

# ULL

---

Universidad  
de La Laguna

**Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología**

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

TUTOR

José Francisco Gómez González

JULIO 2016

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

ABSTRACT

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

TUTOR

José Francisco Gómez González

## Abstract

The main purpose of this project is to translate the knowledge acquired during the courses of the degree of Graduate in Mechanical Engineering.

This project is dimensioned following current regulations and conducting a study of the activity to which it is intended. We have also defined the technical characteristics of the facilities equipped.

The technical studies are air conditioning installations, ACS, lighting and electricity. All these have educational character.

The objective of these studies is to provide the children's center with the necessary facilities for proper operation. In addition to explaining the operation of each facility and entering information about them theoretical.

ACS installation is provided with:

- Primary circuit
- Secondary circuit

The lighting system consists of:

- Interior lighting
- Emergency lighting

Electricity installation is provided with:

- Lighting Circuits
- Circuits force
- Climate Control Circuits

The air conditioning system consists of:

- Indoor Units multi-split
- Outdoor unit multi-split

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## ÍNDICE GENERAL

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González



## Índice General

1. Memoria.....	6
2. Anexo.....	116
3. Planos .....	236
4. Pliego de condiciones.....	250
5. Mediciones .....	457
6. Presupuesto.....	495

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 1. MEMORIA

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González

## Índice

1.0 Hoja de Identificación.....	11
1.0.1 Título del proyecto.....	11
1.0.2 Peticionario.....	11
1.0.3 Autores del proyecto.....	11
1.0.4 Emplazamiento.....	11
1.1 Objeto.....	12
1.2 Alcance.....	12
1.3 Antecedentes.....	12
1.4 Normas y referencias.....	12
1.4.1 Normativa para el diseño de la edificación.....	12
1.4.2 Normativa para iluminación.....	13
1.4.3 Normativa para instalación agua caliente sanitaria.....	13
1.4.4 Normativa para instalación de climatización.....	13
1.4.5 Normativa para instalación eléctrica.....	13
1.4.6 Bibliografía.....	14
1.4.7 Programas de cálculo.....	14
1.5 Definiciones y Abreviaturas.....	14
1.6 Requisitos de Diseño.....	15
1.6.1 Emplazamiento.....	15
1.6.1.1 Elección del solar.....	15
1.6.1.2 Implantación en el lugar y accesibilidad.....	15
1.6.2 Sostenibilidad.....	16
1.6.3 Organización de los espacios.....	16
1.6.4 Espacio de la zona de servicios.....	17
1.6.4.1 Acceso.....	17
1.6.4.2 Sala de espera.....	17
1.6.4.3 Aseos.....	17
1.6.5 Espacio de uso interno de la escuela.....	18
1.6.5.1 Dirección.....	18
1.6.5.2 Sala de educadores.....	18
1.6.5.3 Cocina.....	19
1.6.5.4 Comedor.....	19
1.6.5.5 Lavandería.....	20
1.6.5.6 Vestuarios.....	20
1.6.6 Espacios de la zona infantil.....	21
1.6.6.1 Sala de usos múltiples y psicomotricidad.....	21
1.6.6.2 Aula de 0-1 año.....	22
1.6.6.3 Aula de 1-2 años.....	22
Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	7

