

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDAS

Titulación:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Alumno (nombre y apellidos):

JOSEP MARÍ JUAN

Título PFC:

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DESTINADO
A VIVIENDAS**

Director del PFC:

JOSEP M^a DOMENECH MAS

Convocatoria de entrega del PFC

ENERO de 2010

Contenido de este volumen:

-MEMORIA y PRESUPUESTO-

ÍNDICE PROYECTO

1. MEMORIA

2. PRESUPUESTO

3. ANEXOS

4. PLANOS

5. PLIEGO DE CONDICIONES

1. MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	5
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	6
2.1 UBICACIÓN DEL EDIFICIO.....	6
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	7
2.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	8
2.4 RELACIÓN DE SUPERFICIES ÚTILES.....	9
3. NORMATIVA APLICADA	13
3.1 NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13
3.2 NORMATIVA DE LAS INSTALACIONES DE FONTANERÍA.....	13
3.3 NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN SOLAR.....	14
3.4 NORMATIVA DE LA INSTALCIÓN CONTRA INCENDIOS	14
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	15
4.1 ASPECTOS GENERALES	15
4.2 COMPAÑÍA SUMINISTRADORA.....	15
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	15
4.3.1 <i>Potencia solicitada</i>	17
4.3.1.1 Potencia correspondiente a iluminación y tomas de corriente	18
4.3.1.2 Potencia correspondiente a maquinaria.....	20
4.3.1.3 Relación de potencias totales del edificio.....	21
4.3.2 <i>Acometida</i>	22
4.3.2.1 Conductores.....	23
4.3.2.2 Tubo	23
4.3.3 <i>Caja General de Protección</i>	23
4.3.3.1 Emplazamiento e instalación.....	24
4.3.3.2 Tipo y características	26
4.3.4 <i>Línea General de Alimentación</i>	28
4.3.4.1 Conductores.....	28
4.3.4.2 Tubo	29
4.3.5 <i>Centralización de contadores</i>	29
4.3.5.1 Introducción.....	29
4.3.5.2 Diseño y ubicación	31
4.3.5.3 Unidades funcionales	33
4.3.6 <i>Interruptor de Control de Potencia</i>	37
4.3.7 <i>Cuadro generales y subcuadros</i>	37
4.3.7.1 Características de los dispositivos de protección.....	38
4.3.7.2 Ubicación y número de cuadros generales y subcuadros	39

4.3.8	<i>Protección contra sobreintensidades</i>	40
4.3.9	<i>Protección contra contactos directos e indirectos</i>	43
4.3.10	<i>Derivaciones individuales</i>	45
4.3.11	<i>Líneas interiores o receptoras</i>	48
4.3.12	<i>Iluminación general y de emergencia</i>	51
4.3.12.1	Iluminación general	52
4.3.12.2	Elección de luminarias para la iluminación general.....	53
4.3.12.3	Iluminación de emergencia.....	54
4.3.12.4	Elección de luminarias de emergencia.....	54
4.3.13	<i>Instalación de puesta a tierra</i>	57
4.3.13.1	Electrodos	57
4.3.13.2	Conductor de puesta a tierra.....	57
4.3.13.3	Borne de puesta a tierra.....	57
4.3.13.4	Conductor de protección	57
4.3.13.5	Resistencia de puesta a tierra	58
4.3.14	<i>Compensación de la energía reactiva</i>	59
4.3.14.1	Introducción.....	59
4.3.14.2	Definición del factor de potencia	60
4.3.14.3	Disminución de las pérdidas de los cables.....	61
4.3.14.4	Disminución de la caída de tensión.....	61
4.3.14.5	Compensación de la instalación objeto del proyecto.....	62
4.3.14.6	Ventajas que presenta la batería escogida	62
4.3.14.7	Tipo de compensación	64
5.	INSTALACIONES DE FONTANERÍA.....	65
5.1	INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA SANITARIA	65
5.1.1	<i>Aspectos generales</i>	65
5.1.2	<i>Compañía suministradora</i>	65
5.1.3	<i>Descripción de la instalación de AFS</i>	65
5.1.3.1	Calidad del agua	66
5.1.3.2	Protección contra retornos	67
5.1.3.3	Consumo de agua.....	68
5.1.3.4	Acometida	72
5.1.3.5	Instalación general	72
5.1.3.6	Instalaciones particulares.....	75
5.1.3.7	Derivaciones colectivas.....	77
5.1.3.8	Sistemas de control y regulación de la presión	78
5.1.3.9	Separaciones respecto de otras instalaciones	79
5.1.3.10	Uniones y juntas.....	79
5.1.3.11	Grapas y abrazaderas.....	80
5.1.3.12	Soportes.....	80
5.1.3.13	Protecciones.....	81

5.2	INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA	83
5.2.1	<i>Aspectos generales</i>	83
5.2.2	<i>Descripción de la instalación de ACS</i>	83
5.2.2.1	Consumo de agua	84
5.2.2.2	Circuitos de impulsión y retorno	87
5.2.2.3	Interacumuladores.....	92
5.2.2.4	Instalaciones particulares.....	93
5.2.2.5	Uniones y juntas.....	94
5.2.2.6	Grapas y abrazaderas.....	95
5.2.2.7	Soportes.....	95
5.2.2.8	Protecciones.....	95
5.2.2.9	Prevención de la legionelosis.....	97
6.	INSTALACIÓN SOLAR	98
6.1.1	<i>Aspectos generales</i>	98
6.1.2	<i>Descripción de la instalación solar</i>	98
6.1.2.1	Diseño	100
6.1.2.2	Cálculo de la demanda energética	101
6.1.2.3	Contribución solar mínima.....	102
6.1.2.4	Captadores solares	104
6.1.2.5	Circuito primario	109
6.1.2.6	Intercambiador	112
6.1.2.7	Circuito secundario.....	113
6.1.2.8	Acumulador solar central.....	114
6.1.2.9	Regulación y control.....	115
6.1.2.10	Protección contra heladas.....	116
6.1.2.11	Protección contra sobrecalentamientos	117
6.1.2.12	Protección contra quemaduras.....	118
6.1.2.13	Prevención de la legionelosis.....	118
7.	INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS	119
7.1	SITUACIÓN RELATIVA DEL EDIFICIO Y ACCESIBILIDAD	120
7.2	COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO	120
7.3	SECTORIZACIÓN DEL EDIFICIO.....	121
7.4	RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	121
7.5	DISEÑO DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN DE OCUPANTES	121
7.5.1	<i>Calculo de la ocupación</i>	122
7.5.2	<i>Numero de salidas y longitud de los recorridos de evacuación</i>	122
7.5.3	<i>Puertas situadas en recorridos de evacuación</i>	122
7.5.4	<i>Señalización de los medios de evacuación</i>	123
7.6	DOTACIONES DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	124

8. BIBLIOGRAFÍA	126
9. PLANOS	127
10. ESTUDIO DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	128
10.1 OBJETIVO	128
10.2 SOSTENIBILIDAD GENERAL	128
10.2.1 Utilización de materiales reciclables i/o reutilizables	128
10.2.2 Planificación de las instalaciones energéticas (alumbrado, agua caliente sanitaria, aire acondicionado)	129
10.2.3 Durabilidad y toxicidad de los materiales utilizados (materiales nocivos para la salud, etc.)	130
10.2.4 Utilización de componentes que en su fabricación, uso o eliminación, generen el mínimo volumen de residuos no recuperables	131
10.3 SUELO Y AGUAS	131
10.3.1 Captación de las aguas de abastecimiento (pozos, ríos)	131
10.3.2 Lugar de desagüe de los efluentes (necesidades de tratamientos)	132
10.3.3 Diseño de la red de abastecimiento	132
10.4 ENTORNO ATMOSFÉRICO	132
10.4.1 Emisiones de gases, polvos, compuestos volátiles	132
10.5 POBLACIÓN	133
10.5.1 Molestias (ruidos, vibraciones, olores, etc.)	133

1. **OBJETO DEL PROYECTO**

Este proyecto tiene como objetivo el diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas, determinando así sus características constructivas y materiales a utilizar, todo ello justificado por los medios técnicos, con el fin de la posterior puesta en servicio de la nueva instalación eléctrica receptora de baja tensión en el edificio objeto del proyecto. Además, del diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación hidráulica de agua fría sanitaria (AFS) y de agua caliente sanitaria (ACS), sujeta a la instalación de placas solares térmicas para obtener así gran parte de la ACS del edificio.

Se realizará también la valoración y dimensionado del equipo de protección contra incendios y cada uno de sus dispositivos adecuados para la zona del parking, así como determinar las características y vías de evacuación más adecuadas en caso de emergencia.

Además dicho proyecto cumplirá con la normativa vigente tanto a lo que se refiere a instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas, instalaciones solares como en protección contra incendios, para así una vez realizado el mismo se pueda obtener los permisos y licencias necesarios para la posterior puesta en funcionamiento.

2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

2.1 UBICACIÓN DEL EDIFICIO

El edificio en el cual se va a realizar el proyecto está situado entre la calle Begur 57 y la calle Piverd 4, en Palafrugell, Gerona.

Si observamos las siguientes imágenes se puede observar la ubicación del edificio en el mapa, pudiendo ver la ubicación más exacta en la segunda imagen.





2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

El edificio está compuesto por cuatro plantas donde el uso y la superficie de cada una se detalla en la tabla siguiente:

Planta	Uso	Superficie (m ²)
Baja	Parking / Trasteros	198,7
Primera	Viviendas	194,75
Segunda	Viviendas	196,05
Cubierta	Viviendas	89,28
Superficie Total		678,78

Dichas plantas contienen las siguientes divisiones y disposición de elementos:

- **Planta Baja:** se encuentran dos parkings, una a cada extremo del edificio; uno tiene 3 plazas de aparcamiento, mientras que el otro tiene 5. Hay una plaza para cada apartamento.

Además, hay el recibidor en la parte izquierda de la planta. El ascensor y las escaleras se encuentran posteriormente de pasar la puerta que accede a los ocho trasteros. Después de un corto pasillo se encuentra la sala de máquinas, donde están situados los grupos de bombeo de la instalación de ACS y solar.

- **Primera planta:** están situadas cuatro viviendas. Se accede a ellas a través de un rellano distribuidor, el cual se puede acceder por las escaleras o por el ascensor. La vivienda 1 y 4 son prácticamente simétricas, mientras que las otras dos solo tienen la disposición de la cocina y comedor con simetría.
- **Segunda planta:** están situadas las otras cuatro viviendas. Se accede a ellas a través de un rellano distribuidor, el cual se puede acceder por las escaleras o por el ascensor. La vivienda 5 y 8 además de ser casi simétricas tienen en el interior una escalera de caracol que acceden a la planta cubierta, donde hay un baño, dos habitaciones y una pequeña terraza cubierta. Las otras dos viviendas solo tienen la disposición de la cocina y comedor con simetría.
- **Planta cubierta:** se accede a ella mediante unas escaleras de caracol que corresponden a la vivienda 5 o a la 8. En las dos hay dos habitaciones, un baño y una terraza, siendo la de la vivienda 5 de una superficie menor debido a que esta la parte superior del hueco del ascensor. Ambas terrazas están cubiertas.

2.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El edificio del presente proyecto está construido mediante hormigón armado, sujeto al terreno con zapatas y columnas de acuerdo con el estudio geotécnico realizado. La altura de la planta baja será de 3 m, aunque la altura entre forjados será de 3,10 m. Esta diferencia de alturas es debido al falso techo de cartón-yeso, que permite pasar los tubos y tuberías de las diferentes instalaciones.

La primera y segunda planta tendrán una altura de 2,50 m, mientras que la altura entre forjados será de 2,60 m, igual que antes también habrá falso techo de

cartón-yeso, que permite pasar los tubos y tuberías de las diferentes instalaciones. La planta de cubierta tendrá una altura variable debido a la que la cubierta está inclinada a dos aguas, teniendo la elevación máxima en el centro, está será de unos 3 m aproximadamente.

El edificio tiene un hueco interior o patio interior, formado por una claraboya en la cubierta que deja pasar la luz solar y este va desde la cubierta hasta la primera planta.

2.4 RELACIÓN DE SUPERFICIES ÚTILES

El edificio en el que se va a realizar el proyecto tiene una superficie total de **678,78 m²**, distribuida en cuatro plantas; las superficies útiles de cada planta se detallan en la siguiente tabla:

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
PLANTA BAJA	198,7
Parking 3 plazas	37,11
Parking 5 plazas	89,87
Sala de máquinas	6,73
Trastero 1	1,95
Trastero 2	1,95
Trastero 3	1,95
Trastero 4	1,95
Trastero 5	1,95
Trastero 6	1,95
Trastero 7	1,95
Trastero 8	1,95
Pasillo trasteros	5,6
Escalera+Ascensor	11,69
Pasillos+Armarios	32,1

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
PLANTA PRIMERA	194,75
Vivienda 1	48,29
Vivienda 2	36,41
Vivienda 3	34,73
Vivienda 4	42,96
Rellano	9,12
Escalera+Ascensor	11,69
Patio interior	11,55

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
PLANTA SEGUNDA	196,05
Vivienda 5	48,7
Vivienda 6	36,51
Vivienda 7	34,73
Vivienda 8	43,75
Rellano	9,12
Escalera+Ascensor	11,69
Patio interior	11,55

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
PLANTA CUBIERTA	89,28
Recibidor V.5	7,2
Baño V.5	4,14
Habitación 1 V.5	10
Habitación 2 V.5	11,6
Balcón V.5	11,36
Recibidor V.8	5,63
Baño V.8	4,54
Habitación 1 V.8	9,13
Habitación 2 V.8	11,13
Balcón V.8	14,55

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 1	48,29
Pasillo	5,27
Habitación pequeña	6,1
Baño	3,77
Cocina-comedor	21,37
Habitación grande	11,78

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 2	36,41
Pasillo	4,24
Baño	3,64
Cocina-comedor	19,15
Habitación grande	9,38

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 3	34,73
Pasillo	5,79
Baño	2,78
Cocina-comedor	18,78
Habitación grande	7,38

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 4	42,96
Pasillo	3,24
Habitación pequeña	6,1
Baño	3,77
Cocina-comedor	18,18
Habitación grande	11,67

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 5	48,7
Pasillo	3,6
Cocina	7,07
Comedor	26,78
Baño	3,28
Habitación grande	7,97

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 6	36,51
Pasillo	4,24
Baño	3,74
Cocina-comedor	19,15
Habitación grande	9,38

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 7	34,73
Pasillo	5,79
Baño	2,78
Cocina-comedor	18,78
Habitación grande	7,38

LUGAR	SUPERFÍCIE (m ²)
VIVIENDA 8	43,75
Pasillo	3,6
Cocina	7,68
Comedor	21,22
Baño	3,28
Habitación grande	7,97

3. NORMATIVA APLICADA

Para la elaboración de este proyecto se ha tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones y normas a las que se hace referencia en el proyecto, según el tipo de instalación realizada.

3.1 NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) aprobado por el Real Decreto 842/2002 el 2 de agosto y publicado en el BOE n.º 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado.
- Normas UNE de referencia utilizadas en el REBT.
- Directiva de Baja Tensión (72/23/CEE) y la Directiva de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE).
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de FECSA ENDESA; Norma Técnica Particular para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión (NTP-IEBT).
- Guía Vademécum para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión, diciembre de 2006.
- Normas internas de la compañía suministradora de electricidad.

3.2 NORMATIVA DE LAS INSTALACIONES DE FONTANERÍA

- Código Técnico de la Edificación. Aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Actualizado a abril de 2009. Texto modificado por Orden Ministerial VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23/04/2009).
 - Documento Básico de Salubridad (DB-HS).
- Normas UNE de referencia utilizadas en el CTE.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

3.3 NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN SOLAR

- Código Técnico de la Edificación. Aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Actualizado a abril de 2009. Texto modificado por Orden Ministerial VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23/04/2009).
 - Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE).
 - Documento Básico de Salubridad (DB-HS).
- Normas UNE de referencia utilizadas en el CTE.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura (PET-REV-enero 2009), realizado con la colaboración entre el departamento de energía solar de IDAE y CENSOLAR.

3.4 NORMATIVA DE LA INSTALCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Código Técnico de la Edificación. Aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Actualizado a abril de 2009. Texto modificado por Orden Ministerial VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23/04/2009).
 - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).
- Normas UNE de referencia utilizadas en el CTE.

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1 ASPECTOS GENERALES

Las instalaciones eléctricas a realizar corresponden a un edificio destinado a viviendas, debido a esto según lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-04 del REBT estas instalaciones (grupo e) deben estar sujetas a proyecto técnico para una potencia >100 kW por carga general de protección.

4.2 COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La energía eléctrica se tomará de la red de distribución eléctrica que posee la compañía ENDESA en la zona urbana objeto del estudio.

La distribución de la energía se realiza mediante un esquema TT; es decir, el neutro de la instalación de alimentación está conectado directamente a tierra. El conductor de protección y las masas de la instalación están conectados a la toma de tierra de la instalación del edificio separada de la toma de tierra de la instalación de alimentación.

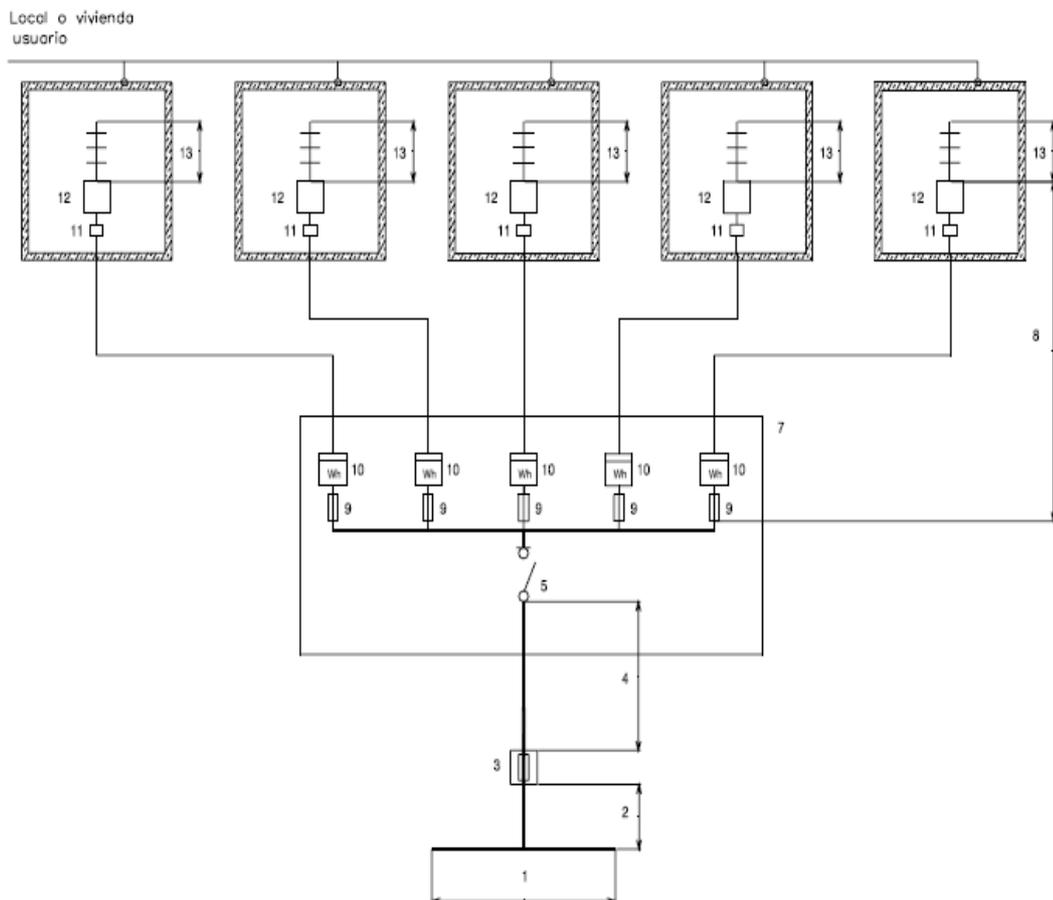
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica del edificio empieza a partir de la acometida que proviene de la red de distribución y termina en una de las muchas líneas que alimentan cualquier dispositivo eléctrico del edificio. Esta instalación está formada por los siguientes tramos y dispositivos:

- Acometida.
- Caja General de Protección (CGP).
- Línea de Enlace o Línea General de Alimentación (LGA).
- Interruptor General de Maniobra.
- Caja de derivación.
- Centralización de contadores.
- Derivación Individual (DI).

