gamma)$

Siendo:

P: Potencia (W).
 ε (%): Caída de tensión.
 I: Intensidad de corriente (A).
 $\cos\phi$: Factor de potencia.
 U: Tensión (V).
 L: Longitud del conductor (m).
 S: Sección del conductor (mm²).
 γ : Conductividad del material.

Centro de transformación:

Para determinar la necesidad de reservar un local para centro de transformación, consideraremos un factor de potencia de valor 0'8. Puesto que la potencia total a contratar es de 90'15 KW, tenemos que: $P = 90'15 \cdot 0'8 = 72'12 \text{ KW} < 100 \text{ KW}$, por lo que se permite el abastecimiento de un centro de transformación cercano.

Acometida:

Elegimos un sistema de terna de cables unipolares (3F + N), de tensión asignada para cada conductor no inferior a 0'6/1 KV. Los conductores de los cables utilizados serán de cobre, y estarán aislados con polietileno reticulado (XLPE). Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno, y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos. Los cables irán enterrados en zanja y bajo tubo. La profundidad hasta la parte inferior del cable será superior a 0'60 m., por tratarse de la acera. En los puntos donde se produzcan cambios de dirección de los tubos se dispondrán arquetas con tapa. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas como máximo cada 40 metros.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible para los conductores, en el caso de instalación enterrada, con todos los datos anteriormente señalados entramos en la Tabla 5 – Instrucción 7.: “Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada”.

$$I = P / [\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi] = 90200 / [\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0'85] = 153'17 \text{ A.}$$

Pero hemos de tener en cuenta para entrar en la tabla que para el caso de cables enterrados bajo tubo se aplicará un factor de corrección de 0'8.

$$I = 153'17 \cdot 0'8 = 122'53 \text{ A.}$$

Con este valor entramos en la tabla, y se obtienen las siguientes secciones:

- $S_{\text{fase}} = 16 \text{ mm}^2$.
- $S_{\text{neutro}} = 10 \text{ mm}^2$. (ITC-14, Tabla 1).
- Diámetro exterior del tubo = 63 mm. (ITC-21, Tabla 9).

A continuación, habrá que comprobar que la caída de tensión está dentro de los límites establecidos por la compañía distribuidora. La máxima caída de tensión admisible en la red de Baja Tensión desde el centro de transformación hasta las cajas generales de protección suele estar limitada por parte de las empresas distribuidoras al 6%.

$$\varepsilon (\%) = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) / (U \cdot \gamma \cdot S);$$

$$L_{\text{máx}} = (\varepsilon \cdot U \cdot \gamma \cdot S) / (\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) = (6 \cdot 400 \cdot 56 \cdot 16) / (1'73 \cdot 153'17 \cdot 0'85 \cdot 100) = 95'47 \text{ m.}$$

Designación: RV 0'6/1 KV 3x1x16 + 1x10 Cu.

Caja General de Protección y Medida:

El REBT en su Instrucción ITC-BT-13 señala que las CGPM serán de uno de los tipos establecidos por la empresa suministradora en sus normas particulares, serán precintables, y se instalarán en lugares de tránsito general y de fácil y libre acceso. La localización exacta se muestra en los planos correspondientes.

Por regla general se suele colocar una CGPM por cada línea repartidora y 160 KW de potencia, por lo que en nuestro caso será suficiente con una única CGPM.

Será de material aislante, con categoría de inflamabilidad FV1, según UNE 53.315/1, el grado de protección mecánica será al menos IP-437 y las caras laterales y el fondo deberán ser resistentes a los álcalis. Además, la tapa dispondrá de una cerradura de tipo unificado con dispositivo de ventilación interior.

Las dimensiones del nicho que albergará dicha caja general de protección serán de 420 mm. de ancho, 700 mm. de alto y 200 mm. de fondo. Su altura sobre el suelo será de 50 cm.

En el interior del nicho se dejarán previstos dos orificios necesarios para alojar dos tubos de fibrocemento de 120 mm. de diámetro para la entrada de la acometida subterránea.

Según las normas particulares de Sevillana Endesa, las cajas generales de protección disponibles para acometida subterránea son:

Tipo	Intensidad de fusibles
CGP-14-250/380	100, 160, 200, 250 A.

Tenemos que buscar unos fusibles que protejan la intensidad de corriente que circula. Para ello, el fusible debe tener una capacidad de protección de intensidad mayor de la que circula.

Para $I = 153'17$ A., colocaremos fusibles de 200 A. (Pues 160 A. es un valor demasiado ajustado).

Derivación Individual:

Según se ha comentado, se confunde con la Línea General de Alimentación, tomando las funciones de ésta. Unirá el CGPM con el Cuadro General de Distribución discurriendo por zonas generales en conductos registrables dispuestos para tal efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), y unipolares de tensión asignada 0'6/1 KV. La Línea General de Alimentación estará constituida por tres conductores de fase y uno neutro, además del conductor de protección, aislados en el interior de tubos empotrados en obra. La caída de tensión máxima no superará el 0'5%.

Cálculo por intensidad de corriente (Tabla 2, Instrucción 19): $I = 153'17$ A.