1.6.6.4 Aula de 2-3 años.....	23
1.6.6.5 Patio exterior y jardín.....	23
1.6.7 Otros espacios servidores.....	24
1.6.7.1 Almacén de juguetes.....	24
1.6.7.2 Almacén del patio.....	24
1.6.8 Superficies.....	25
1.6.9 Materiales y sistemas constructivos recomendados.....	25
1.6.9.1 La cubierta.....	25
1.6.9.2 La fachada.....	25
1.6.9.3 Los pavimentos.....	26
1.6.9.4 Pavimentos interiores.....	26
1.6.9.5 Pavimentos exteriores.....	26
1.6.9.6 Revestimientos verticales.....	26
1.6.9.7 Techos.....	26
1.6.9.8 Carpinterías de madera.....	27
1.6.9.9 Carpinterías de aluminio.....	27
1.6.9.10 Ventanas.....	27
1.6.9.11 Vidrios.....	27
1.6.9.12 Protecciones solares.....	27
1.6.9.13 Vallados y cerramientos.....	27
1.6.9.14 Las instalaciones.....	28
1.6.10 Las telecomunicaciones.....	28
1.6.10.1 Videoportero digital.....	28
1.6.10.2 Teléfono y datos.....	28
1.6.11 La electricidad.....	28
1.6.12 La iluminación.....	28
1.6.13 La calefacción y el agua caliente sanitaria.....	28
1.6.14 La refrigeración.....	29
1.6.15 La fontanería, saneamiento y aparatos sanitarios.....	29
1.6.16 Protección y seguridad.....	29
1.6.16.1 Protección contra incendios.....	29
1.6.16.2 Pararrayos.....	29
1.6.16.3 Alarma.....	29
1.6.17 Medidas de sostenibilidad.....	29
1.7 Análisis de soluciones y resultados finales.....	30
1.7.1 Instalación de iluminación.....	30
1.7.1.1 Fundamento teórico.....	30
1.7.1.2 Iluminación interior.....	31
1.7.1.3 Iluminación de Emergencia.....	38
1.7.2 Instalación de agua caliente sanitaria.....	42
1.7.2.1 Fundamento teórico.....	42
Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	8

1.7.2.2	<i>Demanda de agua caliente sanitaria.</i>	54
1.7.2.3	<i>Demanda de energía.</i>	54
1.7.2.4	<i>Radiación sobre superficie inclinada.</i>	55
1.7.2.5	<i>Elección de captadores.</i>	56
1.7.2.6	<i>Rendimiento del colector.</i>	58
1.7.2.7	<i>Energía aportada por los captadores.</i>	60
1.7.2.8	<i>Rendimiento medio anual.</i>	60
1.7.2.9	<i>Estimación de la superficie de captación.</i>	60
1.7.2.10	<i>Número de colectores.</i>	61
1.7.2.11	<i>Superficie de captación recalculada.</i>	61
1.7.2.12	<i>Fracción Solar.</i>	61
1.7.2.13	<i>Esquema de la instalación ACS.</i>	63
1.7.2.14	<i>Conexionado de captadores.</i>	63
1.7.2.15	<i>Fluido Caloportador.</i>	65
1.7.2.16	<i>Acumulador Solar.</i>	65
1.7.2.17	<i>Sistema de distribución.</i>	67
1.7.2.18	<i>Calentador eléctrico.</i>	70
1.7.2.19	<i>Pérdidas de carga.</i>	71
1.7.2.20	<i>Bombas hidráulicas.</i>	72
1.7.2.21	<i>Vaso de expansión.</i>	76
1.7.2.22	<i>Sistema de control.</i>	77
1.7.3	<i>Instalación de climatización.</i>	79
1.7.3.1	<i>Fundamento teórico.</i>	79
1.7.3.2	<i>Superficies a climatizar.</i>	82
1.7.3.3	<i>Sistema propuesto para aire acondicionado.</i>	82
1.7.3.4	<i>Unidades de aire acondicionado seleccionadas.</i>	83
1.7.3.5	<i>Ubicación de las unidades interiores de aire acondicionado.</i>	85
1.7.4	<i>Instalación eléctrica.</i>	86
1.7.4.1	<i>Fundamento teórico.</i>	86
1.7.4.2	<i>Programa de necesidades.</i>	91
1.7.4.3	<i>Suministro de energía.</i>	95
1.7.4.4	<i>Descripción y Justificación de las canalizaciones elegidas.</i>	96
1.7.4.5	<i>Acometida.</i>	97
1.7.4.6	<i>Caja General de Protección (CGP).</i>	98
1.7.4.7	<i>Caja General de Protección y Medida (CPM).</i>	98
1.7.4.8	<i>Contadores o Equipos de Medida (EM).</i>	100
1.7.4.9	<i>Derivaciones Individuales (DI).</i>	102
1.7.4.10	<i>Dispositivo de control de potencia.</i>	102
1.7.4.11	<i>Dispositivos generales de mando y protección. Protecciones.</i>	103
1.7.4.12	<i>Toma de tierra.</i>	107
1.7.4.13	<i>Instalaciones interiores.</i>	107