- Fusibles de seguridad.
- Contador.
- Caja para Interruptor Controlador de Potencia (ICP).
- Dispositivos generales de mando y protección (Interruptores Diferenciales e Interruptores Magnetotérmicos).
- Circuito o línea que alimenta los equipos eléctricos.
- Toma de tierra.

Según la Guía Vademecum para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión los diferentes elementos y dispositivos se distribuyen según el esquema siguiente:



Leyenda

- | | | | |
|---|---------------------------------|----|--|
| 1 | Red de distribución | 8 | Derivación individual |
| 2 | Acometida | 9 | Fusible de seguridad |
| 3 | Caja general de protección | 10 | Contador |
| 4 | Línea general de alimentación | 11 | Caja para ICP |
| 5 | Interruptor general de maniobra | 12 | Dispositivos generales de mando y protección |
| 7 | Emplazamiento de contadores | 13 | Instalación interior |

Además de todos estos tramos y dispositivos mencionados la instalación se subdivide en diferentes cuadros y subcuadros eléctricos que alimentan diferentes zonas del edificio, para así tener una instalación ramificada e independiente del resto de zonas, ya que si hay una avería afecte la menor parte posible de la instalación. Para ver como se distribuyen los cuadros y subcuadros, además de su ubicación se puede ver en el plano nº 1 ESQUEMA VERTICAL y en los siguientes planos eléctricos.

4.3.1 Potencia solicitada

Para saber cual es la potencia necesaria para solicitarla a la compañía eléctrica se tiene que hacer un estudio en el cual se observe la potencia que consume cada dispositivo eléctrico correspondiente al conjunto del edificio. Una vez conocida la potencia necesaria en cada parte del edificio se calculan las secciones de los conductores y las protecciones necesarias para realizar la instalación del edificio. A continuación se puede observar las potencias detalladas según si forman parte de la iluminación y tomas de corriente o de la maquinaria.

4.3.1.1 Potencia correspondiente a iluminación y tomas de corriente

DEPENDENCIA	RECEPTORES	UNIDADES	POTENCIA (W)
PLANTA BAJA			
Parking 3 plazas	Luminaria 1x8	2	16
	Fluorescente 2x58	2	232
	Tomas corriente	2	1000
Parking 5 plazas	Luminaria 1x8	3	24
	Fluorescente 2x58	3	348
	Tomas corriente	5	1000
Sala Máquinas	Luminaria 1x8	3	24
	Fluorescente 1x58	1	58
	Tomas corriente	3	1000
Trasteros	Luminaria 1x8	9	72
	Luminaria 2x18	8	288
	Fluorescente 1x58	2	116
	Tomas corriente	4	1000
Recepción + Vestíbulo + Armarios + Escalera + Ascensor	Luminaria 1x8	6	48
	Luminaria 1x18	9	162
	Luminaria 1x26	1	26
	Fluorescente 2x18	1	36
	Fluorescente 1x58	1	58
	L. Incandescente	1	40
Tomas corriente	2	1000	
Potencia subtotal por planta			6548
PLANTA PRIMERA			
Vivienda 1	Luminaria 2x18	6	216
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	20	3000
Vivienda 2	Luminaria 2x18	4	144
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	17	3000
Vivienda 3	Luminaria 2x18	5	180
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	17	3000
Vivienda 4	Luminaria 2x18	5	180
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	19	3000
Rellano + Escalera + Ascensor	Luminaria 1x18	8	144
	Luminaria 1x26	1	26
	Luminaria 1x8	2	16
	Fluorescente 2x18	1	36
	L. Incandescente	1	40
Potencia subtotal por planta			13502
PLANTA SEGUNDA			
Vivienda 5	Luminaria 2x18	4	144
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	19	3000

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Vivienda 6	Luminaria 2x18	4	144
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	17	3000
Vivienda 7	Luminaria 2x18	5	180
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	17	3000
Vivienda 8	Luminaria 2x18	4	144
	Luminaria 2x13	5	130
	Tomas corriente	16	3000
Rellano + Escalera + Ascensor	Luminaria 1x18	8	144
	Luminaria 1x26	1	26
	Luminaria 1x8	2	16
	Fluorescente 2x18	1	36
	L. Incandescente	1	40
Potencia subtotal por planta			13394
PLANTA CUBIERTA			
Ático vivienda 5	Luminaria 2x18	3	108
	Luminaria 2x13	3	78
	Luminaria 1x26	1	26
	Lámpara Ext. 1x25	2	50
	Tomas corriente	6	1000
Ático vivienda 8	Luminaria 2x18	3	108
	Luminaria 2x13	3	78
	Luminaria 1x26	1	26
	Lámpara Ext. 1x25	2	50
	Tomas corriente	6	1000
Potencia subtotal por planta			2524
Potencia Total Iluminación			35968

4.3.1.2 Potencia correspondiente a maquinaria

DEPENDENCIA	RECEPTORES	UNIDADES	POTENCIA (W)
PLANTA BAJA			
Parking 3 plazas	Motor puerta	2	2000
Parking 5 plazas	Motor puerta	2	2000
Sala Máquinas	Motor ascensor	1	4500
	Grupo bombeo AFS	1	3000
	Grupo bombeo B-01	1	500
	Grupo bombeo B-02	1	500
	Grupo bombeo B-03	1	500
	Cuadro de control	1	1000
Potencia subtotal por planta			13500
PLANTA PRIMERA			
Vivienda 1	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 2	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 3	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 4	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Potencia subtotal por planta			40800
PLANTA SEGUNDA			
Vivienda 5	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 6	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 7	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Vivienda 8	Horno/Acumulador	1	4200
	Lavadora y lavavajillas	1	3000
	Aire acondicionado	1	3000
Potencia subtotal por planta			40800
Potencia Total Maquinaria			95600

4.3.1.3 Relación de potencias totales del edificio

RECEPTOR	POTENCIA (W)
Iluminación y tomas	35968
Maquinaria	95600
Potencia Instalada	131568
Potencia Máxima Calculada	135500

El valor de la potencia máxima admisible de la instalación se ha determinado a partir del Decreto 363/2004, del 24 de agosto, por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión; la potencia máxima calculada es la máxima que puede ser utilizada en el conjunto de la instalación que es la utilizada en los cálculos del proyecto técnico.

Se determina un consumo variable, debido a que hay varias viviendas unifamiliares en las que la existencia de personas puede variar en número y frecuencia. Así el consumo variará según la ocupación de las viviendas y según las horas del día, ya que habrá más consumo a las horas tempranas de la mañana y a las horas cercanas a medianoche.

Las cargas o maquinaria de mayor consumo se encuentran en su mayoría en la planta baja, en la sala de máquinas como son las puertas mecánicas, el motor del ascensor y los grupos de bombeo; aunque también hay que tener en cuenta el horno y el acumulador que se encuentran en cada vivienda, que se encuentran en las diferentes plantas.

No se puede asegurar su no simultaneidad a la hora de su funcionamiento, ya que es muy probable el uso a la vez de varias de estas máquinas o cargas. Además el aire acondicionado, la lavadora o el lavavajillas, entre otros no se utilizaran de una forma continuada durante el día, sino más bien de forma intermitente.

Es por ello que a la hora de determinar la potencia a contratar se ha optado por un factor de simultaneidad del 0,85% de la potencia máxima calculada, para las viviendas y para los servicios generales, pensando en todo momento en las necesidades del edificio y de ofrecer una instalación eléctrica capaz de satisfacer las actividades tanto en las zonas generales como en las diferentes viviendas, sin que se pueda ver interrumpida por una mala elección de la potencia necesaria para el edificio.

Así, según la ITC-BT-10 al tener un conjunto de 8 viviendas se tiene que aplicar un coeficiente de simultaneidad de 7, con lo cada vivienda contratará una potencia trifásica de 13,856 kW (valor normalizado según la Guía Vademecum, que es superior al valor calculado); mientras que para los servicios generales se contratará una potencia trifásica de 24,248 kW (valor normalizado según la Guía Vademecum, que es superior al valor calculado). Al final la potencia total que se contratará en el edificio será:

Potencia a contratar: $13,856 \cdot 7 + 24,248 = 121,24 \text{ kW} = 121.240 \text{ W}$

POTENCIA A CONTRATAR :	121,24 Kw
-------------------------------	------------------

4.3.2 Acometida

La acometida es la parte de la red de distribución que alimenta la Caja General de Protección (CGP), queda establecida según la ITC-BT-11 del RBT; esta que va a ser subterránea, discurrirá en general por zonas de dominio público, lo hará preferentemente por aceras a una profundidad mínima, hasta la parte inferior de los cables, de 60 cm y, en los casos de cruces de calzada, de 80 cm entubada y hormigonada. Las dimensiones de la zanja con la situación, protección y señalización de los cables, así como las distancias a mantener con otros servicios, serán las indicadas en las “Condiciones Técnicas para Redes Subterráneas de Baja Tensión” de Endesa.

4.3.2.1 Conductores

Los cables de la acometida serán conductores de aluminio, unipolares, con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC, de tensión asignada 0,6/1 kV y se escogerán según la Tabla 7.4 de la ITC-BT-07 del RBT, donde se indica la intensidad máxima admisible según la sección y el aislamiento del conductor elegido; por lo que si en los cálculos de la línea general se ha obtenido una intensidad de 205,94 A, y se ha escogido una sección de 95 mm², entonces se observa que la intensidad máxima admisible es de 260 A, ya que los conductores son unipolares y aplicando el factor de corrección 0,8 según el apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07 se obtiene una intensidad máxima admisible de **208 A**; por lo tanto la sección escogida cumple con el reglamento. La sección escogida para la instalación del edificio es la siguiente:

RV 0, 6/1 kV 3 x 95 Al + 50 Al

Estos conductores tienen la principal función de garantizar el suministro eléctrico del edificio.

4.3.2.2 Tubo

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la tabla 8 de la ITC-BT-21 del RBT.

El tubo deberá tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los conductores aislados. En la Tabla 9 de la ITC-BT-21 del RBT, figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores a conducir. Según la Tabla 9 el diámetro mínimo que tiene que tener el tubo es de 140 mm, ya que la sección de los conductores es de 95 mm² y hay menos de 6 conductores.

4.3.3 Caja General de Protección

La Caja General de Protección o CGP es la caja que aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación. Según el tipo de instalación del

edificio se tiene que escoger una caja u otra que proteja la línea general de alimentación, además se tiene que buscar el sitio más idóneo para ubicarla y que pueda acceder tanto la compañía como los usuarios de la instalación.

4.3.3.1 Emplazamiento e instalación

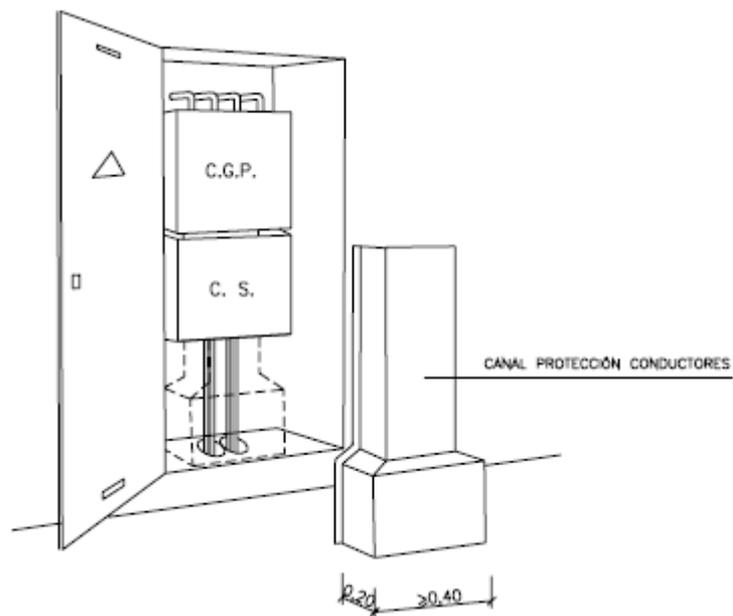
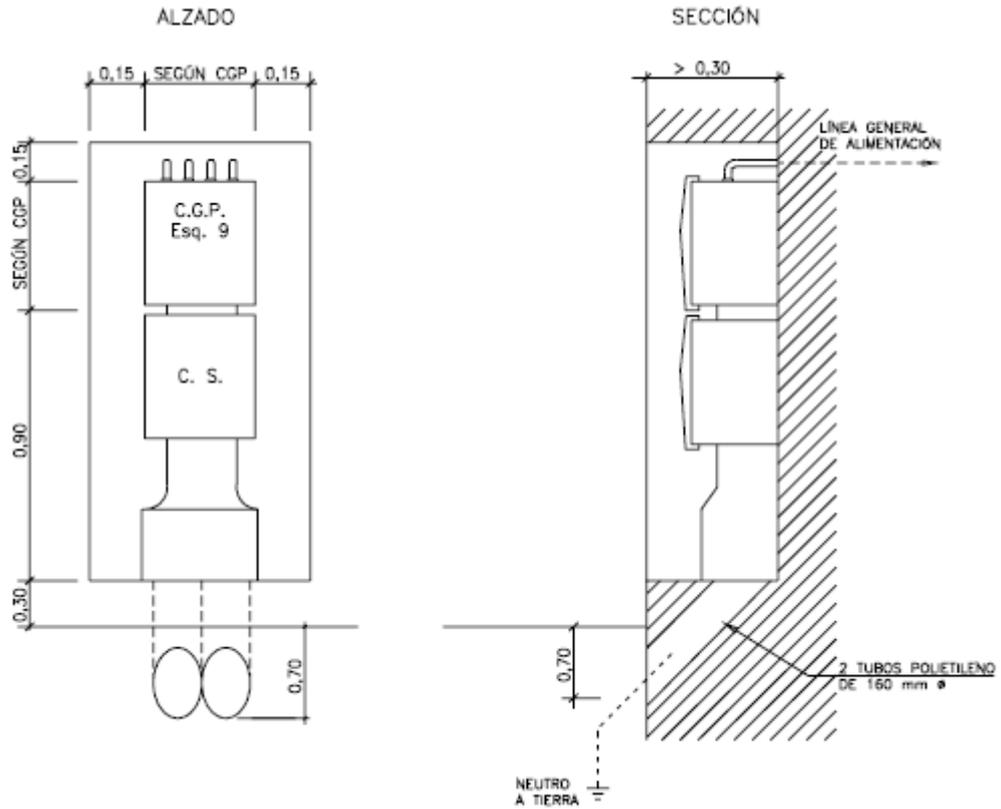
Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en un lugar de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

La acometida al ser subterránea se instalará un nicho en pared que se cerrará con una puerta metálica de al menos 2 mm, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, dispondrá de un sistema de ventilación que impida la penetración del agua de lluvia y las bisagras no serán accesibles desde el exterior.

En el nicho se dejará previsto el orificio necesario para alojar el conducto para la entrada de la acometida subterránea de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

Se procurará que la situación elegida esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en ITC-BT-07.

Según la Guía Vademecum para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión el nicho para alojar la CGP y la CS tiene las siguientes dimensiones:



4.3.3.2 Tipo y características

La caja general de protección a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que haya sido aprobada por la Administración Pública competente. Dentro de la misma se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de medición de puesta a tierra, de acuerdo a lo expuesto en la ITC-BT-26.

El esquema de caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado (una potencia y consecuentemente una intensidad solicitada), del tipo de red de alimentación (si es aérea o subterránea) y lo determinará la empresa suministradora.

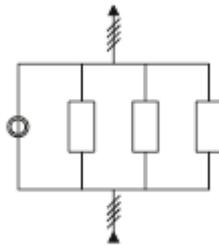
La caja general de protección cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrá grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y será precintable.

Según el tipo y características del suministro se establece la CGP a utilizar para la instalación del edificio, ya que se sabe como es la acometida y la intensidad que por ella va a circular, esta va a ser de **205,94 A**, por lo tanto, la CGP escogida es la siguiente:

CGP-9-250 con 3 Bases de Tamaño 1 y una Intensidad máxima de fusible de 250A. Los fusibles serán tipo gl, que aseguran contra sobrecargas y cortocircuitos.

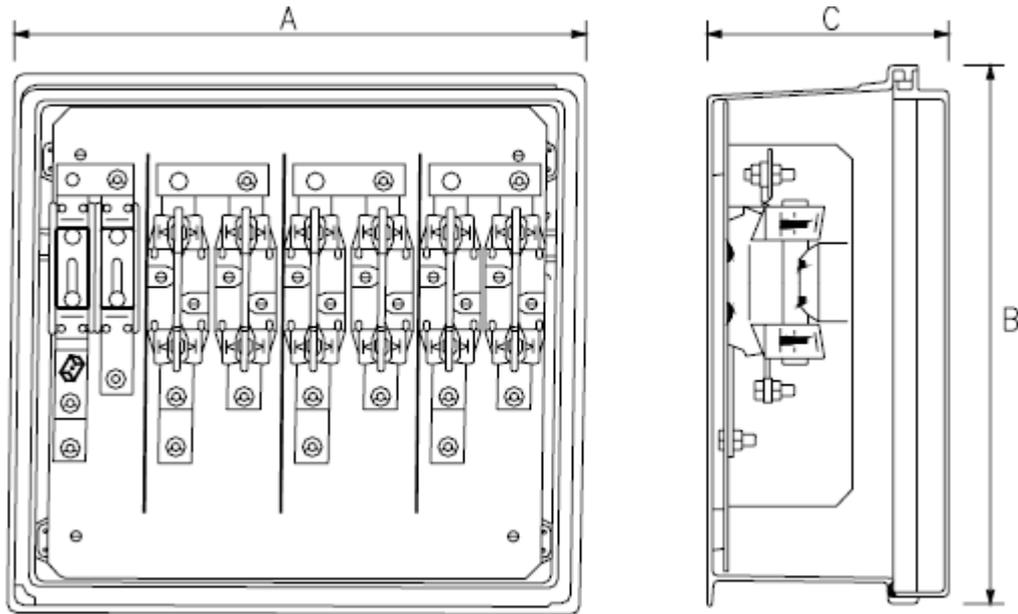
DESIGNACIÓN DE LA CGP	CORTACIRCUITOS FUSIBLES			CONEXIONES DE ENTRADA Y SALIDA
	BASES		FUSIBLES	
	NÚMERO	TAMAÑO	I Máx. (A)	
CGP-7-160	3	0	160	Tornillo M10
CGP-7-250	3	1	250	
CGP-7-400	3	2	400	Tornillo M10
CGP-9-160	3	0	160	Tornillo M10
CGP-9-250	3	1	250	
CGP-9-400	3	2	400	Tornillo M10
CGP-9-630	3	3	630	2 tornillos M10 en fases y neutro distantes más de 40 mm

El esquema de conexión que presenta esta CGP se puede ver en la siguiente imagen:



El numero 9 hace referencia al tipo de conexión de la CGP y este esquema se escoge según el tipo de suministro y la compañía distribuidora.