- $S_{\text{fase}} = 50 \text{ mm}^2$.
- $S_{\text{neutro}} = 25 \text{ mm}^2$. (ITC-14, Tabla 1).
- Diámetro exterior del tubo = 125 mm. (ITC-14, Tabla 1).

Comprobación por caída de tensión:

$$\varepsilon (\%) = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) / (U \cdot \gamma \cdot S);$$

$$L_{\text{máx}} = (\varepsilon \cdot U \cdot \gamma \cdot S) / (\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos\phi \cdot 100) = (0'5 \cdot 400 \cdot 56 \cdot 16) / (1'73 \cdot 153'17 \cdot 0'85 \cdot 100) = 7'95 \text{ m.}$$

Designación: 3x1x50 + 1x25 Cu RZ1-K ϕ 125
--

Líneas de distribución:

Están formadas por ternas de cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado con una tensión nominal de aislamiento de 750 V. La instalación será realizada en tendido visto bajo

canaletas rectangulares de PVC por falsos techos y siempre que sea posible por zonas comunes del edificio. La caída de tensión máxima no superará el 1'5%.

Cálculo por intensidad de corriente (Tabla 2, Instrucción 19):

- Para circuitos monofásicos: $I = P / (U \cdot \cos\varphi)$
- Para circuitos trifásicos: $I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi)$

Comprobación por caída de tensión:

- Para circuitos monofásicos: $\varepsilon (\%) = (L \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot 100) / (U \cdot S \cdot \gamma)$
- Para circuitos trifásicos: $\varepsilon (\%) = (\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot 100) / (U \cdot S \cdot \gamma)$

LD	P (W)	U (V)	I (A)	S _{fase} (mm ²)	S _{neutro} (mm ²)	φTubo (mm)	Lmáx. (m)	Designación
01	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
02	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
03	1540	230	7'7	6	6	75	295'19	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
04	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
05	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
06	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
07	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
08	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
09	2688	230	13'7	6	6	75	165'91	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
10	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
11	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
12	2800	230	14'3	6	6	75	158'95	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
13	2800	230	14'3	6	6	75	158'95	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
14	2800	230	14'3	6	6	75	158'95	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
15	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
16	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
17	1540	230	7'7	6	6	75	295'19	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
18	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
19	588	230	3	6	6	75	757'64	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
20	7173'60	230	36'7	6	6	75	61'93	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
21	7173'60	230	36'7	6	6	75	61'93	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
22	7173'60	230	36'7	6	6	75	61'93	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
23	5421'60	230	27'7	6	6	75	82'03	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
24	5505'60	230	27'7	6	6	75	82'03	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
25	4556'80	230	23'3	6	6	75	97'55	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
26	4514'40	230	23'1	6	6	75	98'40	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
27	1237'60	230	6'3	6	6	75	360'78	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
28	4694	380	8'4	25	16	110	645'27	3x1x25 + 1x16 + 1x16 Cu φ110
29	4694	380	8'4	25	16	110	645'27	3x1x25 + 1x16 + 1x16 Cu φ110
30	2498'20	380	4'5	25	16	110	1204'51	3x1x25 + 1x16 + 1x16 Cu φ110
31	776'60	380	1'4	25	16	110	3871'64	3x1x25 + 1x16 + 1x16 Cu φ110

32	5500	230	28'1	6	6	75	80'89	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75
33	7000	230	35'8	6	6	75	63'49	1x1x6 + 1x6 + 1x6 Cu φ75

5.3.2. Instalación de climatización

Memoria justificativa de la solución adoptada

Para resolver la instalación de climatización del edificio planteado, hemos querido trabajar tanto con equipos autónomos como con instalaciones centralizadas, a fin de conocer las diferencias entre ambos sistemas de climatización.

a) Equipo autónomo

Se suele disponer un equipo autónomo siempre que algún recinto del edificio cuente con un régimen de funcionamiento diferente al resto del mismo. En nuestro caso particular, el régimen de uso de la biblioteca es distinto al del resto del edificio, por lo que se le otorgará un régimen de autonomía mediante un equipo autónomo.

La primera decisión que debemos tomar es elegir para el equipo de producción entre una bomba de calor aire-aire o una enfriadora, si bien nos decantaremos por la primera opción, dado que nos permite trabajar en régimen de frío y calor.

A continuación, tomamos la decisión de optar por un equipo autónomo partido en lugar de hacerlo por uno compacto, de manera que la unidad condensadora se situará en el exterior del edificio, mientras que la unidad evaporadora permanecerá en el interior. Esta decisión nos provocará un importante impacto visual que debemos tener en cuenta. Además, dicha unidad deberá colocarse sobre una bancada de hormigón flotante ligeramente armada, dispuesta sobre un corcho antivibratorio, y tanto la unidad condensadora como la bancada deben tenerse en cuenta entre los esfuerzos que soporta la estructura. También debemos considerar aspectos como el envejecimiento de dicha unidad.