1.8 Orden de prioridad de los documentos básicos.....	115
1.9 Resumen del presupuesto de la instalación.....	115

## **1.0 Hoja de Identificación.**

### **1.0.1 Título del proyecto.**

Proyecto del diseño e instalaciones de un centro infantil (guardería).

### **1.0.2 Peticionario.**

Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT).

Domicilio: Avd. Astrofísico Francisco Sánchez S/N Edf. Garoé 38206 La Laguna.

Teléfono: 922845059

Correo: ingenieria@ull.es

### **1.0.3 Autores del proyecto.**

Nombre: Jonay Pérez Gil.

DNI: 43831438-Q

Domicilio: C/ Transv. Tercera de Víctor Servilio Pérez nº3-Arafo.

Teléfono: 629537607

Correo: jonay.pg.1990@gmail.com

Nombre: Robin Machi Van Den Boezem.

DNI: 45732791-M

Domicilio: Avd. San Borondón nº7 Pta. 10-Adeje.

Teléfono: 629537607

Correo: robinmachiull@gmail.com

### **1.0.4 Emplazamiento.**

C/ José Rodríguez Ramírez, s/n, 38530, Candelaria, Santa Cruz de Tenerife.

## 1.1 Objeto

El objetivo del presente Trabajo de fin de Grado es el diseño e implantación de las instalaciones correspondientes a un edificio de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> destinado a un centro infantil situado en el municipio de Candelaria.

Dicho proyecto cumplirá con la normativa vigente, tanto para las instalaciones de climatización, eléctricas y solares, además de cumplir los requisitos dimensionales exigidos para un centro infantil, con el propósito de que una vez realizado éste, se puedan obtener los permisos y licencias para su apertura y correcto funcionamiento.

## 1.2 Alcance.

El trabajo se encuentra dentro de las competencias de la Ingeniería Industrial, e incluirá el cálculo y el diseño de las instalaciones siguientes:

- Diseño de la edificación.
- Cálculo y diseño de la iluminación interior y de emergencia.
- Cálculo y diseño de la instalación de climatización.
- Cálculo y diseño de la instalación térmica para agua caliente sanitaria.
- Cálculo, diseño y distribución de la instalación eléctrica.

## 1.3 Antecedentes.

Este proyecto será considerado de nueva construcción. El criterio seguido para el diseño de las distintas instalaciones es principalmente, dotar al edificio de versatilidad, al mismo tiempo que comodidad y confort, dado el carácter variable que puede presentar las actividades llevadas a cabo en él. Además, se tienen en cuenta todos los requisitos, en cuanto a seguridad se refiere, ya que las instalaciones serán usadas fundamentalmente por niños.

## 1.4 Normas y referencias.

Para la realización del proyecto se han considerado, según el tipo de instalación, las siguientes normas y reglamentaciones.

### 1.4.1 Normativa para el diseño de la edificación.

- Real Decreto 201/2008, de 30 de septiembre, por el que se establecen los contenidos educativos y requisitos de los centros que imparten el primer ciclo de Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias.



- ORDEN de 3 de febrero de 2009, por la que se establece la adecuación de los requisitos para la creación o autorización de centros que imparten el primer ciclo de Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias, así como la determinación del régimen transitorio regulados en el Decreto 201/2008, de 30 de septiembre.

#### **1.4.2 Normativa para iluminación.**

- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), publicada en el BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.