La Caja de Seccionamiento con entrada y salida por la parte inferior a esquema orientativo tiene el siguiente aspecto, donde las dimensiones varían según el tipo de fabricante:



4.3.4 Línea General de Alimentación

La línea general de alimentación es la que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, esta queda establecida según la ITC-BT-14. Esta será lo más corta y recta posible y discurrirá enterrada por el pasillo de recepción hasta el cuarto de contadores. Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos enterrados que cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21.

4.3.4.1 **Conductores**

Se instalarán tres conductores de fase y uno de neutro, de cobre, unipolares y aislados, de la misma sección y de tensión asignada 0,6/1 kV. Las características que deben tener estos conductores se detallan en la ITC-BT-14. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, debiendo tener características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será de 0,5% cuando la línea general de alimentación este destinada a contadores totalmente centralizados, que es el caso del edificio. La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE-EN 20.460 -5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje.

En la Tabla 7.5 de la ITC-BT-07 del RBT se indica la intensidad máxima admisible según la sección y el aislamiento del conductor elegido, por lo que si en los cálculos de la línea general se ha obtenido una intensidad de 205,94 A, se ha elegido un conductor tipo RZ1-K (AS) y una sección de **70 mm²** que conlleva una caída de tensión de **0,19%**, lo cual cumple con lo mencionado por la ITC-BT-14 y el aislamiento elegido es XLPE, entonces se observa que la intensidad máxima admisible es de 280 A, ya que los conductores son unipolares y aplicando el factor de corrección 0,8 según el apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07 se obtiene una intensidad máxima admisible de **224 A**; por lo tanto la sección escogida cumple con el reglamento.

4.3.4.2 Tubo

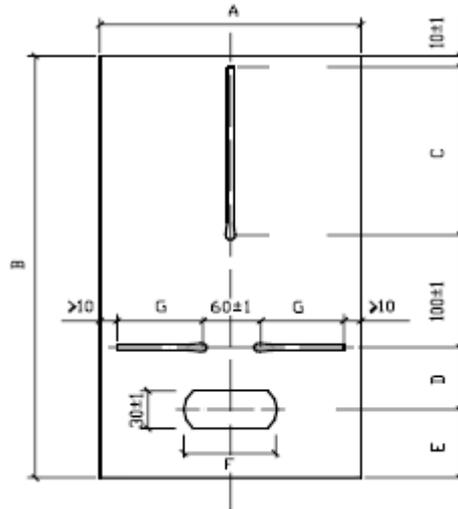
Debido a que la sección del conductor es de 70 mm² y que habrá menos de 6 conductores por tubo, el tubo que alojará los conductores unipolares tendrá un diámetro exterior de 125 mm como mínimo, según lo establecido en la Tabla 14.1 de la ITC-BT-14 del RBT.

4.3.5 Centralización de contadores

4.3.5.1 Introducción

Se llama centralización de contadores cuando existen más de dos contadores que se van a instalar juntos; dicha centralización se realizará mediante conjuntos de módulos de envolvente total aislante, estos tendrán la forma y dimensiones

que se pueden observar en la siguiente figura. Para las condiciones de instalación se atenderá a lo establecido en la ITC-BT-16 del RBT.



Contador	Medidas en mm.						
	A min.	B min.	C min.	D min.	E min.	F min.	G min.
Monofásico	145	250	60	40	40	60	30
Trifásico	200	370	155	60	45	80	60

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

En referencia al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envoltentes, tapas, etc.

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, deberán ubicarse en un armario o local adecuado a este fin. El mantenimiento de este armario o local será responsabilidad de los propietarios del edificio. El armario constituirá un conjunto que deberá cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1,2 y 3. El grado de protección mínimo que debe cumplir de acuerdo con

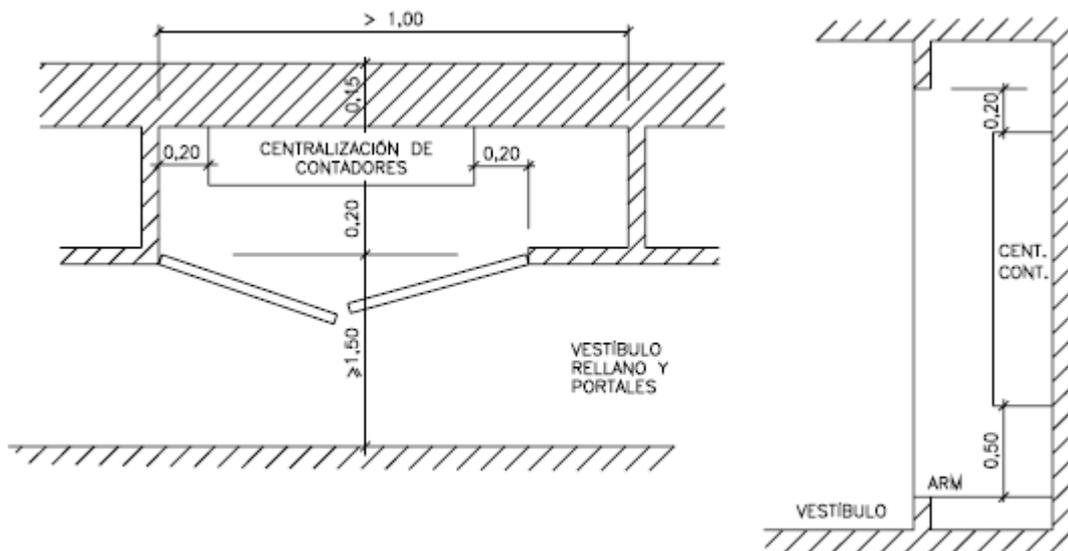
la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 es de IP40 e IK 09, ya que el armario será una instalación de tipo interior.

Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios, tal como el cableado que posibilite la unión de los circuitos de mando y control con los equipos de medida al objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes.

4.3.5.2 *Diseño y ubicación*

Como el número de contadores a centralizar es inferior a 16, la centralización se ubicará en un armario destinado única y exclusivamente a este fin. Este armario al tener que contener 9 contadores trifásicos va a tener unas dimensiones mínimas que especifica la Guía Vademecum para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión y son las siguientes:

Los requisitos del armario serán siguientes:



Estará empotrado o adosado en un paramento de la zona común de libre acceso en la entrada o lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.

- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta, deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- No se podrá instalar en la rampa de acceso de vehículos a los aparcamientos, a menos que exista una zona protegida de un metro frente a la centralización y ésta esté situada antes de la puerta de cierre del aparcamiento de forma que se garantice el acceso permanente a la centralización por parte de la Empresa Distribuidora.
- Tendrá una característica parallasas mínima, PF 30.
- Las puertas de cierre dispondrán de una cerradura ENDESA nº 4 de acero inoxidable normalizada por la Empresa Distribuidora, y en ningún caso, su tipo y disposición podrán dificultar la instalación, revisión, sustitución o lectura de los aparatos de medida.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente. Fuera del mismo y lo más próximo posible, se instalará un extintor móvil de eficacia mínima 21B. Igualmente se colocará una base de enchufe, como toma a tierra de 16 A, para toma de corriente de los servicios de mantenimiento.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m. El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

La ubicación será la fijada por el RBT según establece la ITC-BT-16 que indica que tiene que ser en la planta baja, entresuelo o primer sótano siempre que el edificio no tenga más de 12 plantas, por lo tanto es este caso, ya que el edificio dispone de 4 plantas. Además, se tiene que ubicar en un lugar accesible, lejos de material inflamable y lo más cerca posible de la línea de distribución de la red eléctrica. En este caso el armario se ubicará en el vestíbulo enfrente de la puerta de entrada.

Los contadores trifásicos necesarios en el edificio son los siguientes:

- 1 contador destinado a servicios generales (ascensores, iluminación de escaleras y vestíbulos, luces de emergencia y iluminación del parking).
- 8 contadores destinados a cada una de las ocho viviendas unifamiliares.

4.3.5.3 Unidades funcionales

Las concentraciones estarán formadas eléctricamente por las siguientes unidades funcionales:

4.3.5.3.1 Interruptor general de maniobra

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de concentración.

En la instalación eléctrica del edificio se utilizará un interruptor magnetotérmico trifásico regulable de 4 polos, con una intensidad nominal de 400 A y poder de corte 36 kA. Al ser regulable se regulará a una intensidad de **210 A**.

4.3.5.3.2 Embarrado general y fusibles de seguridad

Esta unidad funcional contiene el embarrado general de la concentración de contadores y los fusibles de seguridad correspondientes a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

El embarrado estará constituido por pletinas de cobre de 20 mm x 4 mm. La barra del neutro irá situada en la parte superior del embarrado. El embarrado soportará corrientes de cortocircuito de 12 kA eficaces durante 1s, sin que se produzcan deformaciones permanentes, aflojamientos, pérdida de aislamiento,

etc. Se dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

Las bases de cortacircuito de la unidad funcional de fusibles de seguridad serán del tamaño D02 descritas en la norma UNE 21103. Estos fusibles tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto de la instalación.

Según que el suministro sea monofásico o trifásico, se instalarán 1 ó 3 bases fusibles por contador. Este módulo debe quedar instalado en la vertical de los módulos de contadores a los que protege y siempre en la parte inferior y a una altura mínima del suelo de 25 cm.

Las características correspondientes a los cables que forman el cableado interior del embarrado general serán las siguientes:

- Conductor: de cobre rígido, según UNE 21031-74, 21022, 21027-9 y 212002.
- Sección:
 - 1 x 10 mm² para contadores hasta 30 A
 - 1 x 16 mm² para contadores hasta 50 A
 - 1 x 25 mm² para contadores hasta 80 A
- Tensión asignada: 600 / 1000 V

Los conductores que hayan de conectarse a los contadores deberán estar pelados en una longitud de 20 mm y señalizados con las siglas “E” para las entradas y “S” para las salidas. En todos ellos, las conexiones se efectuarán directamente y sin conexiones. Los cables se distinguirán por el color del aislamiento según se indica en la ITC-BT-26.

4.3.5.3.3 Equipos de medida

Esta unidad funcional contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando de medida de la energía eléctrica.

En las unidades funcionales de medida, las tapas se fijarán a las cajas mediante unas bisagras rígidas exteriores o interiores, situadas entre la caja y tapa en el primer caso y entre la caja o regueso y tapa en el segundo, de manera que hagan practicables, en el caso de contadores multifunción, los dispositivos de visualización de las diferentes funciones de medida.

4.3.5.3.4 Dispositivo de mando: función reloj (opcional)

Esta unidad funcional contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

4.3.5.3.5 Embarrado de protección y bornes de salida

Esta unidad funcional contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

La unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida dispondrá del perfil simétrico EN 50022-35 x 7,5 especificado en la Norma EN 60715, sobre el que se instalarán los bornes de salida para conectar las derivaciones individuales.

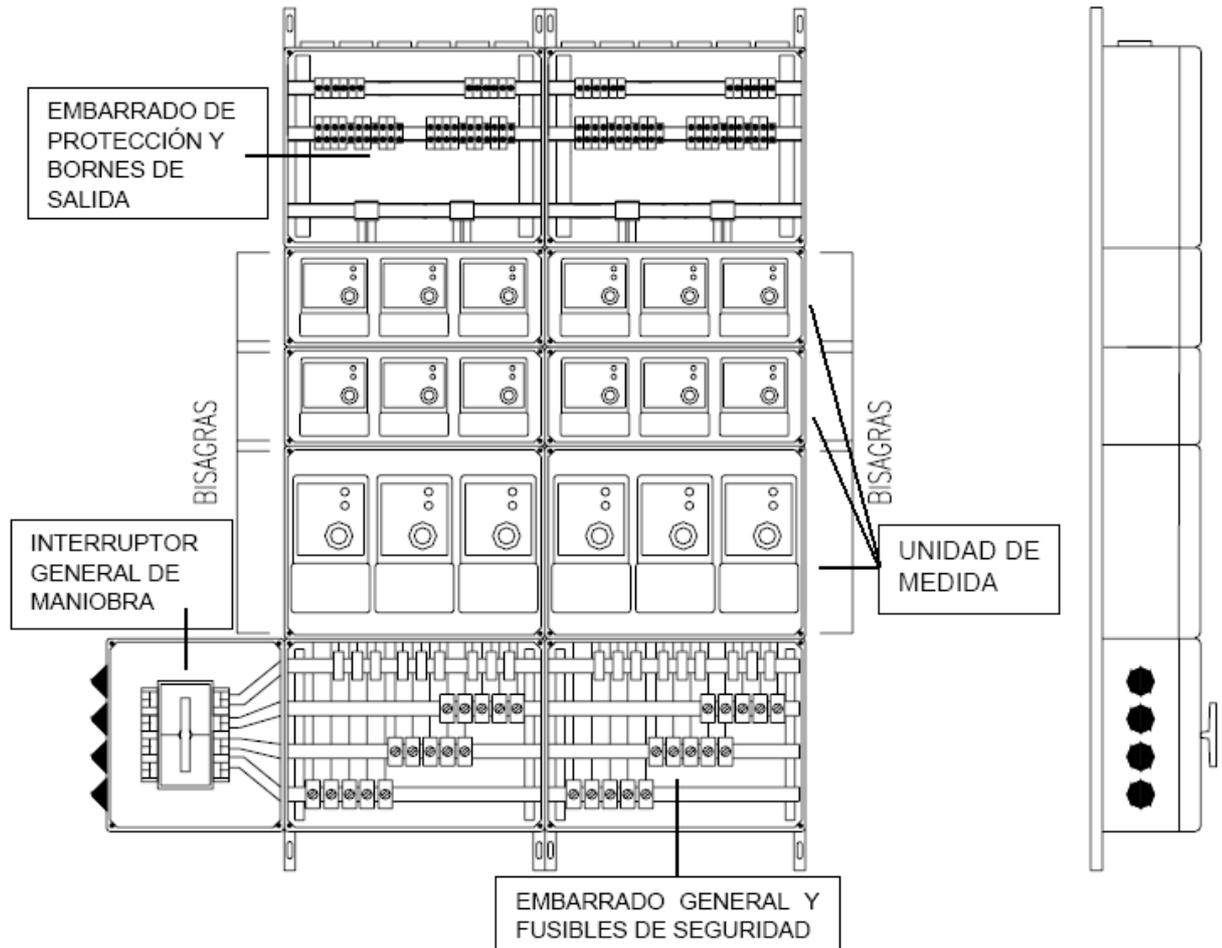
Los bornes estarán contruidos según la Norma UNE EN 60947-7-1, serán del tipo de presión y de diseño tal que no sea necesario soltarlos del perfil para poder realizar las conexiones, los destinados a las derivaciones individuales tendrán una capacidad de embornamiento comprendida entre 6 y 25 mm².

El cableado que efectúa las uniones embarrado- contador- bornes de salida de cada derivación individual que discurra por la centralización, lo hará bajo tubo o conducto.

4.3.5.3.6 Equipo de comunicación y adquisición de datos (opcional)

Esta unidad funcional contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

Para comprender la disposición de las unidades funcionales mencionadas, a continuación se puede observar un ejemplo de instalación en una centralización de contadores con módulos de envolvente total aislante, según la Guía Vademécum de FECSA-ENDESA.



Los fusibles de seguridad, los contadores y los bornes de salida estarán identificados en función de la derivación individual a la que pertenezcan. El cableado interno de la centralización será de cobre, como mínimo de 10 mm² en suministros monofásicos y de 16 mm² de sección en suministros trifásicos, de clase 2 según Norma UNE EN 60228, aislado para una tensión de 450/750 V. Los conductores se identificarán según los colores negro, marrón y gris para las fases y azul claro para el neutro.

4.3.6 Interruptor de Control de Potencia

El ICP (Interruptor de Control de Potencia) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la potencia que se ha contratado.

En todos los casos, deberá instalarse una caja para alojamiento del ICP, que permita la instalación del mismo, preferentemente incorporada al cuadro de mando y protección. La tapa de la caja destinada al ICP irá provista de dispositivo de precinto y será independiente del resto del cuadro. En cualquier caso, el ICP será independiente del interruptor general automático.

Según lo indicado en la Guía-BT-17 (Dispositivos generales e individuales de mando y protección), el ICP se utiliza para suministros en baja tensión como es el caso de la instalación del presente proyecto con una intensidad de hasta 63 A. Así se instalará un ICP en cada uno de los cuadros de mando y protección de las respectivas derivaciones individuales del edificio.

4.3.7 Cuadro generales y subcuadros

La instalación eléctrica correspondiente a este proyecto del edificio tendrá varios cuadros generales y subcuadros, según sean los consumos y sus características, así como en las dependencias en que estén instalados. Dichos cuadros eléctricos se atenderán a lo establecido por la ITC-BT-17 del RBT, ubicando así en su interior, como mínimo los dispositivos de mando y protección siguientes:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de potencia, en caso de existir este en el cuadro o subcuadro.

- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24, o si por el carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del edificio o vivienda.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

4.3.7.1 Características de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

4.3.7.2 Ubicación y número de cuadros generales y subcuadros

Para diseñar la instalación del edificio se ha buscado que las plantas e dependencias de que dispone el edificio estén lo más aisladas posible respecto el uso de la electricidad en las otras dependencias, por ello se han instalado los siguientes cuadros eléctricos en sus correspondientes ubicaciones:

- **Cuadro general de distribución (C.G.D.):** es el cuadro encargado de distribuir las derivaciones individuales hacia los otros cuadros generales o subcuadros. Dichos cuadros generales y subcuadros son: cuadro general de servicios generales y los ocho subcuadros correspondientes a cada vivienda del edificio. El C.G.D. está situado al lado del armario de la centralización de contadores.
- **Cuadro general de servicios generales (C.G.S.G.):** es el cuadro encargado de distribuir las derivaciones individuales hacia los subcuadros del parking 1, del parking 2, de la sala de máquinas y de solar; además alimenta todos los servicios generales como son: la iluminación y las tomas de corriente de las zonas comunes. Está situado al lado del C.G.S.G. en la pared del armario de la centralización de.
- **Subcuadro parking 1 (SB.P.1):** es el subcuadro que está alimentado por el cuadro general de servicios generales y alimenta las diferentes líneas eléctricas correspondientes al parking 1 y a los trasteros. Está situado en la pared derecha (entrando en el parking) del parking ya que es una de las zonas más accesibles y está cerca de la entrada al parking.
- **Subcuadro parking 2 (SB.P.2):** es el subcuadro que está alimentado por el cuadro general de servicios generales y alimenta las diferentes líneas eléctricas correspondientes al parking 2. Está situado en la mitad de la pared derecha (entrando en el parking) del parking ya que es una de las zonas más accesibles y está cerca de la entrada al parking.