Por último, decidimos utilizar dos unidades interiores, una para cada una de las salas que componen la biblioteca, ya que, dado que el funcionamiento de ambos locales es independiente, también debe serlo su régimen de uso. Además de no obligarnos a climatizar ambos locales simultáneamente, esta opción nos permite tener diferentes temperaturas de impulsión del aire en cada uno de los locales a climatizar.

b) Instalación centralizada

La gran ventaja de recurrir a una instalación centralizada es la posibilidad de atender a muy diferentes zonas térmicas. La instalación consta de:

- Un equipo de producción, encargado de enfriar y calentar el agua que después circularemos por el edificio. Si dispusiéramos como equipo de producción una enfriadora, sólo podríamos enfriar el agua, pero si disponemos una bomba de calor aire – agua, podremos tanto enfriar como calentar el agua invirtiendo simplemente el sentido del líquido refrigerante que circula por su circuito frigorífico. La ubicación de esta bomba se realizará en un local que ha de tener la consideración de “sala de máquinas” recogida en la UNE 100.020.89 y también en el reglamento RITE, situado en la última planta. Del equipo de producción partirá una red de tuberías de dos tubos, uno de ida y otro de retorno, por los que circulará agua fría en verano y agua caliente en invierno, hasta alcanzar las unidades terminales. Las temperaturas de impulsión y retorno del agua que circula por las tuberías la fijaremos en 7°C en los circuitos de ida, y 12°C en las de retorno.
- Unidades terminales (conversión de agua fría en aire frío o agua caliente en aire caliente). Distinguiremos dos tipos diferentes:
 - o Los climatizadores unizona nos permiten agrupar aquellos locales que tienen cargas muy parecidas con un único climatizador, teniendo en cuenta que para ello deben tener también un régimen de uso parecido, pues siempre que se encienda el climatizador, se climatizarán simultáneamente todos los locales asociados a él. No obstante, en aquellos locales que pudieran tener un régimen de uso independiente, como el taller de música y el aula de dibujo, se ha optado por un climatizador para cada uno de ellos.
 - o Los fan-coils se utilizan en estancias pequeñas donde la carga no sea elevada. Los locales con fan-coils ventilarán con un climatizador de aire primario para evitar la

apertura de varios huecos en fachada. Este climatizador introduce en los locales a climatizar aire exterior previamente tratado en él mismo.

Cálculo de la instalación

Una vez planteadas las soluciones que se adoptarán, pasamos a distinguir entre locales climatizados y locales no climatizados.

Seguidamente, pasamos a determinar las cargas térmicas del edificio. Rigurosamente hablando, sería necesario determinar en cada local tanto las cargas de calefacción o pérdidas caloríficas (situación de invierno) como las cargas de refrigeración o ganancias caloríficas (situación de verano), y una vez calculados ambos valores, tomar el mayor de ellos para el dimensionado de la instalación. Sin embargo, la práctica profesional nos recomienda dimensionar la instalación para las cargas de refrigeración o ganancias caloríficas (situación de verano), que en todos los casos suelen superar a las cargas de calefacción.

Dentro del apartado cargas de refrigeración distinguiremos dos subgrupos: cargas internas (ocupación, iluminación y ordenadores) y cargas externas (transmisión a través de cerramientos opacos, conducción y convección a través de superficies acristaladas y radiación a través de superficies acristaladas). La gran diferencia entre las cargas internas y las cargas externas es que las segundas son variables en el tiempo, lo que nos obligará a realizar balances a diferentes horas del día en cada local para comprobar cuál es la hora punta de cada local, y en función de esto, determinar la hora punta del edificio.

El proceso a seguir para determinar las cargas térmicas de cada local es el siguiente: Una vez determinadas todas las cargas, tanto las internas como las externas, se suman para cada hora y cada día, y se dividen entre la superficie del local, debiendo obtener un valor aproximado $P \approx 80 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2$.

Nota: En todo el desarrollo de este proceso de cálculo, las horas que se consideran son las horas solares. En verano, la hora solar se obtiene sumando dos horas.

Las condiciones que aplicaremos para el cálculo serán las siguientes:

- $T_e = 37.8^\circ\text{C}$, OMD = 15.7°C .
- $T_i = 24^\circ\text{C}$.

A continuación se detallan los resultados obtenidos tras la realización de la correspondiente hoja de cálculo para la aplicación del Método Carrier, tras la realización de la cual se deduce que la situación más desfavorable para el edificio es "15 Julio / 16.00 h". Se indica también la potencia necesaria para cada una de las diferentes unidades terminales.

Local	Q_T (Kcal / h) [15 Julio / 16.00 h]	Q_S (Kcal / h) [15 Julio / 16.00 h]	Q_L (Kcal / h) [15 Julio / 16.00 h]	Potencia (W)
01	15657	12337	3320	29348
02	5362'42	4002'42	1360	24526
03	5428'91	4068'91	1360	
04	5122'36	3762'36	1360	
05	5188'85	3828'85	1360	11945
06	5362'42	4002'42	1360	24526
07	5428'91	4068'91	1360	
08	5362'42	4002'42	1360	
09	5428'91	4068'91	1360	24526
10	8791'21	7591'21	1200	
11	5362'42	4002'42	1360	