- **Subcuadro sala de máquinas (SB.SM.):** es el subcuadro que está alimentado por el cuadro general de servicios generales y alimenta las diferentes líneas eléctricas correspondientes a la sala de máquinas, como son grupos de bombeo o el ascensor. Está situado en la pared de la sala de máquinas, ya que es una de las zonas más próximas de la derivación individual y está cerca de la salida o entrada a la sala.
- **Subcuadro solar (SB.SOL.):** es el subcuadro que está alimentando por el cuadro general de servicios generales y alimenta las diferentes líneas eléctricas correspondientes a la maquinaria de la instalación solar. Está situado en la sala de máquinas en la pared de la escalera, así es uno de los puntos más próximos a la derivación individual y queda en el lado de la sala donde hay los equipos de instalación solar como el acumulador y los grupos de bombeo.
- **Subcuadro apartamento i (SB.Ai):** es el subcuadro correspondiente a cada una de las ocho viviendas que está alimentado por el cuadro general de distribución y alimenta los diferentes circuitos interiores de cada vivienda. Está situado en la pared detrás de la puerta que accede a cada apartamento.

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades y contra contactos indirectos que contienen los cuadros eléctricos mencionados se pueden observar, junto a sus correspondientes características en los planos nº 6 y 7 ESQUEMAS UNIFILARES.

4.3.8 Protección contra sobreintensidades

Según establece la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.
 - Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
 - Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

En definitiva, los dispositivos de protección están previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las cargas, a las propias canalizaciones o al medio ambiente del entorno. Para ello la intensidad nominal de los dispositivos de protección será inferior a la intensidad máxima admisible por las conducciones a fin de interrumpir el funcionamiento del circuito antes de que estas se vean dañadas. Se tendrá en cuenta la repartición de cargas y el máximo equilibrio de los diferentes conductores.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1. $I_B \leq I_n \leq I_z$

2. $I_2 \leq 1,45 I_z$

Siendo:

- I_B Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_z Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado, según establece la ITC-BT-19.
- I_n Corriente asignada del dispositivo de protección. En el caso de los regulables, I_n es la intensidad de regulación seleccionada.
- I_2 Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

En la siguiente tabla se representa el valor de los interruptores y el número de interruptores necesarios para la instalación del edificio.

La relación y disposición de los interruptores magnetotérmicos utilizados en cada circuito de la instalación se pueden observar en los planos nº 6 y 7 de ESQUEMAS UNIFILARES.

Características Interruptor Magnetotérmico	nº Interruptores
400 A reg. - 4P - 36 kA - C	1
50 A - 4P - 10 kA - C	2
40 A - 2P - 6 kA - C	8
35 A - 4P - 10 kA - C	1
25 A - 4P - 10 kA - C	8
25 A - 4P - 6 kA - C	1
25 A - 2P - 6 kA - C	21
20 A - 4P - 6 kA - C	10
20 A - 2P - 6 kA - C	2
16 A - 4P - 6 kA - C	1
16 A - 2P - 6 kA - C	10
16 A - 1P+N - 6 kA - C	4
10 A - 2P - 6 kA - C	3
10 A - 1P+N - 6 kA - C	45

4.3.9 Protección contra contactos directos e indirectos

La protección contra contactos directos consiste en tomar medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.648 -4-41, que son habitualmente:

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

La protección contra contactos indirectos suele ser por medio del corte automático de la alimentación. El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo, esta destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo, tanto para animales domésticos como para personas; por esto se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20572-1.

Los valores de tensión de contacto máximas establecidas por la ITC-BT-09 e ITC-BT-18 son las siguientes:

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

Las medidas de protección se efectuarán mediante la puesta a tierra de masas de los equipos eléctricos y la instalación de interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) a las líneas con mayor accesibilidad e interrelación con las personas (iluminación) y de 300 mA de sensibilidad en los circuitos de fuerza.

Al haber diferentes interruptores diferenciales en una instalación suelen tener una selectividad. La selectividad consiste en la colocación de diferentes calibres de sensibilidad o diferentes tiempos de actuación en los interruptores diferenciales, buscando así que el dispositivo que actúe sea el que más cerca está de la avería producida, es decir, que si la avería está en un circuito independiente se seccione la corriente en dicho circuito y no en toda la derivación individual a la que corresponde. En otras palabras, si el esquema se desarrolla de arriba hacia abajo y tenemos que los calibres mayores (menor sensibilidad) se encuentran arriba mientras que los más pequeños se encuentran más abajo, igual proceso ocurre con los tiempos de actuación, el tiempo de actuación más grande se sitúa con el interruptor situado más arriba y el tiempo de actuación menor se sitúa con el interruptor situado más abajo y el resultado es que actúa primero el dispositivo con menor calibre (mayor sensibilidad) o menor tiempo de actuación, obteniendo así una aproximación del lugar o circuito que puede haber sufrido una avería.

La mejor aplicación y utilización de la selectividad es uniendo las dos maneras, mediante el tiempo de actuación del dispositivo de protección y mediante la sensibilidad de dichos dispositivos de protección. De esta manera se obtiene una selectividad que se distribuye con los calibres y tiempos de actuación más grandes en el principio de la instalación y los calibres y tiempos de actuación más pequeños en el final de la instalación.

La intensidad nominal de los dispositivos diferenciales instalados ha sido dimensionada a fin de que esta sea superior a la de los interruptores automáticos para que en el caso de una sobrecarga el interruptor magnetotérmico abra el circuito antes de que el interruptor diferencial se vea afectado.

En la siguiente tabla se representa el valor de los interruptores diferenciales y el número de interruptores diferenciales necesarios para la instalación del centro escolar.

La relación y disposición de los interruptores diferenciales utilizados en cada circuito de la instalación se puede observar en los planos nº 6 y 7 de ESQUEMAS UNIFILARES.

Características Interruptor Diferencial	nº Interruptores
125 A - 4P - 10 kA - 300 mA	2
63 A - 4P - 6 kA - 300 mA	1
63 A - 2P - 6 kA - 30 mA	1
40 A - 2P - 6 kA - 30 mA	2
25 A - 4P - 6 kA - 30 mA	22

4.3.10 Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales son la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministran energía eléctrica a instalaciones de diferentes usuarios o utilidades. La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales van a estar constituidas por conductores aislados en el interior de tubos empotrados o en montaje superficial. Los tubos cumplirán con lo establecido en la ITC-BT-21, salvo lo indicado en la ITC-BT-15.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección.

Los cables utilizados serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los conductores a instalar son de cobre tipo (RZ1-K (AS)), disponen de un recubrimiento de polietileno reticulado (XLPE). Para el cálculo de la sección de la derivación individual se considera una caída de tensión máxima del 1% sobre la tensión nominal (400 V), ya que los contadores están totalmente concentrados, según establece la ITC-BT-15.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

En los tubos empotrados los tubos protectores (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas están establecidas en la Tabla 21.3 de la ITC-BT-21. Además, dichos tubos cumplirán con lo indicado en las normas UNE-EN 50086-2-2, para tubos curvables y UNE-EN 50086-2-3, para tubos flexibles.

Desde el armario de contadores se conducen las derivaciones individuales hasta el cuadro general de distribución (C.G.D.) y este es el encargado de distribuir las a cada uno de los cuadros correspondientes a cada una de las viviendas o utilidades.

En la instalación eléctrica del presente proyecto hay 9 derivaciones individuales, que son:

- **Derivación a Cuadro General de Servicios Generales.** Esta derivación individual es trifásica y una de las más cortas, ya que su longitud es de 4 m, teniendo una sección de $5 \times 16 \text{ mm}^2$, según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos. De este cuadro eléctrico además de salir líneas interiores y receptoras también salen 4 líneas o derivaciones a subcuadros, que son:
 - *Derivación a Subcuadro Parking 1.* Esta derivación es monofásica y tiene una longitud de 11 m, teniendo una sección de $3 \times 10 \text{ mm}^2$, según queda especificado en los cálculos realizados.
 - *Derivación a Subcuadro Parking 2.* Esta derivación es monofásica y tiene una longitud de 20 m, teniendo una sección de $3 \times 10 \text{ mm}^2$, según queda especificado en los cálculos realizados.

- *Derivación a Subcuadro Sala de Máquinas.* Esta derivación es trifásica y tiene una longitud de 12 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según queda especificado en los cálculos realizados.
- *Derivación a Subcuadro Solar.* Esta derivación es trifásica y tiene una longitud de 14 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según queda especificado en los cálculos realizados.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 1.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 18 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 2.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 18 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 3.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 14 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 4.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 15 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 5.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 21 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 6.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 21 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.
- **Derivación a Subcuadro Apartamento 7.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 18 m, teniendo una sección de 5x10 mm², según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.

- **Derivación a Subcuadro Apartamento 8.** Esta derivación individual es trifásica y una longitud de 18 m, teniendo una sección de $5 \times 10 \text{ mm}^2$, según se especifica en los cálculos realizados y expuestos en los anexos.

Las características de los tubos o canalizaciones que alojaran las derivaciones mencionadas están detalladas en los cálculos realizados y adjuntados en los anexos.

4.3.11 Líneas interiores o receptoras

Las características de las líneas y circuitos instalados en el edificio objeto del proyecto, son las necesarias para la alimentación adecuada de las diferentes cargas y receptores que componen la instalación, a fin de asegurar un correcto desarrollo de las actividades para las que se destina el edificio en cuestión, además de garantizar la seguridad de las personas que por él discurren.

La sección de los conductores se ha establecido en función de la previsión de cargas de la instalación, la intensidad máxima admisible y de la caída de tensión.

Según lo establecido por el REBT en la ITC-BT-19, la caída de tensión en los conductores no superará el 3% en líneas de iluminación y el 5% en el resto de las líneas.

El conductor del neutro será de la misma sección que los conductores de fase. Todos los conductores serán de cobre y el recubrimiento o aislamiento será de XLPE (polietileno reticulado).

La instalación de las diferentes líneas que salen de sus correspondientes cuadros y subcuadros para alimentar a los diferentes receptores, seguirá lo impuesto en la ITC-BT-21, (Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras), de la cual obtenemos las características mínimas que han de cumplir los diversos sistemas y métodos de instalación, los sistemas escogidos teniendo en cuenta la actividad a realizar en el edificio y sus características son los siguientes:

- **TIPO B:**

a) Conductores aislados en tubos de montaje superficial

Los conductores serán del tipo:

RZ1-K (AS): Cable multiconductor flexible de tensión asignada de 0,6/1 kV, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según norma UNE 21123-4.

Los tubos serán rígidos según norma UNE-EN 50.086-2-1 y no propagadores de la llama.

Las características mínimas para los tubos de canalizaciones de montaje superficial se especifican a continuación:

CARACTERÍSTICAS	Cod.	GRADO
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de servicio	1	+60°C

Habrà correspondencia entre líneas de distribución y canalizaciones de tubos.

Diámetro exterior mínimo de los tubos:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm ²)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50

b) Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en obra

Los conductores serán del tipo:

RZ1-K (AS): Cable multiconductor flexible de tensión asignada de 0,6/1 kV, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según norma UNE 21123-4.

Los tubos serán cortables o flexibles según norma UNE-EN 50.086-2-3 y UNE-EN 50.086-2-3 respectivamente y no propagadores de la llama.

Las características mínimas para los tubos de canalizaciones empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se especifican a continuación:

CARACTERÍSTICAS	Cod.	GRADO
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de servicio	1	+60°C

Diámetro exterior mínimo de los tubos:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm ²)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50

4.3.12 Iluminación general y de emergencia

La iluminación del edificio es un punto importante en la instalación eléctrica del edificio, aunque represente casi un 30% de la potencia instalada; debido a esto, hay que buscar la correcta iluminación de las zonas de trabajo, bajo consumo de potencia, buen rendimiento, iluminación del edificio en caso se avería y iluminación de las señales de emergencia, para poder tener una iluminación adecuada a las actividades desarrolladas en las distintas dependencias del que consta el edificio.

A la hora de elegir las luminarias que iluminaran las viviendas, vestíbulo, escaleras, parking e trasteros y que se deberán instalar en el edificio, se tienen que tener en cuenta que cumplan la normativa vigente y los siguientes conceptos:

- La iluminancia mínima requerida en cada zona tiene que ser como mínimo la que aporten nuestras luminarias escogidas y su correcta distribución para una correcta iluminación de las zonas.
- El coste de las luminarias, siempre se intentara (dentro de los requerimientos establecidos) que sean las más económicas.
- Que tengan un rendimiento óptimo evitando así la generación de calor.
- Su fácil instalación y mantenimiento.

En cuanto a la iluminación y señalización luminosa de emergencia que deberá cumplir lo establecido en la ITC-BT-28 del RBT, hay que decir que el alumbrado de emergencia será el estándar establecido, situándose en las zonas de paso y cerca de las salidas de emergencia, en las escaleras o mejor dicho en los rellanos de las mismas, cerca de los cuadros generales y complementando así una distribución uniforme de las luces por todo el edificio.

4.3.12.1 Iluminación general

Para realizar la iluminación general del edificio se diferencian unas zonas de otras, buscando así que las zonas donde se desarrollan actividades que necesiten una mejor iluminación debido a que son tareas visuales que necesiten un grado de detalle mayor, estén más iluminadas y las zonas donde no se necesite este grado de detalle esté menos iluminado. Para saber cuanto hay que iluminar una zona según la actividad a realizar en ella se puede observar en la siguiente tabla, donde se muestra la iluminancia media en servicio (en luxes) recomendada.

Zonas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas de circulación, vestíbulos y pasillos	50	100	150
Escaleras, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Aparcamientos	100	150	200
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750

Una vez se sabe cual es la iluminancia requerida en cada zona se realiza un estudio lumínico mediante un programa informático para saber cuantas luminarias son necesarias, donde ubicarlas y cuales iluminan mejor esa zona en concreto. El programa utilizado en este proyecto es el “ilugram”, facilitado por la empresa ORNALUX S.A.; su funcionamiento es sencillo, tienes que introducir las medidas de la zona a realizar el estudio, algunos elementos (como mesas, sillas, etc.), si se desea y elegir las luminarias que quieres utilizar para realizar la iluminación de dicha zona, el programa realiza los cálculos y los representa en varios informes de salida donde se pueden observar los resultados y imprimirlos si se desea. En el presente proyecto se han realizado los estudios correspondientes ha cada dependencia del edificio, no de todas, sino una de cada tipo de zona, utilizando el mismo estudio para iluminar las zonas similares a esta. Para observar dichos estudios y el resumen de sus resultados, hay que mirar en el apartado de Estudios Lumínicos que se encuentra en el documento Anexos.

4.3.12.2 Elección de luminarias para la iluminación general

En la elección de luminarias para iluminar el edificio se ha tenido en cuenta la dependencia que se va a iluminar, su superficie y la altura a la que estará situada la luminaria. Ya que para iluminar zonas con cierta superficie y a una altura < 4 m se utilizan luminarias formadas por fluorescentes y para zonas de pequeña superficie se utilizan fluorescentes, luminaria empotradas e incandescentes.

En la iluminación de las diversas dependencias del edificio se han utilizado diferentes tipos de luminarias y lámparas, estas se detallan y describen a continuación. Estas luminarias y lámparas han sido obtenidas de un catálogo de ORNALUX S.A.

- Luminarias empotradas 2 x 18 W (referencia: WHDC-218PC) utilizadas en la iluminación de las viviendas y de los trasteros.
- Luminarias empotradas 1 x 18 W (referencia: WHDC-118PS) utilizadas en la iluminación de vestíbulos y rellanos.
- Luminarias empotradas 1 x 13 W (referencia: WE213O) utilizadas en la iluminación de cocinas y baños de las viviendas.
- Luminarias en pared 1 x 26 W (referencia: UP26T) utilizadas en la iluminación de de las escaleras.
- Lámpara exterior 1 x 25 W (referencia: UFT25) utilizada en iluminación de los balcones.
- Fluorescentes suspendidos 2 x 18 W (referencia: KLOT228) utilizados como iluminación permanente.
- Fluorescentes suspendidos estancos 1 x 58 W (referencia: OT158) utilizados en la iluminación de la sala de máquinas, ascensor e trasteros.
- Fluorescentes suspendidos estancos 2 x 58W (referencia: OT258) utilizados en la iluminación de los parkings.
- Lámpara incandescente 1 x 40 W utilizada en iluminación del hueco del ascensor.

4.3.12.3 Iluminación de emergencia

Este alumbrado de emergencia tendrá que cumplir en las condiciones especificadas, tanto a lo que se refiere a su funcionamiento como la iluminancia requerida según el tipo de alumbrado que se utilice y en este caso será:

- Alumbrado de seguridad, especificado como:
 - *Alumbrado de evacuación*
 - *Alumbrado ambiente o anti-pánico*
 - *Alumbrado de zonas de riesgo especial*

Dichas luminarias tendrán que ser alimentadas incluso cuando haya alguna avería en la instalación general o incluso en la de alimentación. Su funcionamiento tendrá que ser continuo las 24 horas del día. Conociendo todo esto se tendrá que escoger un sistema de alimentación que lo cumpla y que sea más adecuado a las condiciones establecidas según los posibles casos de emergencia a prever. Dichas luminarias cumplirán lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-28.

4.3.12.4 Elección de luminarias de emergencia

En la elección de luminarias de emergencia para iluminar el edificio se ha tenido en cuenta un catálogo de DAISALUX S.A., de donde se ha escogido la luminaria estándar para iluminar las salidas y cuadros eléctricos situados en el edificio como toda la señalización necesaria, para evacuar a las personas en caso de incendio. Dichas señales e luminarias son las siguientes:

- Lámpara de emergencia de **8 W**.

Ficha Técnica **NOVA 2N7**



Referencia:

NOVA 2N7

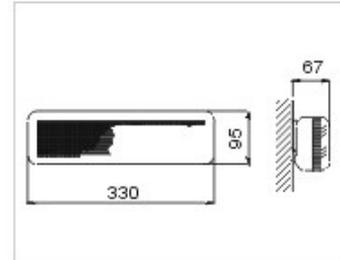
Cantidad:

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

- Funcionamiento: No permanente
- Autonomía (h): 2
- Formato: Nova
- Lámpara en emergencia: FL 8 W DLX
- Piloto testigo de carga: Led
- Lámpara en red: -
- Grado de protección: IP44 IK04
- Aislamiento eléctrico: Clase II
- Dispositivo verificación: No
- Puesta en reposo a distancia: Si



Nova

Acabados:

- Blanco Color carcasa
- Plano moleteado Difusor
- 230 V - 50 Hz Tensión alimentación
- Sin pulsador Pulsador

Accesorios:

Ver [accesorios](#) para este producto



Nova

- Rótulos de señalización.



Vir 195x320
Adosado Techo



Vir 195x320
Banderola Pared
Derecha



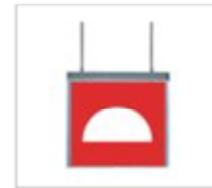
Vir 195x320
Banderola Pared
Izquierda



Vir 210x210
Banderola Pared
Dch.



Vir 210x210
Banderola Pared
Izq.