12	5428'91	4068'91	1360	
13	3488'42	3228'42	260	5526
14	4402'34	3206'34	1196	5938
15	2054'28	1950'28	104	3246
16	1936'52	1832'52	104	3045
17	1846'91	1742'91	104	2986
18	1936'52	1832'52	104	3045
19	1846'91	1742'91	104	2986
20	1936'52	1832'52	104	3045
21	2123'07	2019'07	104	3326
22	19862	16542	3320	32924
23	7464'92	6104'92	1360	26928
24	7531'41	6171'41	1360	
25	13328'62	12528'62	800	25376
26	7464'92	6104'92	1360	26928
27	7531'41	6171'41	1360	
28	11021'31	10221'31	800	24936
29	12093'71	10893'71	1200	25193
30	11021'31	10221'31	800	24936
31	3424'94	3216'94	208	5348
32	3340'98	3132'98	208	5296
33	3904'18	3696'18	208	5843
34	3979'43	3771'43	208	5796
35	3979'43	3771'43	208	5796
36	2314'98	2106'98	208	3408
37	3556'92	3348'92	208	5692
38	3454'51	3246'51	208	5347
39	3960'94	3752'94	208	5962
40	4060'21	3852'21	208	5842
41	4060'21	3852'21	208	5842
42	2435'34	2227'34	208	3522

Una vez determinada la potencia de las diferentes unidades terminales, pasamos a determinar la potencia de los equipos de producción, tanto de la instalación centralizada como del equipo autónomo. En ambos casos, la potencia del equipo de producción debe ser igual a la suma de la potencia de las unidades terminales a las que sirve.

En el caso de la instalación centralizada, $P = 395772 \text{ W} = 395'772 \text{ KW}$. Con este valor de la potencia, elegimos del catálogo comercial con el que trabajemos uno de los modelos ofertados. Modelo CIATESA EUROPA. Dimensiones: Largo – 4450 mm., Ancho – 1310 mm., Alto – 1325 mm.

En el caso del equipo autónomo, $P = 62272 \text{ W} = 62'272 \text{ KW}$. Con este valor de la potencia, elegimos del catálogo comercial con el que trabajemos uno de los modelos ofertados. Modelo CIATESA RSV-ISV 255. Dimensiones: Largo – 2704 mm., Ancho – 924 mm., Alto – 1312 mm.

Dimensionado de la instalación

A continuación, pasamos a dimensionar los siguientes puntos de la instalación:

- Dimensionado de los conductos de impulsión y retorno que sirven al Climatizador 05.
- Dimensionado de los conductos de impulsión y retorno que sirven a la Unidad Interior 01 del Equipo Autónomo.
- Dimensionado de las tuberías de ida y retorno del Circuito 01 de la Instalación Centralizada.
- Dimensionado del vaso de expansión y depósito de inercia.

a) Dimensionado de los conductos de impulsión y retorno que sirven al Climatizador 05 (Local 05).

Cálculo de rejillas y difusores:

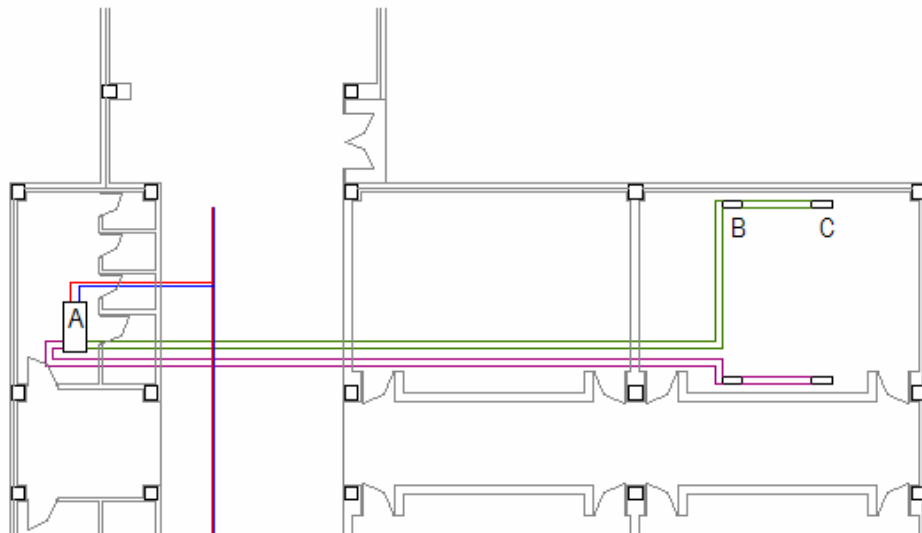
La potencia del Climatizador 05 según los cálculos realizados anteriormente es $P = 11945 \text{ W}$.

El caudal de impulsión de dicho climatizador será $q_{\text{imp}} = [Q_s / (0'29 \cdot (T_i - T_f))] = [3828'85 / (0'29 \cdot (24 - 13'5))] = 1257'42 \text{ m}^3/\text{h}$. Puesto que tenemos dos rejillas de impulsión, el caudal mínimo de impulsión en cada una de las rejillas será de $1257'42 / 2 = 628'71 \text{ m}^3/\text{h}$.

De la tabla de Norma UNE obtenemos el dato de $q_{\text{ext}} = 8 \text{ l/s pers} \cdot 34 \text{ pers} = 272 \text{ l/s} \cdot 3'6 = 979'20 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para determinar el caudal de retorno aplicamos la siguiente formulación: $q_{\text{ret}} = q_{\text{imp}} - q_{\text{ext}} = 1257'42 - 979'20 = 278'22 \text{ m}^3/\text{h}$. Puesto que tenemos dos rejillas de retorno, el caudal mínimo de retorno en cada una de las rejillas será de $278'22 / 2 = 139'11 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cálculo de sección de conductos de impulsión:



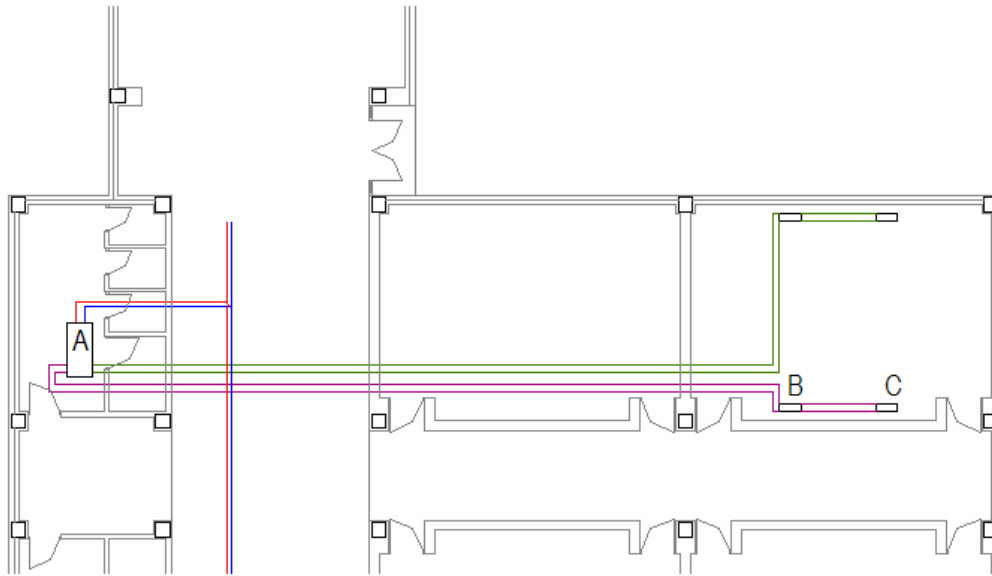
- Tramo BC: $q_{\text{imp}} = 628'71 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 628'71 / (6 \cdot 3600) = 0'029 \text{ m}^2 = 29106'94 \text{ mm}^2$.
Dimensiones interiores: $200 \times 150 \text{ mm}$.
- Tramo AB: $q_{\text{imp}} = 1257'42 \text{ m}^3/\text{h}$.

$V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).

$$S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 1257'42 / (6 \cdot 3600) = 0'058 \text{ m}^2 = 58213'39 \text{ mm}^2$$

Dimensiones interiores: 400 x 150 mm.

Cálculo de sección de conductos de retorno:



- Tramo BC: $q_{\text{ret}} = 139'11 \text{ m}^3/\text{h}$.

$V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).

$$S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 139'11 / (4 \cdot 3600) = 9'66 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 9660'42 \text{ mm}^2$$

Dimensiones interiores: 100 x 100 mm.

- Tramo AB: $q_{\text{ret}} = 278'22 \text{ m}^3/\text{h}$.

$V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).

$$S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 278'22 / (4 \cdot 3600) = 0'019 \text{ m}^2 = 19320 \text{ mm}^2$$

Dimensiones interiores: 200 x 100 mm.

Cálculo de la pérdida de carga en los conductos para dimensionar el climatizador

Para dimensionar el ventilador del climatizador necesitamos conocer tres datos:

- Potencia = 11945 W.
- $q_{\text{imp}} = 1257'42 \text{ m}^3/\text{h}$
- Presión (Pérdida de carga)

En este apartado calcularemos el último punto, que se define como:

$$J = J_{\text{red impulsión}} + J_{\text{red retorno}} + J_{\text{rejilla impulsión más alejada}} + J_{\text{rejilla retorno más alejada}} + (\dots)$$

Las pérdidas de carga en las rejillas se extraen de los catálogos, mientras que para calcular la pérdida de carga en la red de impulsión y en la red de retorno aprovecharemos que para el dimensionamiento hemos aplicado el Método de Fricción Constante ($j = \text{cte.}$). Por tanto, tanto en la red de impulsión como en la red de retorno sólo tendremos que aplicar: $J = j \cdot l$.

J rejilla impulsión más alejada = 0'14 mm.c.a.

J rejilla retorno más alejada = 0'25 mm.c.a.

Red de impulsión:

j: Puesto que es constante en todos los tramos, es indiferente en qué tramo la calculemos. Se determina a partir del caudal de impulsión en un determinado tramo del conducto ($1257'42 \text{ m}^3/\text{h} = 0'35 \text{ m}^3/\text{s}$) y de la velocidad en dicho tramo (6 m/s), entrando en un ábaco para conductos de chapa, de donde obtenemos que $j = 0'12 \text{ mm.c.a.}$

l: La longitud es igual a la longitud real más la longitud de los codos.

Longitud real: 26'50 m.

Longitud de codos: 3'20 m.