Vir 210x210
Suspendedo



Vir 195x320
Suspendedo

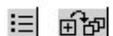


Vir 210x210
Adosado Pared



Vir 210x210
Adosado Techo

Ficha Técnica



Referencia:

VIR-T P (RT0900)

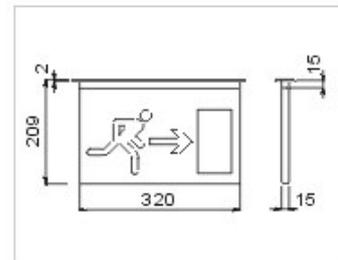
Cantidad:

Descripción:

Placa rectangular de 195x320 mm fabricada en metacrilato, que incluye un rótulo fresado adherido al dorso y un fino perfil decorativo de aluminio en la zona superior para una perfecta integración con el entorno. Sistema de ajuste adosado al techo. Se trata de los rótulos de metacrilato, con un módulo de iluminación permanente con baterías.

Características:

Funcionamiento: Permanentes
Autonomía (h): 1
Formato: Vir 195x320 Adosado Techo
Tensión de alimentación: 230 V
Fuente de luz: 32 Leds SMD blancos
Grado de protección: IP42 IK03



Vir 195x320 Adosado Techo

Acabados:

RT0900 (Texto: Salida)



Rótulo

4.3.13 Instalación de puesta a tierra

La puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, según indica la ITC-BT-18 del RBT.

4.3.13.1 *Electrodos*

La toma de tierra se realizará mediante la utilización de picas verticales de $\varnothing > 14$ mm (acero-cobre 250 μ) y 2 m de longitud. Se utilizarán 7 picas situadas cerca de la base de las columnas principales del "parking 1", estarán enterradas 0,8 m y unidas mediante un cable protegido contra la corrosión de 16 mm² de cobre (Cu).

4.3.13.2 *Conductor de puesta a tierra*

Es el cable que une los electrodos de puesta a tierra a la barra seccionadora del borne de tierra. Este cable tendrá una sección de 35 mm² i será de cobre (Cu).

4.3.13.3 *Borne de puesta a tierra*

El borne de puesta a tierra es el punto donde se deben conectar el conductor de protección, el conductor de puesta a tierra y los conductores de equipotencialidad. Este se situará en el armario de centralización de contadores a una altura mínima de 25 cm del suelo, en caja con barra seccionable homologada. Además, el borne permitirá la medida de la resistencia de la toma de tierra.

4.3.13.4 *Conductor de protección*

El conductor de protección tiene la función de unir eléctricamente las masas de la instalación al conductor de tierra o a otros elementos (al neutro de la red o a un relé de protección) con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección vendrá determinada por la siguiente tabla, representada como Tabla 18.2 del punto 3.4 de la ITC-BT-18 del RBT.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p (\text{mm}^2)$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación, serán de cobre con una sección mínima de 2,5 mm², ya que los conductores de protección instalados disponen de una protección mecánica.

4.3.13.5 Resistencia de puesta a tierra

El valor de la resistencia tiene que ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

La resistencia de puesta a tierra del edificio obtenida mediante la instalación de picas verticales enterradas en el “almacén general”, viene dada por la siguiente expresión:

$R = \left(\frac{\rho}{L} \right) [\Omega]$	R: Resistencia de puesta a tierra Ω
	ρ : Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot \text{m}$)
	L: Longitud de las picas (m)

Según el punto 10 de la ITC-BT-18, se considera el terreno donde se encuentra el edificio objeto del proyecto como un terreno con una naturaleza de pizarras,

por lo que se considera un terreno con una resistividad de 300 ($\Omega \cdot m$). Por lo que la resistencia de puesta a tierra obtenida es de: **21,4 Ω**

Obteniendo el valor de la resistencia podemos calcular cual será el valor de la tensión máxima de contacto que podrá producirse en tales condiciones de instalación, teniendo presente que las corrientes residuales podrán tomar un valor máximo de 300 mA, ya que es el valor más elevado de la sensibilidad de los interruptores diferenciales de la instalación objeto de proyecto. Por lo que la tensión máxima de contacto es de:

$$U_c = 0,3 \cdot 21,4 = 6,4V$$

4.3.14 Compensación de la energía reactiva

Teniendo en cuenta la potencia que consume el edificio se ha optado por la instalación de baterías de condensadores con el fin de compensar la potencia reactiva, ya que habrá contador de potencia activa y reactiva en el equipo de medida.

Para calcular la potencia de la batería de condensadores adecuada para la instalación del edificio, así como todas las explicaciones siguientes se han obtenido del manual práctico-teórico de Schneider.

4.3.14.1 Introducción

Todas las máquinas eléctricas (motores, transformadores...) se alimentan en corriente alterna, para dos formas de consumo:

- El que transforman en potencia activa, con las correspondientes pérdidas por efecto Joule (calentamiento).
- El correspondiente a la creación de los campos magnéticos, es el que denominamos reactiva.

La energía reactiva corresponde a la energía necesaria para crear los campos magnéticos propios de su función. Esta energía es suministrada por la red de alimentación o por los condensadores instalados para dicha función.

4.3.14.2 Definición del factor de potencia

El factor de potencia de una instalación es el cociente de la potencia activa P (W) consumida por la instalación, en relación a la potencia aparente S (VA) suministrada para esta potencia activa. Adquiere un valor entre 0 y 1.

El $\cos \varphi$ no tiene en cuenta la potencia propia de los armónicos.

Un factor de potencia próximo a 1 indica que la potencia absorbida de la red se transforma prácticamente en trabajo y pérdidas por calentamiento, optimizando el consumo.

El factor de potencia (F) es la proporción de potencia activa en la potencia aparente. Es tanto mejor cuando se acerca al valor de 1 (de 0 a 1).

$$F = P \text{ (kW)} / S \text{ (kVA)} = \cos \varphi$$

Donde:

P = potencia activa (W)

S = potencia aparente (VA)

F = factor de potencia ($\cos \varphi$)

Se utiliza en forma clásica, la siguiente representación:

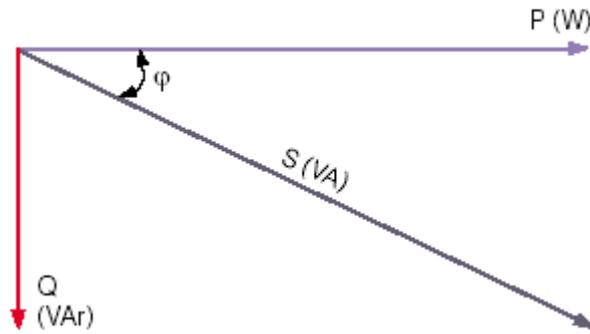


DIAGRAMA DE POTENCIAS

Es de suma importancia la mejora del factor de potencia ya que optimiza el dimensionado de la instalación, transformadores, paramenta, cables, etc. Además reduce las pérdidas de la línea y las caídas de tensión.

Un buen factor de potencia permite optimizar las características técnico-económicas relativas a una instalación, evitando el sobredimensionado de los elementos y optimizando su utilización.

4.3.14.3 Disminución de las pérdidas de los cables

La intensidad de circulación en un conductor y su naturaleza son factores directos en las pérdidas de un conductor; a igualdad de naturaleza la intensidad a circular será la determinante de las pérdidas.

La intensidad de alimentación de una carga, es la (I_t) intensidad total (aparente). A medida que reducimos el $\cos \alpha$, nos acercamos a la (I_a) intensidad activa, menor que (I_t); por tanto, la intensidad que circulará por el conductor será menor y sus pérdidas menores.

4.3.14.4 Disminución de la caída de tensión

La compensación del factor de potencia reduce las pérdidas en los conductores y consecuentemente disminuye la caída de tensión.

4.3.14.5 Compensación de la instalación objeto del proyecto

La compensación de la energía reactiva de la instalación del edificio, se realizará con baterías de condensadores con regulación automática.

La elección de instalar baterías de condensadores con regulación automática en vez de utilizar un sistema de compensación fijo es debido, a que la demanda de la potencia reactiva de la instalación del edificio es muy variable en el tiempo, por este motivo se ha optado por instalar un sistema capaz de seguir las fluctuaciones producidas en el consumo, debidas principalmente por la conexión o desconexión de maquinaria con un gran porcentaje de consumo respecto a la instalación.

Este tipo de equipamiento permite la adaptación automática de la potencia reactiva suministrada por los condensadores, en función de la potencia reactiva solicitada en cada momento para ajustar el sistema a un $\cos \phi$ prefijado.

4.3.14.6 Ventajas que presenta la batería escogida

Las baterías automáticas de condensadores están formadas por escalones de energía reactiva. El valor del $\cos \phi$ se detecta por medio de un regulador, que actúa automáticamente en la conexión y desconexión de los escalones de la batería, adaptando la potencia de la batería a las necesidades de la energía reactiva a compensar y ajustando el máximo posible al $\cos \phi$ medio deseado.

La batería automática permite la adaptación de la potencia de compensación a la potencia reactiva de la carga, evitando el envío de energía capacitiva a la red de suministro.

Un equipo de compensación automática está constituido por tres elementos principales:

- El regulador. Su función es medir el $\cos \phi$ de la instalación y dar las órdenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al $\cos \phi$ deseado, conectando los distintos escalones de potencia reactiva.

- Los contactores. Son los elementos encargados de conectar los distintos condensadores que configuran la batería. El número de escalones que es posible disponer en un equipo de compensación automático depende de las salidas que tenga el regulador.
- Los condensadores. Son los elementos que aportan la energía reactiva a la instalación.

Elementos externos de la batería de condensadores.

Para el funcionamiento de un equipo de compensación automático es necesaria la toma de datos de la instalación; son los elementos externos que permiten actuar correctamente al equipo:

- La lectura de intensidad. Se debe conectar un transformador de intensidad que lea el consumo de la totalidad de la instalación.

Por el primario de dicho transformador debe circular toda la potencia de la instalación, para su amperaje se considerará el valor del Interruptor General Automático (IGA).

- La lectura de tensión. Normalmente se incorpora en la propia batería, de manera que al efectuar la conexión de potencia de la misma ya se obtiene este valor.

Esta información de la instalación (tensión e intensidad) le permite al regulador efectuar, en todo momento, el cálculo del $\cos \varphi$ existente en la instalación y le capacita para tomar la decisión de conectar o desconectar escalones (grupos) de condensadores.

También es necesaria la alimentación a 230 V para el circuito de mando de la batería.

4.3.14.7 Tipo de compensación

Se ha optado por una compensación de tipo global, considerando y teniendo en cuenta los criterios técnico-económicos más apropiados para la presente instalación.

La determinación del tipo de compensación es debida a que la mayor parte del tiempo en la instalación del centro escolar existirá una carga estable y continua, siendo apropiada para este caso una compensación global.

La batería automática de condensadores se instalará en la cabecera de la instalación del edificio, por ello se prevé instalarla justo antes del CGD (Cuadro General de Distribución), asegurando de esta manera una compensación global de la instalación.

La determinación del nivel de compensación de la energía reactiva, así como la elección de la batería esta indicado en el apartado de cálculos de la presente memoria, igualmente se indicará en el presente apartado los valores más importantes para determinar el tipo de compensación necesaria para la instalación del edificio.

cos φ de la instalación	0,85
cos φ deseado para la instalación	0,98
Potencia de la batería	50,52 kVAr

Con los resultados obtenidos se ha optado por la instalación una batería automática de condensadores APCL2 de ABB de 50 kVAr, ya que es el valor normalizado más próximo a la potencia reactiva calculada.

5. INSTALACIONES DE FONTANERÍA

5.1 INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA SANITARIA

5.1.1 Aspectos generales

La instalación de AFS tiene la principal función de abastecer los puntos de consumo que hay en el edificio objeto del proyecto, con lo que el presente documento describirá dicha instalación, a la vez que se justificaran las opciones tomadas mediante los correspondientes cálculos y referencias de la normativa aplicada.

5.1.2 Compañía suministradora

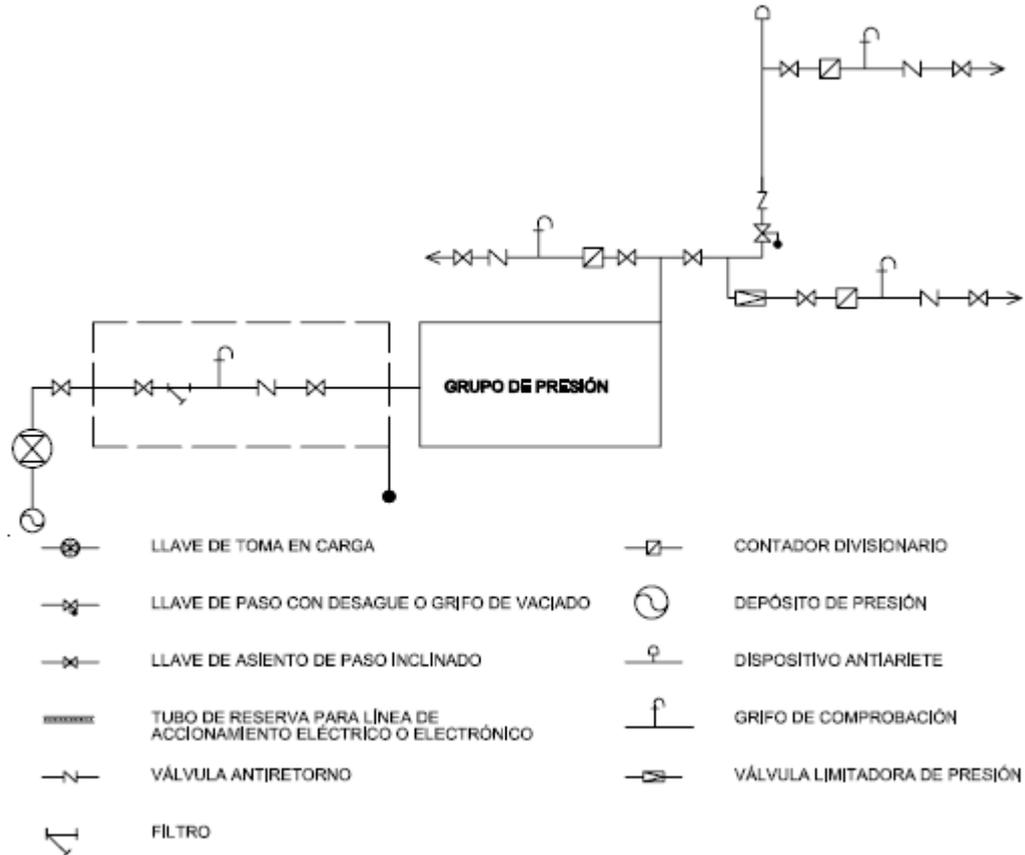
El abastecimiento de agua se realizará de la red de distribución de agua que posee la compañía SOREA en la zona urbana objeto del estudio.

5.1.3 Descripción de la instalación de AFS

La instalación de fontanería de agua fría del edificio empieza a partir de la acometida que proviene de la red de distribución y termina en una de las muchas líneas que alimentan cualquier punto de consumo del edificio. Esta instalación, a modo general, está formada por los siguientes elementos:

- Acometida.
- Instalación general
- Instalaciones particulares
- Derivaciones colectivas
- Sistemas de control y regulación de la presión

Según indica el Documento Básico de Salubridad (DB-HS) el esquema general tiene que ser uno de los dos que proponen, para este caso sería el esquema de red con contadores aislados, según la siguiente figura, aunque en el edificio los contadores estén juntos en el armario de contadores.



5.1.3.1 Calidad del agua

Dicha instalación tiene que permitir que el agua tenga una cierta calidad. Esto se consigue mediante una serie de condiciones que el Documento Básico HS Salubridad establece:

- Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:
 - para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero;
 - no deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua;
 - deben ser resistentes a la corrosión interior;
 - deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;

- no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;
 - deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;
 - deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
 - su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.
- Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.
 - La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

5.1.3.2 Protección contra retornos

En la instalación se tienen que poner unas válvulas antirretorno u otros sistemas, para proteger contra retornos los elementos o tramos de dicha instalación para cumplir lo mencionado según el Documento Básico HS Salubridad, que es:

- Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:
 - después de los contadores;
 - en la base de las ascendentes;
 - antes del equipo de tratamiento de agua;
 - en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
 - antes de los aparatos de refrigeración o climatización.
- Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.
- En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

- Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

5.1.3.3 Consumo de agua

Para determinar el consumo del edificio del presente proyecto se han tenido en cuenta los caudales mínimos de suministro que establece el Documento Básico HS Salubridad en la tabla 2.1, estos se pueden observar a continuación:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

A partir de estos valores y conociendo que aparatos receptores hay en cada vivienda y en el resto del edificio, se obtiene el caudal necesario para abastecer el edificio y así poder diseñar los elementos que configuran la instalación de AFS. En la siguiente tabla se puede observar los diferentes aparatos de consumo y sus correspondientes caudales, para determinar el caudal total del edificio.

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Consumo	Aparatos	Caudal (l/s)	Caudal T. (l/s)
Vivienda 1	Lavavajillas	0,2	1,3
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	Bidé	0,1	
	WC	0,1	
	Bañera	0,3	
Vivienda 2	Lavavajillas	0,2	1,3
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	Bidé	0,1	
	WC	0,1	
	Bañera	0,3	
Vivienda 3	Lavavajillas	0,2	1,1
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	WC	0,1	
	Ducha	0,2	
Vivienda 4	Lavavajillas	0,2	1,3
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	Bidé	0,1	
	WC	0,1	
	Bañera	0,3	
Vivienda 5	Lavavajillas	0,2	1,7
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	2 Lavabos	0,2	
	Bidé	0,1	
	2 WC	0,2	
	Bañera	0,3	
	Ducha	0,2	
Vivienda 6	Lavavajillas	0,2	1,3
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	Bidé	0,1	
	WC	0,1	
	Bañera	0,3	
Vivienda 7	Lavavajillas	0,2	1,1

	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	Lavabo	0,1	
	WC	0,1	
	Ducha	0,2	
Vivienda 8	Lavavajillas	0,2	1,7
	Lavadora	0,15	
	Acumulador	0,15	
	Fregadero	0,2	
	2 Lavabos	0,2	
	Bidé	0,1	
	2 WC	0,2	
	Bañera	0,3	
	Ducha	0,2	
Conjunto de Viviendas			1,92

Consumo	Aparatos	Caudal (l/s)	Caudal T. (l/s)
Servicios Generales	Grifo	0,2	0,85
	Captadores	0,3	
	Acumulador	0,35	

Caudal instantáneo mínimo que requiere el edificio		
Consumo	Caudal (l/s)	Caudal T. (l/s)
Viviendas	1,92	2,77
Servicios Generales	0,85	

Para obtener el caudal del conjunto de viviendas se han aplicado una serie de coeficientes de simultaneidad que se detallan a continuación.

En los bajantes comunes de viviendas del edificio, el máximo cabal simultáneo se obtiene de aplicar la siguiente fórmula:

$$Q = \sum Q_i \cdot K_{viv}$$

$\sum Q_i$: Es la suma de caudales instantáneos totales.

K_{viv} : Es el coeficiente de simultaneidad del conjunto de viviendas.