	R/D	W (mm)	D (mm)	W/D	L/D	L (mm)
Codo 1	1'25	150	400	0'375	4	1600
Codo 2	1'25	150	400	0'375	4	1600
Total	3200 mm. = 3'20 m.					

J red impulsión = $0'12 \cdot (26'50 + 3'20) = 3'564 \text{ mm.c.a.}$

Red de retorno:

j: Puesto que es constante en todos los tramos, es indiferente en qué tramo la calculemos. Se determina a partir del caudal de retorno en un determinado tramo del conducto ($278'22 \text{ m}^3/\text{h} = 0'077 \text{ m}^3/\text{s}$) y de la velocidad en dicho tramo (4 m/s), entrando en un ábaco para conductos de chapa, de donde obtenemos que $j = 0'055 \text{ mm.c.a.}$

l: La longitud es igual a la longitud real más la longitud de los codos.

Longitud real: 25'20 m.

Longitud de codos: 3'00 m.

	R/D	W (mm)	D (mm)	W/D	L/D	L (mm)
Codo 1	1'25	100	200	0'5	5	1000
Codo 2	1'25	100	200	0'5	5	1000
Codo 3	1'25	100	200	0'5	5	1000
Total	3000 mm. = 3 m.					

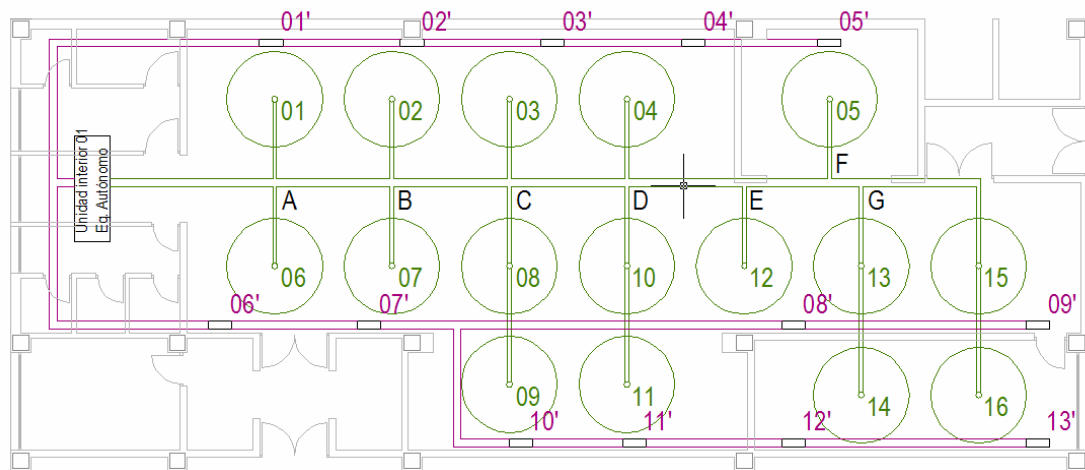
J red retorno = $0'055 \cdot (25'20 + 3'00) = 1'551 \text{ mm.c.a.}$

J total = $0'14 + 0'25 + 3'564 + 1'551 = 5'505 \text{ mm.c.a.}$

Conociendo la potencia del climatizador, el caudal de impulsión y la pérdida de carga, podemos elegir del catálogo comercial con el que trabajemos el modelo de climatizador necesario.

Modelo de climatizador: Ciatea UTA Standard 370/66.

b) Dimensionado de los conductos de impulsión y retorno que sirven a la Unidad Interior 01 del Equipo Autónomo.



Cálculo de rejillas y difusores:

La potencia de la Unidad Interior 01 según los cálculos realizados anteriormente es $P = 29348 \text{ W}$.

El caudal de impulsión de dicha unidad interior será $q_{\text{imp}} = [Q_s / (0.29 \cdot (T_i - T_f))] = [12337 / (0.29 \cdot (24 - 13.5))] = 4051.56 \text{ m}^3/\text{h}$. Puesto que tenemos dieciséis rejillas de impulsión, el caudal mínimo de impulsión en cada una de las rejillas será de $4051.56 / 16 = 253.22 \text{ m}^3/\text{h}$.

De la tabla de Norma UNE obtenemos el dato de $q_{\text{ext}} = 8 \text{ l/s pers} \cdot 83 \text{ pers} = 664 \text{ l/s} \cdot 3.6 = 2390.4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para determinar el caudal de retorno aplicamos la siguiente formulación: $q_{\text{ret}} = q_{\text{imp}} - q_{\text{ext}} = 4051.56 - 2390.4 = 1661.16 \text{ m}^3/\text{h}$. Puesto que tenemos trece rejillas de retorno, el caudal mínimo de retorno en cada una de las rejillas será de $1661.16 / 13 = 127.78 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cálculo de sección de conductos de impulsión:

- Tramo Unidad Interior - A: $q_{\text{imp}} = 4051.56 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 4051.56 / (6 \cdot 3600) = 0.188 \text{ m}^2 = 187572 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 500 x 400 mm.
- Tramo A-01 = Tramo A-06 = Tramo B-02 = Tramo B-07 = Tramo C-03 = Tramo 08-09 = Tramo D-04 = Tramo 10-11 = Tramo E-12 = Tramo F-05 = Tramo 13-14 = Tramo 15 - 16: $q_{\text{imp}} = 253.22 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 253.22 / (6 \cdot 3600) = 0.012 \text{ m}^2 = 11723.15 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 50 x 400 mm.
- Tramo A-B: $q_{\text{imp}} = 4051.56 - (2 \cdot 253.22) = 3545.12 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 3545.12 / (6 \cdot 3600) = 0.164 \text{ m}^2 = 164125.93 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 450 x 400 mm.
- Tramo B-C: $q_{\text{imp}} = 4051.56 - (4 \cdot 253.22) = 3038.68 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{imp}} / (V \cdot 3600) = 3038.68 / (6 \cdot 3600) = 0.141 \text{ m}^2 = 140679.63 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 350 x 400 mm.

- Tramo C-08 = Tramo D-10 = Tramo G-13 = Tramo G-15: $q_{imp} = 2 \cdot 253'22 = 506'44 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{imp} / (V \cdot 3600) = 506'44 / (6 \cdot 3600) = 0'023 \text{ m}^2 = 23446'30 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 100 x 400 mm.
- Tramo C-D: $q_{imp} = 4051'56 - (7 \cdot 253'22) = 2279'02 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{imp} / (V \cdot 3600) = 2279'02 / (6 \cdot 3600) = 0'106 \text{ m}^2 = 105510'19 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 300 x 400 mm.
- Tramo D-E: $q_{imp} = 4051'56 - (10 \cdot 253'22) = 1519'36 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{imp} / (V \cdot 3600) = 1519'36 / (6 \cdot 3600) = 0'070 \text{ m}^2 = 70340'74 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 200 x 400 mm.
- Tramo E-F: $q_{imp} = 4051'56 - (11 \cdot 253'22) = 1266'14 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{imp} / (V \cdot 3600) = 1266'14 / (6 \cdot 3600) = 0'059 \text{ m}^2 = 58617'59 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 150 x 400 mm.
- Tramo F-G: $q_{imp} = 4051'56 - (12 \cdot 253'22) = 1012'92 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 6 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{imp} / (V \cdot 3600) = 1012'92 / (6 \cdot 3600) = 0'047 \text{ m}^2 = 46894'44 \text{ mm}^2$
 Dimensiones interiores: 150 x 400 mm.

Cálculo de sección de conductos de retorno:

- Tramo 04'-05' = Tramo 12'-13' = Tramo 08'-09': $q_{ret} = 127'78 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{ret} / (V \cdot 3600) = 127'78 / (4 \cdot 3600) = 8'87 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 8873'61 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 50 x 200 mm.
- Tramo 03'-04' = Tramo 11'-12': $q_{ret} = 2 \cdot 127'78 = 255'56 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{ret} / (V \cdot 3600) = 255'56 / (4 \cdot 3600) = 0'018 \text{ m}^2 = 17747'22 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 100 x 200 mm.
- Tramo 02'-03' = Tramo 10'-11': $q_{ret} = 3 \cdot 127'78 = 383'34 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{ret} / (V \cdot 3600) = 383'34 / (4 \cdot 3600) = 0'027 \text{ m}^2 = 26620'83 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 150 x 200 mm.
- Tramo 01'-02': $q_{ret} = 4 \cdot 127'78 = 511'12 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{ret} / (V \cdot 3600) = 511'12 / (4 \cdot 3600) = 0'035 \text{ m}^2 = 35494'44 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 200 x 200 mm.
- Tramo Unidad interior-01': $q_{ret} = 5 \cdot 127'78 = 638'90 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{ret} / (V \cdot 3600) = 638'90 / (4 \cdot 3600) = 0'044 \text{ m}^2 = 44368'06 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 250 x 200 mm.

- Tramo 07'-(08'/10'): $q_{\text{ret}} = 6 \cdot 127'78 = 766'68 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 766'68 / (4 \cdot 3600) = 0'053 \text{ m}^2 = 53241'67 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 300 x 200 mm.
- Tramo 06'-07': $q_{\text{ret}} = 7 \cdot 127'78 = 894'96 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 894'96 / (4 \cdot 3600) = 0'062 \text{ m}^2 = 62115'28 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 350 x 200 mm.
- Tramo Unidad Interior-06': $q_{\text{ret}} = 8 \cdot 127'78 = 1022'24 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 1022'24 / (4 \cdot 3600) = 0'071 \text{ m}^2 = 70988'89 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 400 x 200 mm.
- Tramo Común que llega a la Unidad Interior: $q_{\text{ret}} = 1661'16 \text{ m}^3/\text{h}$.
 $V = 4 \text{ m/s}$ (Conductos principales – Suministro).
 $S = q_{\text{ret}} / (V \cdot 3600) = 1661'16 / (4 \cdot 3600) = 0'115 \text{ m}^2 = 115358'33 \text{ mm}^2$.
 Dimensiones interiores: 500 x 250 mm.

- c) Dimensionado de las tuberías de ida y retorno del Circuito 01 de la Instalación Centralizada (Circuito 01: Climatizadores Planta Baja Espacios Docentes).