N_v : Número de viviendas.

$$K_{viv} = \frac{19 + N_v}{10(N_v + 1)}$$

Los ramales hacia cada vivienda se calcularán atendiendo a la simultaneidad que se pueda dar entre aparatos de consumo.

$$Q_s = \sum Q_i \cdot K_{ap}$$

K_{ap} : Coeficiente de simultaneidad entre los n aparatos.

$$K_{ap} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Así, aplicando estas fórmulas se ha obtenido el caudal instantáneo de 1,92 l/s. Para observar detalladamente los cálculos realizados se puede mirar el apartado correspondiente en los Anexos.

Además, se tendrán que cumplir los siguientes requisitos:

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - 100 kPa para grifos comunes;
 - 150 kPa para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

5.1.3.4 Acometida

Es la parte de la instalación que une la red pública con la instalación interior. Dispondrá como mínimo, de los elementos siguientes:

- una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;
- un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;
- una llave de corte en el exterior de la propiedad;

Para observar la ubicación y diseño de la acometida se puede observar el plano nº 8 ESQUEMA VERTICAL de la instalación de fontanería.

5.1.3.5 Instalación general

La instalación general es la que existe entre la acometida y las instalaciones interiores o particulares. Así dicha instalación deberá contener:

- Llave de corte general
- Filtro de la instalación general
- Armario o arqueta del contador general
- Tubo de alimentación
- Distribuidor principal
- Ascendentes o montantes
- Contadores divisionarios

5.1.3.5.1 Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su

manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Al disponer de armario de contadores, se alojará en su interior.

5.1.3.5.2 Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Esta se alojará en el interior del armario de contadores. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

5.1.3.5.3 Armario de la batería de contadores divisionarios

El armario de la batería de contadores, además de estos, tendrá espacio para instalar el equipo de presión, a la vez que un grifo y un desagüe directo a la alcantarilla suficientemente grande para evacuar cualquier fuga de agua.

La batería de contadores divisionarios, se instala al final de tubo de alimentación. Está formada por un conjunto de tubos horizontales y verticales que alimenta los contadores divisionarios, sirviendo de soporte a dichos aparatos y a sus llaves. Los tubos que integran la batería formaran circuitos cerrados, habiendo como máximo tres tubos horizontales.

Así, en el armario habrá los contadores destinados a los 8 apartamentos más el destinado para los servicios generales del edificio, con lo que se utilizará una batería de 3 filas y con 9 contadores, cuyas dimensiones serán 1050x616 mm (altura x anchura). Esta será de polipropileno ya que las derivaciones individuales o montantes son del mismo material.

El armario estará situado después de la puerta de acceso al hall, ya que según la normativa tiene que estar en zonas de uso común y lo más cerca posible de la red pública.

5.1.3.5.4 Tubo de alimentación

El tubo de alimentación es la tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal.

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

5.1.3.5.5 Distribuidor principal

Es la tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones.

El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.

5.1.3.5.6 Ascendentes o montantes

Las ascendentes o montantes son tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas. Estas van a discurrir por zonas de uso común del mismo edificio, más concretamente en un lateral de la pared de acceso al ascensor debajo de una canaladura embellecedora.

Los montantes de las ocho viviendas serán de polietileno con un diámetro de **32 mm** cada uno. Para observar detalladamente los cálculos de estos se puede observar el apartado correspondiente en los Anexos.

Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de

agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.

En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

5.1.3.5.7 Contadores divisionarios

Los contadores divisionarios son aparatos que miden los consumos particulares de cada abonado y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio. En general se instalarán sobre las baterías, ya que les sirve de apoyo y sustentación. Se situarán en el armario de contadores, después del contador general y las correspondientes llaves. Contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador.

Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

5.1.3.6 Instalaciones particulares

La instalación particular o interior es la parte de la instalación comprendida entre cada contador y los aparatos de consumo del abonado correspondiente. Es la red de tuberías, llaves y dispositivos que discurren por el interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta los correspondientes puntos de consumo.

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

- una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación; que permitirá el corte del suministro a toda ella.
- derivaciones particulares, tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace. Cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente.
- ramales de enlace; tramos que conectan la derivación particular con los distintos puntos de consumo.
- puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

Para el diseño de estas instalaciones se han tenido en cuenta 3 tramos para todas las viviendas, excepto de la vivienda 5 y la vivienda 8, que tienen 4 tramos. Los tramos son la derivación particular, el ramal de enlace correspondiente a la cocina, el ramal de enlace correspondiente al baño y para las viviendas 5 y 8 el ramal que sube al baño del ático.

En la siguiente tabla se puede observar los diámetros de las tuberías de polietileno escogidos para cada tramo de la vivienda.

	Tramo	DN (mm)
Vivienda 1	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 2	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 3	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	20
Vivienda 4	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 5	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	20
	R. baño ático	25
Vivienda 6	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 7	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	20
Vivienda 8	Derivación	32
	R. cocina	25
	R. baño	20
	R. baño ático	25

5.1.3.7 Derivaciones colectivas

Discurrirán por zonas comunes y en su diseño se aplicarán condiciones análogas a las de las instalaciones particulares.

Estas derivaciones en este edificio corresponden a las de los servicios comunes, que se componen por un grifo situado en el armario de contadores, una derivación para el llenado de los captadores solares y otra derivación para el llenado del acumulador.

En la siguiente tabla se pueden observar los diámetros de las tuberías de polietileno escogidos para cada tramo.

	Tramo	DN (mm)
Servicios Generales	Paneles	20
	Acumulador	20
	Grifo	16

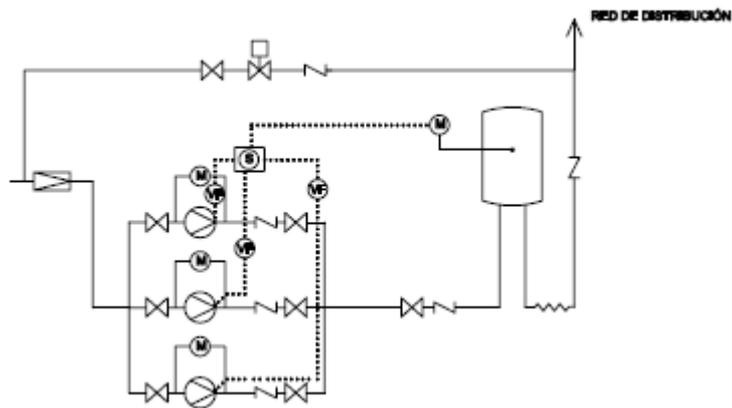
5.1.3.8 *Sistemas de control y regulación de la presión*

5.1.3.8.1 Sistemas de sobreelevación: grupos de presión

El sistema de sobreelevación debe diseñarse de tal manera que se pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

El grupo de presión será de accionamiento regulable, también llamado de caudal variable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible. Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión adecuada.

El esquema general de este grupo de presión sería el siguiente:



El grupo de presión constará de dos bombas conectadas en paralelo y se instalará en el armario de contadores, cuyas dimensiones serán suficientes para

realizar las operaciones de mantenimiento. Este será capaz de suministrar un caudal de **9,96 m³/h** a una presión de **713,72 kPa**.

5.1.3.8.2 Sistemas de reducción de la presión

Deben instalarse válvulas limitadoras de presión en el ramal o derivación pertinente para que no se supere la presión de servicio máxima establecida anteriormente.

Cuando se prevean incrementos significativos en la presión de red deben instalarse válvulas limitadoras de tal forma que no se supere la presión máxima de servicio en los puntos de utilización.

5.1.3.9 Separaciones respecto de otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

5.1.3.10 Uniones y juntas

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

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

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

5.1.3.11 Grapas y abrazaderas

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

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

5.1.3.12 Soportes

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

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

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

5.1.3.13 Protecciones

5.1.3.13.1 Protección contra la corrosión

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

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

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

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

5.1.3.13.2 Protección contra las condensaciones

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

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

5.1.3.13.3 Protección contra esfuerzos mecánicos

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

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

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

5.1.3.13.4 Protección contra ruidos

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

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

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

5.2 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

5.2.1 Aspectos generales

La instalación de ACS tiene la principal función de abastecer los puntos de consumo que hay en el edificio objeto del proyecto, con lo que el presente documento describirá dicha instalación, a la vez que se justificaran las opciones tomadas mediante los correspondientes cálculos y referencias de la normativa aplicada.

5.2.2 Descripción de la instalación de ACS

La instalación de fontanería de agua caliente del edificio empieza a partir del acumulador central y termina en una de las diferentes líneas que alimentan cualquier de los puntos de consumo situados en las viviendas del edificio. Esta instalación, a modo general, está formada por los siguientes elementos:

- Circuitos de impulsión y retorno
- Interacumuladores
- Instalaciones particulares

5.2.2.1 Consumo de agua

Para determinar el consumo de ACS del edificio del presente proyecto se han tenido en cuenta los caudales mínimos de suministro que establece el Documento Básico HS Salubridad en la tabla 2.1, estos se pueden observar a continuación:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

A partir de estos valores y conociendo que aparatos receptores hay en cada vivienda, se obtiene el caudal necesario para abastecer el edificio y así poder diseñar los elementos que configuran la instalación de ACS. En la siguiente tabla se puede observar los diferentes aparatos de consumo y sus correspondientes caudales, para determinar el caudal total del edificio.

Consumo	Aparatos	Caudal (l/s)	Caudal T. (l/s)
Vivienda 1	Fregadero	0,1	0,43
	Lavabo	0,065	
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
Vivienda 2	Fregadero	0,1	0,43
	Lavabo	0,065	
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
Vivienda 3	Fregadero	0,1	0,265
	Lavabo	0,065	
	Ducha	0,1	
Vivienda 4	Fregadero	0,1	0,43
	Lavabo	0,065	
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
Vivienda 5	Fregadero	0,1	0,465
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
	Ducha	0,1	
Vivienda 6	Fregadero	0,1	0,43
	Lavabo	0,065	
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
Vivienda 7	Fregadero	0,1	0,265
	Lavabo	0,065	
	Ducha	0,1	
Vivienda 8	Fregadero	0,1	0,465
	Bidé	0,065	
	Bañera	0,2	
	Ducha	0,1	
Caudal instantáneo mínimo que requiere el conjunto de viviendas			0,499

Para obtener el caudal del conjunto de viviendas se han aplicado una serie de coeficientes de simultaneidad que se detallan a continuación.

En los bajantes comunes de viviendas del edificio, el máximo cabal simultáneo se obtiene de aplicar la siguiente fórmula:

$$Q = \sum Qi \cdot Kviv$$

$\sum Q_i$: Es la suma de caudales instantáneos totales.

K_{viv} : Es el coeficiente de simultaneidad del conjunto de viviendas.

N_v : Número de viviendas.

$$K_{viv} = \frac{19 + N_v}{10(N_v + 1)}$$

Los ramales hacia cada vivienda se calcularán atendiendo a la simultaneidad que se pueda dar entre aparatos de consumo.

$$Q_s = \sum Q_i \cdot K_{ap}$$

K_{ap} : Coeficiente de simultaneidad entre los n aparatos.

$$K_{ap} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Así, aplicando estas fórmulas se ha obtenido el caudal instantáneo mínimo es de 0,44 l/s. Para observar detalladamente los cálculos realizados se puede mirar el apartado correspondiente en los Anexos.

Además, se tendrán que cumplir los siguientes requisitos:

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - 100 kPa para grifos comunes;
 - 150 kPa para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

- La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

5.2.2.2 Circuitos de impulsión y retorno

Los circuitos de impulsión y retorno son los circuitos que van desde el acumulador central hasta cada uno de los interacumuladores de las viviendas, teniendo así los diferentes ramales para poderlos abastecer a todos de la mejor forma posible.

5.2.2.2.1 Diseño

Para realizar el diseño y dimensionado de las tuberías que forman parte de estos circuitos se tiene en cuenta el Documento Básico HS Salubridad, que establece:

- En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.
- En los edificios en los que sea de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.
- Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.
- La red de retorno se compondrá de:
 - un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión;

- columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador.
- Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.
- En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.
- Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”, funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría.
- Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:
 - en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción;
 - en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.
- El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

Una vez aplicado los puntos anteriores se obtiene que los circuitos primario y secundario tienen las mismas características, habiendo utilizado dos montantes (uno de impulsión y otro de retorno) para distribuir la ACS hacia cada vivienda y dos colectores de retorno, ya que al haber 4 viviendas en cada planta habrá un colector por planta.

Las tuberías utilizadas son de cobre y las dimensiones de cada tramo se pueden observar en la siguiente tabla, donde hay los diámetros nominales.

Tramo	DN (mm)
A-B	35
B-C	26
B-1	16
B-2	16
B-3	16
B-4	16
C-5	16
C-6	16
C-7	16
C-8	16

Descripción de los tramos:

- Tramo A-B: tramo de tubería que va desde el acumulador central hasta la derivación que va hacia las viviendas de la 1ª planta.
- Tramo B-C: tramo de tubería que va desde la derivación de la 1ª planta hasta la derivación que va hacia las viviendas de la 2ª planta.
- Tramo B-i: tramo de tubería que va desde la derivación de la 1ª planta hasta la derivación de la vivienda i, siendo i = 1, 2, 3 y 4.
- Tramo C-i: tramo de tubería que va desde la derivación de la 2ª planta hasta la derivación de la vivienda i, siendo i = 5, 6, 7 y 8.

5.2.2.2 Regulación y control

Según el Documento Básico HS Salubridad en las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

La bomba del circuito de distribución del acumulador central con los interacumuladores individuales se regulará mediante un termostato diferencial, con la sonda caliente situada en la parte superior del acumulador central y la

sonda fría instalada en la canalización de retorno de los interacumuladores. La puesta en marcha de la bomba se producirá cuando la diferencia de temperaturas sea superior a unos 6 °C y se detendrá cuando esta diferencia sea inferior a 2 °C. Así, cuando la bomba este en funcionamiento habrá transferencia de calor entre el agua del acumulador central y la del interacumulador individual, y cuando este parada no.

5.2.2.2.3 Aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la impulsión como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE. Este establece:

- Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura mayor de 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas y falsos techos.
- En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.
- Para el cálculo del espesor mínimo se podrá utilizar el procedimiento simplificado, que establece los espesores mínimos de aislamiento térmico, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con una conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K).
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como redes de agua caliente sanitaria, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.

Una vez aplicadas las premisas del RITE y observando la siguiente tabla que establece los espesores mínimos para las tuberías que transportan fluidos calientes y que discurren por el interior de edificios, se obtiene el espesor mínimo.

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

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

El espesor mínimo para todos los tramos de tuberías será el mismo, ya que tienen diámetros iguales o menores que 35 mm. Así el espesor mínimo a colocar en las tuberías y accesorios correspondientes será de **30 mm**.

5.2.2.2.4 Dilatadores

En los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

5.2.2.2.5 Bomba

La bomba necesaria para impulsar el fluido a través del circuito tendrá que ser una bomba que pueda suministrar un caudal de **3200 l/h** y de una presión superior a la pérdida de carga que es de **22,75 m.c.a.**

5.2.2.2.6 Vaso de expansión

En el circuito de retorno se instalará un vaso de expansión para proteger la instalación contra las contracciones o dilataciones del fluido al enfriarse o calentarse. El volumen del vaso de expansión se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$V_{VE} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

Donde:

- V: volumen de fluido caloportador en todo el circuito (impulsión y retorno).
- ε : el incremento de volumen del fluido caloportador desde 4 °C hasta la temperatura máxima alcanzable por los captadores ~ 0,08
- Pf: la presión absoluta final del vaso de expansión (kg/cm2) = 4
- Pi: la presión absoluta inicial del vaso de expansión (kg/cm2) = 1,5

Así, el volumen calculado del vaso de expansión es 9,02 l y el volumen comercial escogido es de **12 l**. Para observar los cálculos realizados mirar en los Anexos.

5.2.2.3 Interacumuladores

Los interacumuladores son los dispositivos encargados de acumular agua caliente para el consumo individual de cada una de las viviendas del edificio. Estos intercambian el calor procedente del intercambiador y así mantienen el agua a la temperatura de servicio, si el agua no está suficientemente caliente este incorpora una resistencia eléctrica en su interior, utilizando el Efecto Joule para aportar el calor necesario para que el agua esté a la temperatura establecida, para distribuirla por la red interior de cada vivienda.

Los interacumuladores escogidos para cada vivienda son de **100 l**. Estos son de la empresa PROMASOL del modelo MOD. CC/TAFT, con una potencia eléctrica de 1,2 kW.

5.2.2.4 Instalaciones particulares

La instalación particular o interior es la parte de la instalación comprendida entre cada interacumulador y los aparatos de consumo de cada vivienda. Es la red de tuberías, llaves y dispositivos que discurren por el interior de la propiedad particular.

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

- una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación; que permitirá el corte del suministro a toda ella. En este caso después del interacumulador y a su lado.
- derivaciones particulares, tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace. Cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte.
- ramales de enlace; tramos que conectan la derivación particular con los distintos puntos de consumo.
- puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

Para el diseño de estas instalaciones se han tenido en cuenta 2 tramos para todas las viviendas, excepto de la vivienda 5 y la vivienda 8, que tienen 3 tramos. Los tramos son la derivación particular, el ramal de enlace correspondiente a la cocina, el ramal de enlace correspondiente al baño y para las viviendas 5 y 8 el ramal que sube al baño del ático.

En la siguiente tabla se puede observar los diámetros de las tuberías de polietileno escogidos para cada tramo de la vivienda. Para realizar los cálculos se han tenido las mismas consideraciones que para las tuberías de AFS.

	Tramo	DN (mm)
Vivienda 1	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 2	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 3	R. cocina	25
	R. baño	20
Vivienda 4	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 5	R. cocina	25
	R. baño	20
	R. baño ático	25
Vivienda 6	R. cocina	25
	R. baño	25
Vivienda 7	R. cocina	25
	R. baño	20
Vivienda 8	R. cocina	25
	R. baño	20
	R. baño ático	25

5.2.2.5 Uniones y juntas

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

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

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe

soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

5.2.2.6 Grapas y abrazaderas

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

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

5.2.2.7 Soportes

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

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos. La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

5.2.2.8 Protecciones

5.2.2.8.1 Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e

instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

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

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

5.2.2.8.2 Protección contra esfuerzos mecánicos

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

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

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el

funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

5.2.2.8.3 Protección contra ruidos

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

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

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

5.2.2.9 Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir, cuando sea de aplicación, el Real Decreto 865/2003, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

6. INSTALACIÓN SOLAR

6.1.1 Aspectos generales

La instalación solar tiene la principal función de captar la energía solar térmica para la generación de ACS para los puntos de consumo que hay en el edificio objeto del proyecto, con lo que el presente documento describirá dicha instalación, a la vez que se justificaran las opciones tomadas mediante los correspondientes cálculos y referencias de la normativa aplicada.

6.1.2 Descripción de la instalación solar

La instalación solar del edificio empieza a partir de la captación de la energía solar térmica mediante captadores solares térmicos y termina en el acumulador central del edificio. El tipo de instalación que se ha escogido para este edificio es de acumulación solar mixta, es decir, hay un acumulador central que acumula el calor absorbido por los captadores y este lo intercambia con los interacumuladores (apoyo distribuido) que hay en cada una de las viviendas.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

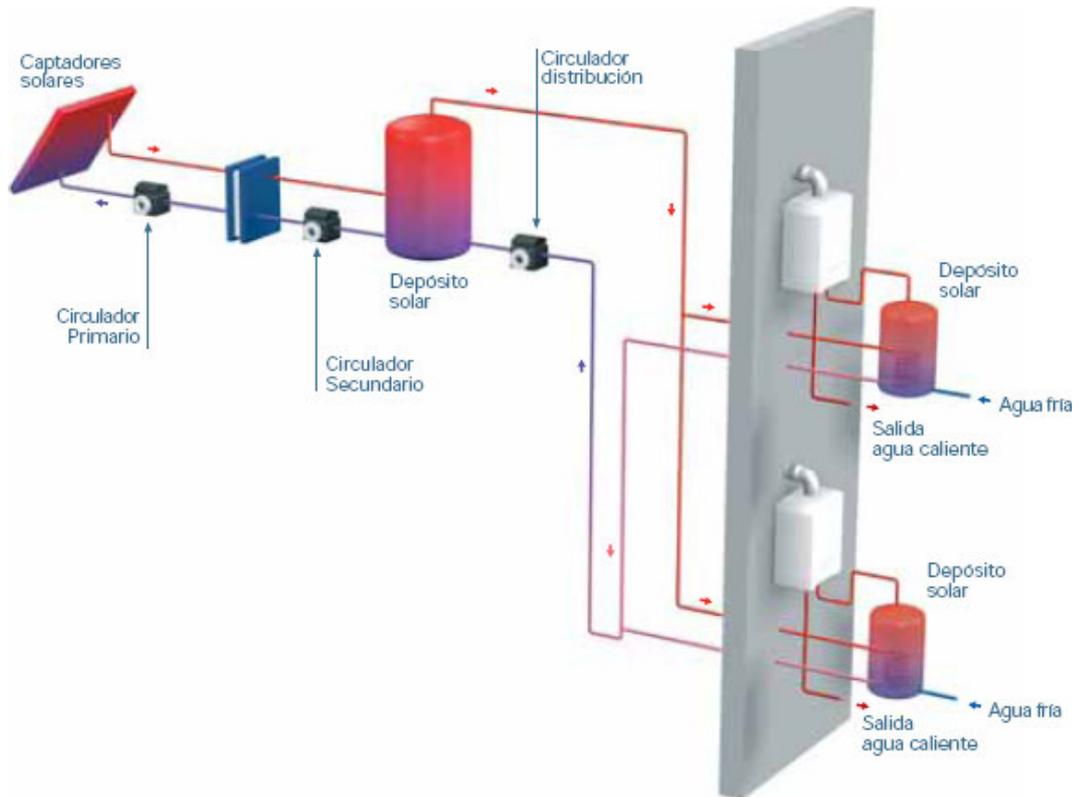
- un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos;
- un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso;
- un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación;
- un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume;

- sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc;
- adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

Esta instalación, a modo general, está formada por los siguientes sistemas o elementos:

- Captadores solares
- Circuito primario
- Intercambiador
- Circuito secundario
- Acumulador
- Bombas de recirculación

El esquema aproximado de esta instalación se puede observar en la siguiente imagen, donde se ven las principales partes que la componen. En este proyecto en vez de haber calderas de gas, el depósito acumulador incorpora una resistencia interna para calentar el agua por efecto Joule, cuando sea conveniente, así al conjunto se le llama interacumulador.



6.1.2.1 Diseño

Se establecerá un método de cálculo, especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- la demanda de energía térmica;
- la energía solar térmica aportada;
- las fracciones solares mensuales y anual;
- el rendimiento medio anual.

Se deberá comprobar si existe algún mes del año en el cual la energía producida teóricamente por la instalación solar supera la demanda correspondiente a la ocupación real o algún otro periodo de tiempo en el cual puedan darse las condiciones de sobrecalentamiento, tomándose en estos casos las medidas de protección de la instalación correspondientes. Durante ese periodo de tiempo se

intensificarán los trabajos de vigilancia para mantener un buen mantenimiento. En una instalación de energía solar, el rendimiento del captador, independientemente de la aplicación y la tecnología usada, debe ser siempre igual o superior al 40%. Adicionalmente se deberá cumplir que el rendimiento medio dentro del periodo al año en el que se utilice la instalación, deberá ser mayor que el 20 %.

6.1.2.2 Cálculo de la demanda energética

La demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria viene dada por el volumen de consumo diario y las temperaturas de preparación y de agua fría. Para obtener el volumen mínimo de consumo diario se recurre a la tabla 3.1 del Documento Básico HE Ahorro de Energía (DB-HE 4.3), donde se expresan los volúmenes unitarios a una temperatura de referencia de **60 °C**. Para el caso de las viviendas multifamiliares debe considerarse un consumo de 22 l/día·pers. El número de personas a considerar en el edificio depende del número de dormitorios que hay en cada vivienda, considerando los valores que asigna el DB- HE 4.3 se obtiene que en el edificio hay 20 personas. Así, el consumo diario es de unos **440 l/día**.

Como datos de temperatura del agua de red en Gerona se tomarán los procedentes de CENSOLAR, recogidos en Instalaciones de Energía Solar Térmica, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3

Para obtener la demanda energética de cada mes se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_a = 1,163 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{día} \cdot N \cdot (T_{ac} - T_r)$$
 mientras que para obtener la del año entero, hay que sumar las respectivas a los 12 meses. Teniendo en cuenta los datos anteriores, la demanda energética para el edificio es de **9287,66 kWh/año**.

6.1.2.3 Contribución solar mínima

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía (DB-HE 4.2), se establece la contribución solar mínima anual, que es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. Se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual, considerándose que es el caso de efecto Joule, es decir, suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

La zona climática de Palafrugell (situación del edificio objeto del proyecto) se considera que es similar a la de Gerona, esta zona corresponde a la zona climática III y atendiendo que la demanda se encuentra entre los valores de 50 y 1000 l/día, la contribución solar mínima anual será del **70%**.

Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a)** dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);
- b)** tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);
- c)** vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de

características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;

- d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

En el caso de optarse por las soluciones b) y c), dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones se realizarán una antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante se recomiendan estas soluciones solo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo.

Cuando la instalación tenga uso de residencial vivienda y no sea posible la solución d) se recomienda la solución a).

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- demanda constante anual: la latitud geográfica;
- demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °;
- demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

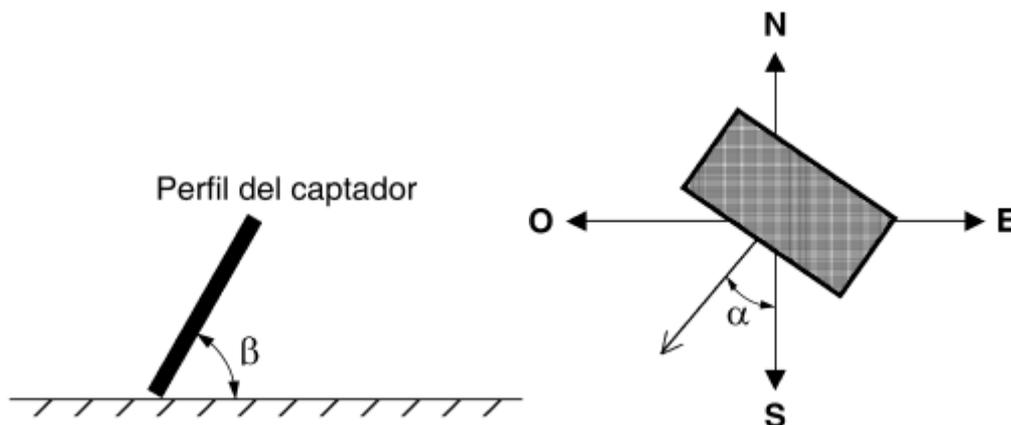
6.1.2.4 Captadores solares

Los captadores solares forman el sistema de captación, que es el encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.

Para determinar cual será el número de captadores a instalar se realizarán los cálculos basados en el método F-Chart. Así, en función de las temperaturas del agua de red, la del ambiente, la de servicio y la radiación solar e fracción solar anual se escogerá un número de captadores, que satisfagan los criterios mínimos según un tipo de instalación que favorezca la captación solar. Este método de cálculo se puede observar en los Anexos.

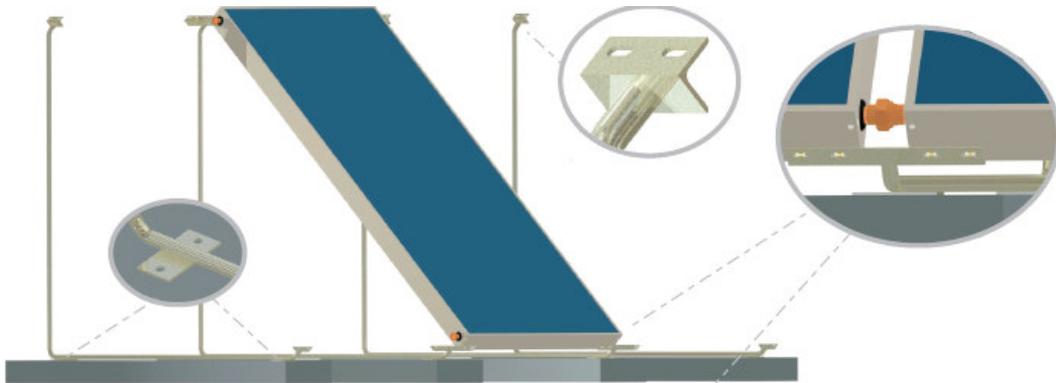
6.1.2.4.1 Orientación e inclinación

Para establecer en que orientación e inclinación se deben instalar los captadores hay dos parámetros básicos, el ángulo de inclinación, β y el ángulo de azimut, α .



El ángulo de inclinación se define como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal. Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales. Para satisfacer una demanda constante anual, β =la latitud geográfica, es decir para este proyecto tendría que ser $\beta=42^\circ$. Aunque según el fabricante de captadores escogido, solo fabrican 3 tipos de estructuras para soportar los captadores, las hay a 0° a 20° o a 45° . El tejado al estar inclinado con una pendiente de 15° aproximadamente, se ha escogido una estructura de 20° , así que los captadores tendrán una inclinación $\beta=35^\circ$.

Para tener una idea de cómo son estos soportes en la siguiente imagen se pueden apreciar los detalles que facilita el fabricante PROMASOL.



El ángulo de azimut se define como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para captadores orientados al Sur, -90° para captadores orientados al Este y $+90^\circ$ para captadores orientados al Oeste. En este caso $\alpha=0^\circ$.

Para comprobar que la inclinación escogida cumple con las pérdidas máximas para la orientación e inclinación máximas, se sigue lo establecido en el Anexo V: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del PCT de CENSOLAR e IDAE. Según este, sabiendo que las pérdidas máximas son de un 10%, se escoge la región exterior comprendida entre 90% i 95%, obteniendo que la inclinación máximas = 60° y la inclinación mínima = 7° , estando referenciado estas regiones sobre un ángulo óptimo de 41° . Realizando la corrección debida a la latitud se obtiene que la inclinación máxima = 61° y la inclinación mínima = 8° , por lo tanto, $\beta=35^\circ$ está dentro de estos límites y no se superan las pérdidas máximas.

6.1.2.4.2 Número de captadores

Para determinar el número de captadores a colocar se utiliza una hoja de cálculo que mediante el método F-Chart calcula la fracción solar anual. Se va suponiendo números de captadores, hasta que la fracción solar anual obtenida está por encima de la fracción solar mínima. Así según las características del captador solar escogido y la radiación incidente según la zona climática hacen que haya que instalar un número u otro de captadores para poder tener un aprovechamiento rentable de la instalación solar.

En el presente proyecto, se ha escogido un captador solar vertical de la empresa PROMASOL. Dicho captador tiene las siguientes características:

características técnicas generales	
Area Útil	1,88m ²
Posición de Trabajo	Vertical
Laboratorio ensayo	
Curva eficiencia En12975	η_0 : 0,801 K1:3,503 K2:0,026
Garantía	8 años
Caja	
Material	Aluminio anodizado
Dimensiones	2.000 x 1.000 x 88
Aislamiento	
Aislamiento fondo	Lana de roca de 40 m.m.
Aislamiento lateral	Lana de roca de 20 m.m.

Captador solar	
Recubrimiento	Óxido de Titanio
Material	Lámina de cobre 0,2 m.m. de espesor
Soldadura	Fuerte , estaño - plata
Construcción	Lámina de cobre termosoldada a la parrilla

El diagrama ilustra un captador solar con un tubo horizontal que contiene dos cámaras circulares. Rayos de luz solar inciden desde arriba sobre las cámaras. Se indican 'Lámina de cobre' y 'Tubería de cobre 12 x 0,75'.

Capacidad	2,4 Litros
Presión max. De trabajo	10 Kg/cm ²
Presión max. De prueba	18 Kg/cm ²
Caudal recomendado	40 a 150 L./m ² h.
Temp. Lim. De Funcionam.	200°
Conexiones	Unión cónica de 1°

Cubierta de vidrio	
Tipo	Solar templado bajo contenido ferroso
Espesol	4 m.m.

El número de captadores de esta instalación solar es de **6 captadores**, obteniendo una fracción solar anual del **87,32%**.

6.1.2.4.3 Separación de elementos que puedan producir sombras

Para determinar que separación hay que dejar respecto los elementos que puedan producir sombras sobre los captadores se sigue lo establecido según el PCT del IDAE.

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

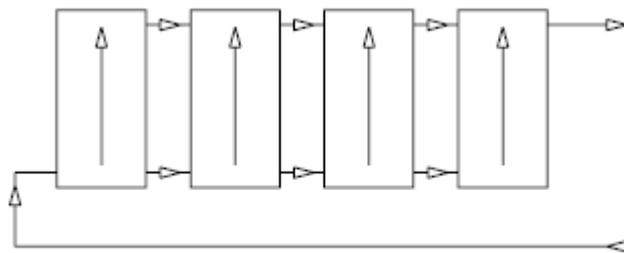
$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$, donde $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k . Sabiendo que la altura del murete lateral del edificio es de 0,5 m, se obtiene la distancia:

$$d = \frac{0,5}{\tan (61^\circ - 42)} = \frac{0,5}{0,344} = 1,45m$$

6.1.2.4.4 Conexionado

Los 6 captadores estarán uno al lado de otro y conectados en paralelo, teniendo la tubería de retorno (entrada) conectada por la parte inferior de los colectores y la tubería de impulsión (salida) conectada por la parte superior de los colectores.

Para observar este conexionado se puede observar el siguiente esquema.



Se instalará una válvula de esfera en el circuito de impulsión y otra en el de retorno cerca de los colectores, para poder cortar el suministro si hay que realizar alguna acción de mantenimiento o reparación.

6.1.2.5 Circuito primario

El circuito primario para el tipo de instalación escogida (mixta) va desde los captadores solares hasta el intercambiador del acumulador central. Este lo componen el conducto de impulsión y el de retorno.

6.1.2.5.1 Fluido caloportador

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes; fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

- la salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- el contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico;
- el límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

6.1.2.5.2 Caudal

El caudal a circular por el circuito primario será el recomendado a circular por los captadores, por lo tanto, según las características del captador, se escoge un valor medio de 100 l/m²·h. Conociendo la superficie útil de los 6 captadores, se obtiene un caudal de **1128 l/h**.

6.1.2.5.3 Tuberías

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El circuito primario estará compuesto por dos tuberías (impulsión y retorno) que serán de cobre. Para determinar el diámetro se ha realizado el mismo cálculo que para las tuberías de AFS y ACS, obteniéndose un valor de **26 mm**. Los cálculos se pueden observar en el apartado correspondiente en los Anexos.

Estas tuberías y los accesorios correspondientes estarán aisladas según lo establecido por el RITE con una espuma elastomérica de espuma cerrada suministrada en coquillas de 30 mm. El aislamiento de todo el circuito primario se protegerá exteriormente con una cubierta de chapa de aluminio.

6.1.2.5.4 Bomba

La bomba necesaria para impulsar el fluido a través del circuito tendrá que ser una bomba que pueda suministrar un caudal de **1128 l/h** y de una presión superior a la pérdida de carga que es de **2,48 m.c.a.**

6.1.2.5.5 Vaso de expansión

En el circuito primario se instalará un vaso de expansión para proteger la instalación contra las contracciones o dilataciones del fluido al enfriarse o calentarse. El volumen del vaso de expansión se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$V_{VE} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

Donde:

- V: volumen de fluido caloportador en todo el circuito (impulsión y retorno).
- ε : el incremento de volumen del fluido caloportador desde 4 °C hasta la temperatura máxima alcanzable por los captadores ~ 0,08
- Pf: la presión absoluta final del vaso de expansión (kg/cm2) = 4
- Pi: la presión absoluta inicial del vaso de expansión (kg/cm2) = 1,5

Así, el volumen calculado del vaso de expansión es 5,00 l y el volumen comercial escogido es de **8 l**. Para observar los cálculos realizados mirar en el apartado correspondiente en los Anexos.

6.1.2.5.6 Purga de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

6.1.2.5.7 Otros elementos

El circuito primario deberá contar con una válvula de seguridad con descarga conducida a desagüe. La presión de tarado será de 3 kg/cm². Junto a la válvula de seguridad se instalará un manómetro que permita verificar la presión del circuito.

Además, se instalará una válvula antiretorno de claveta en la impulsión de la bomba de circulación, para evitar la eventual circulación inversa durante la noche.

En el circuito se deberá prever una conexión para el llenado y la eventual reposición del fluido caloportador. Esta conexión está descrita en el apartado de Instalación de AFS.

6.1.2.6 Intercambiador

El intercambiador es el elemento encargado de realizar la transferencia de calor del fluido caliente al fluido frío. En este caso, el circuito primario y secundario pasan por el intercambiador, haciendo que la temperatura que tiene el agua del acumulador central (circuito secundario) se caliente debido al intercambio de calor procedente del circuito primario (captadores solares). Así el agua del acumulador se mantiene caliente para tener una temperatura elevada para poder calentar el agua que está en el interior de los interacumuladores de cada vivienda.

El intercambiador de este tipo de instalaciones suele ser un intercambiador soldado de chapas, ya que tiene buen rendimiento, es pequeño y seguro.

Este intercambiador tendrá que ser de una potencia aproximada a 7,896 kW. Este cálculo se realiza a partir de las características de los captadores solares, ya que el captador tiene asociada una potencia térmica en función de su área,

así se tiene que:

$$6_{\text{captadores}} \cdot 1,88 \frac{m^2}{\text{captador}} \cdot 0,7 \frac{kW}{m^2} = 7,896 kW$$

6.1.2.7 Circuito secundario

En el tipo de instalación del presente proyecto (mixta), el circuito secundario está comprendido entre el intercambiador de placas y el acumulador central.

6.1.2.7.1 Fluido caloportador

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito secundario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes; fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

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

6.1.2.7.2 Caudal

El caudal a circular por el circuito secundario será el mismo que en el circuito primario, teniendo un caudal de **1128 l/h**.

6.1.2.7.3 Tuberías

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El circuito secundario estará compuesto por dos tuberías (impulsión y retorno) que serán de cobre. Para determinar el diámetro se ha realizado el mismo cálculo que para las tuberías de AFS y ACS, obteniéndose un valor de **26 mm**. Los cálculos se pueden observar en el apartado correspondiente en los Anexos.

Estas tuberías y los accesorios correspondientes estarán aisladas según lo establecido por el RITE con una espuma elastomérica de espuma cerrada suministrada en coquillas de 30 mm. El aislamiento de todo el circuito primario se protegerá exteriormente con una cubierta de chapa de aluminio.