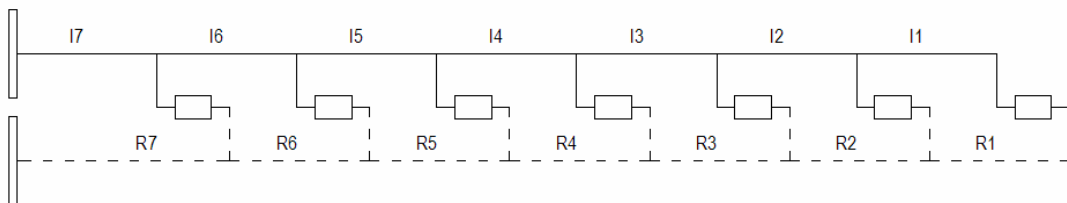
Cálculo de la sección de tuberías: $Q \text{ (l/s)} = P \text{ (Kcal/h)} / (3600 \cdot \Delta T)$

ΔT = Incremento térmico entre la temperatura del agua en la ida y la temperatura en el retorno. Para frío, que es la situación más desfavorable, y por tanto, para la que dimensionamos las tuberías, $T_{\text{ida}} = 7^\circ\text{C}$, $T_{\text{retorno}} = 12^\circ\text{C}$.

Para determinar la sección de las tuberías, una vez determinado el caudal en cada tramo, determinaremos su velocidad máxima en cada tramo, y después entraremos en el ábaco para determinar la sección.

A continuación se detallan los cálculos para determinar las secciones en las tuberías de ida, pero como nuestro retorno es directo, el caudal en cada tramo de ida será igual al caudal en cada tramo del retorno.

Tramo Climatizador 07 – Climatizador 06 (I1):



$$P = 24526 \text{ W.}$$

$$Q = 24526 / (3600 \cdot 5) = 1'36 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 1 \text{ m/s.}$$

Diámetro interior: 45'3 mm.

Tramo Climatizador 06 – Climatizador 05 (I2):

$$P = 35967 \text{ W.}$$

$$Q = 35967 / (3600 \cdot 5) = 2'00 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 1'5 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 60'9 \text{ mm.}$$

Tramo Climatizador 05 – Climatizador 04 (13):

$$P = 47912 \text{ W.}$$

$$Q = 47912 / (3600 \cdot 5) = 2'66 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 1'5 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 60'9 \text{ mm.}$$

Tramo Climatizador 04 – Climatizador 03 (14):

$$P = 72438 \text{ W.}$$

$$Q = 72438 / (3600 \cdot 5) = 4'02 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 1'5 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 60'9 \text{ mm.}$$

Tramo Climatizador 03 – Climatizador 02 (15):

$$P = 96964 \text{ W.}$$

$$Q = 96964 / (3600 \cdot 5) = 5'39 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 2 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 72 \text{ mm.}$$

Tramo Climatizador 02 – Climatizador 01 (16):

$$P = 120112 \text{ W.}$$

$$Q = 120112 / (3600 \cdot 5) = 6'67 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 2 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 72 \text{ mm.}$$

Tramo Climatizador 01 – Equipo de producción (17):

$$P = 144638 \text{ W.}$$

$$Q = 144638 / (3600 \cdot 5) = 8'04 \text{ l/s.}$$

$$V_{\text{máx}} = 2 \text{ m/s.}$$

$$\text{Diámetro interior: } 72 \text{ mm.}$$

d) Dimensionado del vaso de expansión y depósito de inercia.

La bomba de calor que hemos elegido para la instalación centralizada no cuenta con grupo hidráulico incorporado (bomba de circulación primaria, vaso de expansión y depósito de inercia). Por tanto, tendremos que calcularlos:

- Vaso de expansión: El volumen del vaso de expansión es la suma del volumen de agua y de gas. Este volumen se calcula de la siguiente forma:

$$V_{\text{vaso}} = (F_d \cdot V_o) / F_p, \text{ donde:}$$

F_d : Factor de dilatación. Se toma en torno a 1'10%.

V_o : Volumen de agua de la instalación: tuberías + climatizadores + fancoils... Para calcular este volumen existen unas fórmulas de predimensionado, o bien podemos adoptar que para un edificio de este volumen y estas características, el volumen de agua de la instalación estará en torno a 1000 l.

$$F_p \text{ (Factor de presión)} = 1 / (P_e + 2) = 1 / (880 + 2) = 1'13 \cdot 10^{-3}.$$

P_e [Kg / cm²]: Presión estática. Puesto que nuestro vaso de expansión estará situado en la sala de instalaciones, la altura geométrica entre el vaso de expansión y el climatizador más alejado será de 8'8 m = 8800 mm.c.a. = 880 Kg/cm²

$$V_{\text{vaso}} = (F_d \cdot V_o) / F_p = (1'10\% \cdot 1000) / 1'13 \cdot 10^{-3} = 9734'51 \text{ l.}$$

- Depósito de inercia: Su función es completar el volumen de agua de la instalación para que la instalación tenga una buena inercia térmica y no haya demasiados arranques y paradas del equipo de producción.

$$V_{\text{agua}} (\text{l}) = 1\% \cdot P (\text{Kcal/h}) = 1\% \cdot 395772 = 3957'52 \text{ l.}$$