6.1.2.7.4 Bomba

La bomba necesaria para impulsar el fluido a través del circuito tendrá que ser una bomba que pueda suministrar un caudal de **1128 l/h** y de una presión superior a la pérdida de carga que es de **1,85 m.c.a.**

6.1.2.8 *Acumulador solar central*

El acumulador es el elemento encargado de acumular la energía calorífica captada por los captadores solares durante el día y así poder suministrar el consumo de ACS cuando los usuarios lo necesiten.

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía, se establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A: la suma de las áreas de los captadores [m²];
- V: el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores. El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo ó en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

El acumulador escogido es un acumulador de **2000 l** de capacidad, este cumple

con la condición antes nombrada. $\frac{V}{A} = \frac{2000}{12,01} = 166,5$

El modelo escogido es de la empresa PROMASOL del modelo MOD. CA/TA L.

6.1.2.9 Regulación y control

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y

control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas etc.

En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.

6.1.2.10 Protección contra heladas

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que diferente a la mezcla anticongelante que se ha descrito, alcanzando los mismos niveles de protección, y que pueden ser recirculación de agua de los circuitos y drenaje automático con recuperación de fluido.

6.1.2.11 Protección contra sobrecalentamientos

Se debe dotar a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios

contra la legionella. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

6.1.2.12 Protección contra quemaduras

En sistemas de ACS, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

6.1.2.13 Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir, cuando sea de aplicación, el Real Decreto 865/2003, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

7. INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS

La instalación de extinción y prevención de incendios cumplirá con los requisitos establecidos en el (DB-SI) Documento Básico de SI. Seguridad en caso de incendio, correspondiente al Código Técnico de la Edificación (CTE). Dicha normativa se aplicará a todo el edificio, aunque al tratarse de un edificio destinado a viviendas, solo se tendrán en cuenta en este estudio los dos parkings situados en la planta baja.

El Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

Las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI) son las siguientes:

- El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados de este documento.
- El Documento Básico DB-SI, especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad, propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Para ver como se realizará la instalación de extinción y previsión contra incendios se pueden observar los puntos que se describen a continuación en el plano de CONTRA INCENDIOS, nº 18.

7.1 SITUACIÓN RELATIVA DEL EDIFICIO Y ACCESIBILIDAD

El edificio se encuentra en una zona urbana de Palafrugell, Gerona. Tiene dos fachadas que dan a la vía pública.

Esta edificación es perfectamente accesible por los equipos de intervención de bomberos, según la sección SI 5 (Intervención de los bomberos) debido a que el ancho de las calles desde las que se acceden a las fachadas accesibles desde las vías públicas al edificio, son superiores a 3,5 m y que hay ventanas lo suficientemente grandes como para acceder a las plantas desde la calle en caso de emergencia.

Se estima el tiempo de llegada de los bomberos en 5 minutos, pues el parque de bomberos más cercano se encuentra a una distancia inferior a 2 km.

7.2 COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Según la sección SI 1 (Propagación Interior), en la tabla 1.1 se definen las condiciones de compartimentación en sectores de incendio, de la cual obtenemos:

- El uso del aparcamiento, se tiene que considerar como un sector de incendio separado del resto, debido a que el aparcamiento está situado en un edificio con otros usos y la superficie es $< 100 \text{ m}^2$. El parking 1 será un sector de incendio delimitado por las paredes y el techo que lo separan del resto del edificio, igual que el parking 2 que está delimitado por las paredes y techo que lo separan de los trasteros y otros espacios.

Los sectores de incendio nombrados son de riesgo bajo según queda establecido en la tabla 2.1 correspondiente al punto 2 del SI 1.

7.3 SECTORIZACIÓN DEL EDIFICIO

Los sectores establecidos en el edificio quedan descritos en la siguiente tabla.

Sector	Zonas	Superficie (m ²)
1	Parking 1	37,11
2	Parking 2	89,87

7.4 RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Toda la compartimentación realizada en el edificio mediante los sectores de incendio están clasificados como sectores de riesgo bajo, ya sea por la actividad que se desarrolla en ese sector o por la superficie que constituye el mismo. Atendiendo a esta clasificación se establece la resistencia al fuego de los elementos constructivos de cada sector como son las paredes, las puertas, el suelo y el techo.

Según lo indicado en la Tabla 1.2 correspondiente al punto 1 del SI 1, se obtiene la siguiente tabla, donde se especifica la resistencia de que deben tener los diferentes elementos que conforman los sectores de incendio del edificio.

Elemento	Resistencia al fuego
	Parking 1 y Parking 2
Estructura portante	R 120
Paredes	EI 120
Techos	REI 120
Puertas	EI2 60-C5

7.5 DISEÑO DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Realizar un recorrido de evacuación tiene la función de que en caso de incendio exista un recorrido que sea el más corto y seguro posible. Este recorrido consiste en la utilización de las puertas principales del parking 1 y 2 aunque en este último también se puede utilizar la puerta que da hacia el vestíbulo principal.

El recorrido quedará establecido mediante la colocación de señales luminosas y paneles que indican en caso de incendio por donde se tiene que abandonar la zona en la que se encuentran en ese instante.

7.5.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación del edificio, se deben tomar los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 de la sección SI 3 (Evacuación de ocupantes).

Zona	Ocupación (m ² /persona)
Aparcamiento	40

La ocupación prevista en los dos parkings es de **4 personas**.

7.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Según la tabla 3.1 de la sección SI 3 referente a la longitud de los recorridos de evacuación, obtenemos que en los parkings al disponer en cada uno más de una salida, la longitud máxima de los recorridos de evacuación no pueden exceder de 50 m, aunque la longitud desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no puede exceder de 35 m.

Se puede observar los recorridos de evacuación en el plano nº 18 de CONTRA INCENDIOS correspondientes a la presente memoria.

7.5.3 Puertas situadas en recorridos de evacuación

Considerando el punto 6 de la sección SI 3 que trata de las puertas situadas en recorridos de evacuación, y considerando que son puertas automáticas y que deberán evacuar pocas personas no hay ninguna especificación que haga modificarlas. Así que las puertas para evacuar los aparcamientos son las propias por donde se acceden a los parkings personas y coches, a pesar de la puerta

que accede al vestíbulo principal que hay en el parking 2, que esta abrirá en el sentido del recorrido de evacuación.

7.5.4 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:

- 210 x 210mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- 420 x 420mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594 x 594mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

7.6 DOTACIONES DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Considerando la sección SI-4 (Detección, control y extinción del incendio), se aplicarán sus medidas en todo el edificio dotándolo con las instalaciones necesarias para detectar y apagar o extinguir un incendio en el caso de producirse. En dicho documento se establecen las condiciones que deben reunir los edificios para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio, para prevenir daños en los edificios o establecimientos próximos a aquel en el que se declare un incendio y para facilitar la intervención de los bomberos y de los equipos de rescate, teniendo en cuenta su seguridad. Este documento básico no incluye entre sus hipótesis de riesgo la de un incendio de origen intencional.

En la Tabla 1.1 del punto 1 de la sección SI-4, se indican las dotaciones que tienen que tener y las condiciones que se deben cumplir, por lo que en la siguiente tabla se pueden observar las dotaciones que tienen que tener como mínimo cada zona del edificio.

Zonas	Dotaciones
Uso general	Extintor portátil, eficacia 21A - 113B, uno cada 15 m
Aparcamiento	Extintor portátil, eficacia 21A - 113B, uno cada 15 m
	Bocas de incendio, S > 2000 m ²

Además de las dotaciones de la anterior tabla, se colocarán detectores iónicos en los parking 1 y 2, aunque no sea obligatorio por el DB-SI. Este sistema de detección será para que evite la propagación de un incendio en caso de producirse dando la alarma a la central de detección correspondiente.

Hay que decir que los extintores de uso general solo se colocaran uno cerca de la centralización de contadores, porque así lo exige el REBT y otro en la sala de máquinas.

Para observar las dotaciones y su ubicación exacta se pueden ver en el plano correspondiente a CONRA INCENDIOS, el nº 18.

8. **BIBLIOGRAFÍA**

La bibliografía utilizada para la realización de este proyecto ha sido la siguiente:

- Los cuadernos utilizados en la asignatura de OFICINA TÉCNICA, cursada en la EUETIB, donde se especifican los distintos puntos y enfoques realizables en el proyecto y lo que es más importante, como se pueden desarrollar. Además de los ejemplos de cálculos de instalaciones eléctricas y de fontanería.
- Los documentos correspondientes a normativa aplicada al proyecto, debido a que es la que especifica como y porque tiene que ser una determinada cosa.
- Los apuntes de la asignatura INSTALACIONES ELÉCTRICAS, cursada en la EUETIB.
- Manual Teórico Práctico de Compensación de Energía Reactiva de SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A.
- Guía de los contenidos ambientales de los proyectos de final de carrera, ETSEIT, Ediciones UPC.
- Catálogo de Legrand 2009, de interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Catálogo de ABB, de baterías de condensadores.
- Catálogo general de PROMASOL 2009, de energía solar térmica.
- Catálogo general de ESPA 2009, de bombas y equipos de presión.
- Programa informático Ilugram de ORNALUX S.A..
- Banco de precios BEDEC y programa informático TCQ2000.
- www.tecnicsuport.com
- www.ornalux.com
- www.daisalux.com
- www.ffii.nova.es

9. **PLANOS**

Nº	DESCRIPCIÓN Y NOMBRES	Nº PLANOS
	INSTALACIÓN ELECTRICA	7
1	ESQUEMA VERTICAL	
2	PLANTA BAJA-PARKING	
3	PLANTA PRIMERA	
4	PLANTA SEGUNDA	
5	PLANTA SUBCUBIERTA	
6	ESQUEMAS UNIFILARES	
7	ESQUEMAS UNIFILARES	
	INSTALACIONES DE FONTANERÍA	5
8	ESQUEMA VERTICAL	
9	PLANTA BAJA-PARKING	
10	PLANTA PRIMERA	
11	PLANTA SEGUNDA	
12	PLANTA SUBCUBIERTA	
	INSTALACIÓN SOLAR	5
13	ESQUEMA VERTICAL	
14	PLANTA BAJA-PARKING	
15	PLANTA PRIMERA	
16	PLANTA SEGUNDA	
17	PLANTA SUBCUBIERTA	
	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	1
18	PLANTA BAJA-PARKING	

10. ESTUDIO DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

10.1 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es tener presente los impactos y repercusiones de realizar las instalaciones de electricidad, de fontanería, solar y contra incendios del parking, para realizar una previsión y disminución en cuanto sea posible mediante la elección de materiales y la minimización de generación de residuos.

10.2 SOSTENIBILIDAD GENERAL

10.2.1 Utilización de materiales reciclables i/o reutilizables

En el edificio del presente proyecto los materiales a utilizar para realizar las instalaciones son prácticamente reutilizables.

En la instalación eléctrica los cables son de cobre y con recubrimiento de polietileno reticulado, con lo que el cobre puede ser reutilizado cuando se termine el ciclo de vida del edificio o de los propios cables. El recubrimiento también puede ser reciclado para una posterior aplicación en cables u otros materiales que requieran este producto.

Las luminarias escogidas contienen fluorescentes o lámparas de bajo consumo que una vez terminado su ciclo de vida puedan ser tratadas correctamente y así reciclarlas. Los materiales de las lámparas al ser plásticos y metálicos también tienen un tratamiento de reciclaje.

En las instalaciones de fontanería se utiliza polietileno, este una vez este finalizado su ciclo de vida o dañado puede ser reciclado. Los flexores y otros elementos de conexión entre los puntos de consumo y las tuberías también serán del mismo material para evitar posibles pérdidas e irregularidades.

En cuanto a la instalación solar, las tuberías serán de cobre, lo cual pueden ser recicladas cuando estén oxidadas o dañadas. Los colectores al estar compuestos por materiales caros y algo escasos son los más importantes a la hora de realizar una correcta gestión de reciclado, para no causar posibles impactos medioambientales con la contaminación de suelos o aguas por la deposición de los materiales en algún vertedero.

En la instalación contra incendios de los parkings, los materiales son bastante escasos, ya que hay un par de detectores de humo que contienen materiales electrónicos y plásticos que pueden ser reciclados, y los extintores de polvo la propia empresa instaladora ya se preocupa que cada cierto tiempo se renueven y una vez preparados vuelven a ser reutilizados.

10.2.2 Planificación de las instalaciones energéticas (alumbrado, agua caliente sanitaria, aire acondicionado)

A lo que se refiere a la instalación eléctrica, en el edificio se utilizan detectores de presencia para las zonas comunes del edificio, que tienen la función de optimizar el servicio de la iluminación, obteniendo así un ahorro de energía eléctrica, debido a que se iluminan ciertas dependencias cuando en estas hay alguna persona que vaya a pasar por ellas. Además, las bombillas son de bajo consumo, con lo que significa un poco de ahorro más. También se ha buscado que potencia de las lámparas a instalar sea la menor posible y que de una correcta iluminación de las diferentes zonas.

En las instalaciones de fontanería, se ha procurado que los puntos de consumo no tengan pérdidas y que no derrochen agua, es decir, los WC tienen dos botones pudiendo soltar una descarga de agua menor o mayor según las necesidades. En la instalación de ACS esta aprovecha la energía solar para producir agua caliente y así ahorrarse esta energía en vez de tener que hacer un gasto mayor de electricidad o gas natural.

El aire acondicionado se utilizará solo en los meses más calurosos del año y a temperaturas lo más elevadas superiores, ya que así el ahorro de energía eléctrica es mayor y las condiciones de confort son prácticamente las mismas e incluso más beneficiosas para la salud de los ocupantes de las viviendas.

10.2.3 Durabilidad y toxicidad de los materiales utilizados (materiales nocivos para la salud, etc.)

Los materiales utilizados en las instalaciones son de durabilidad alta, en cuanto se refiere a los cables y las tuberías.

Los cables eléctricos utilizados son de baja emisión de humos en caso de incendio, con lo que se busca que en el caso de producirse un incendio, estos serán poco tóxicos y contaminarían lo menos posible.

Las tuberías de las instalaciones de fontanería son de polietileno que tienen gran durabilidad y la toxicidad es inerte en su estado normal, ya que no modifican el estado del agua que circula a través de ellas (cumpliendo la normativa que establece el Documento Básico HS Salubridad). En caso de incendio si que tendría una toxicidad elevada, a modo de prevenir esto se pueden recubrir con una capa de material antiinflamatorio.

Por lo que se refiere a las tuberías cobre de la instalación solar, tienen una toxicidad despreciable, ya que como las de fontanería no modifican el estado del fluido caloportador o agua y son resistentes durante un cierto tiempo y temperatura a los incendios. Los intercambiadores tienen poca toxicidad ya que al utilizar energía eléctrica para calentar el agua si es necesario, no producen humos como los intercambiadores que utilizan la quema de gas, ni posibles fugas de gas o monóxido de carbono, perjudicial para la salud.

10.2.4 Utilización de componentes que en su fabricación, uso o eliminación, generen el mínimo volumen de residuos no recuperables

En el edificio del presente proyecto en el cual se ha realizado una instalación eléctrica, una instalación de fontanería para AFS y ACS, y una instalación solar, además de la instalación contra incendios en los parkings, se ha buscado que los materiales y métodos utilizados sean los menos contaminantes posibles y perjudiciales para el medio ambiente.

Como ya se ha referido anteriormente sobre la reutilización o reciclaje de los materiales utilizados, la producción de residuos será mínima durante la fase de eliminación o recambio de estos, ya que casi todos son reciclables. En cuanto a la fabricación de los materiales el que comporta mayor impacto o necesidad de materiales son los captadores solares, aunque las empresas constructoras pretenden generar el mínimo de residuos, ya que toda la materia prima se ha convertido en un producto final.

10.3 SUELO Y AGUAS

10.3.1 Captación de las aguas de abastecimiento (pozos, ríos)

La captación del agua de abastecimiento se hace a través de pozos que gestiona la compañía SOREA, esta la distribuye por la población de Palafrugell a través de tuberías subterráneas. Este abastecimiento está controlado por la empresa, ya que dispone de varios pozos de extracción y depósitos de acumulación para poder dar servicio a la población y que no provoque procesos irreversibles en los acuíferos subterráneos de los pozos de extracción.

10.3.2 Lugar de desagüe de los efluentes (necesidades de tratamientos)

Los afluentes del edificio se dirigen al alcantarillado público que va hacia la depuradora correspondiente. Los vertidos que se realizan en este edificio, al estar destinado a viviendas no necesitan ningún tipo de tratamiento antes de ser vaciados al alcantarillado público. Las aguas más contaminantes por así decirlo serían las procedentes de lavados de la cocina y ducha y las aguas fecales de los cuartos de baño. Este tipo de vertidos son tratados con facilidad por las depuradoras correspondientes.

10.3.3 Diseño de la red de abastecimiento

La red de fontanería de abastecimiento empieza en la acometida general y termina en los puntos de consumo del edificio. Tanto la instalación de AFS como la de ACS están ramificadas para dar servicio a cada vivienda y minimizar lo posible la utilización de más tuberías o la necesidad de un grupo de presión de mayor potencia.

Las tuberías escogidas son reciclables y de uso común, también se han dotado materiales apropiados en las juntas y uniones de estas para evitar posibles fugas y ocasionar daños, además de la correspondiente pérdida de agua sin aprovechar.

10.4 ENTORNO ATMOSFÉRICO

10.4.1 Emisiones de gases, polvos, compuestos volátiles

El entorno atmosférico no se verá afectado por la realización de las obras de implantación de las diferentes instalaciones nombradas anteriormente. Las instalaciones al hacerse mayoritariamente en el interior del edificio no generan demasiados polvos ni emisión de gases, aunque en el proceso de soldadura de

las tuberías de cobre si que puede producirse alguna emisión de gas que requiera la ventilación del lugar donde se procede.

Al realizar las instalaciones en conjunto con la construcción del edificio, no se generan compuestos volátiles nuevos ya que no habrá que hacer zanjas o similares sino que se aprovechará el propio proceso de construcción para ir colocando las diferentes partes de las instalaciones correspondientes y así disminuir al máximo la creación de polvos y emisión de gases.

10.5 POBLACIÓN

10.5.1 Molestias (ruidos, vibraciones, olores, etc)

El edificio del presente proyecto se encuentra al lado de otros dos edificios, comprendidos entre dos calles. A la hora de realizar las instalaciones mencionadas los ruidos ocasionados pueden ser debidos a los vehículos que transportan los materiales a instalar, a algún trepano que realiza algún agujero para fijar alguna tubería o los paneles solares. Este ruido solo afectará a los edificios colindantes y en momentos puntuales.

Las vibraciones producidas en la colocación de los paneles, tuberías o depósitos solo serán locales y como mucho afectarán a otras dependencias del edificio, pero en ningún caso a los edificios colindantes. La población vecina no se verá afectada por este suceso.

En cuanto a olores, los que se pueden producir serán al soldar las tuberías de cobre de la instalación solar. Estos serán disipados así como entren en contacto con el aire exterior y la población no se vera afectada por estos, tan solo puede afectar a los operarios que están realizando las operaciones de soldadura dentro del edificio. Las demás instalaciones no producen ningún olor, ni en su funcionamiento ni en la instalación.