- UNE 12464.1. Norma europea sobre iluminación para interiores.

#### **1.4.3 Normativa para instalación agua caliente sanitaria.**

- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), publicada en el BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- Guía Técnica, Agua caliente sanitaria central, ahorro y eficiencia energética en climatización, junio de 2010.

#### **1.4.4 Normativa para instalación de climatización.**

- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), publicada en el BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- Normas UNE de referencia utilizadas en el CTE.

- 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.

#### **1.4.5 Normativa para 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 Reglamento Electrónico de Baja Tensión.

- Normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, 13 de octubre de 2004.

- Guía Vademécum para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión, Febrero de 2014

#### **1.4.6 Bibliografía.**

- R. Cuervo, *Energía solar térmica*, 2ª Edición, Fundación Confemetal Editorial, Madrid, 2009.
- J. Agüera, *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*, 5ª Edición, Edit. Ciencia 3 S.L, Córdoba, 2002.
- M. Moran y H. Shapiro, *Fundamentos de termodinámica técnica*, 2ª Edición, Edit. Reverté, EEUU, 2004.
- *Manual técnico de energía solar para procesos industriales*, Edit. Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid, Madrid, 2010.
- *Manual técnico energía solar térmica*, 2ª Edición, Edit. Salvador Escoda S.A, Barcelona, 2005.
- Apuntes de las asignaturas de Ingeniería Fluidomecánica, Instalaciones y Máquinas Hidráulicas, Fundamentos de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Térmica, Instalaciones Térmicas y Oficina Técnica/Proyectos.

#### **1.4.7 Programas de cálculo.**

Para la ejecución de los cálculos del proyecto se han utilizado los siguientes programas informáticos:

- Dialux evo, versión 5.5: Diseño de la edificación en 3D.
- Dialux evo, versión 5.5: Cálculos para la iluminación interior y la iluminación de emergencia.
- Microsoft Excel 2010: Cálculos para instalación de iluminación, instalación de climatización, instalación eléctrica e instalación de ACS.
- Autocad 2016: Realización de los diferentes planos.
- Cypepresupuestos: Generador de presupuestos de las instalaciones.

### **1.5 Definiciones y Abreviaturas**

Se citan las abreviaturas utilizadas en el documento:

- CTE. Código Técnico de la Edificación.
- REBT. Reglamento Electrónico de Baja Tensión.
- DB-HE. Documento Básico de Ahorro de Energía.
- RITE. Reglamento de Instalaciones Técnicas en Edificios.
- RAT. Reglamento de Alta Tensión.

- ITC. Instrucción Técnica Complementaria.
- RD. Real Decreto.
- BT. Baja Tensión.
- MT. Media Tensión.
- CT. Centro de Transformación.
- IA. Interruptor Automático.
- URG. Límite de índice de deslumbramiento unificado.
- Ra. Índice de rendimiento de colores.
- ACS. Agua caliente sanitaria.

## **1.6 Requisitos de Diseño.**

### **1.6.1 Emplazamiento.**

La edificación destinada al centro infantil se encontrará situada en la calle José Rodríguez Ramírez, en el municipio de candelaria, como se puede observaren los planos número 1 y 2, de situación y emplazamiento, respectivamente.

#### *1.6.1.1 Elección del solar.*

A la hora de elegir la ubicación de la edificación, se ha de procurar que, dicho centro infantil esté próximo a centros de educación primaria y secundaria, reduciendo así los tiempos y distancias recorridas para aquellos padres que tengas hijos de distintas edades. También se recomienda que los centros de educación infantil estén cerca del centro cultural y si es posible cerca del centro de día de tercera edad.

El suelo debe ser urbano y con calificación de equipamiento docente. El solar debe ser lo bastante amplio para poder abordar las distintas áreas del edificio en cuestión. Es fundamental que dicha ubicación tenga buena conexión con el transporte público, esté provista de un área destinada al estacionamiento en las proximidades y además, debe estar alejado en la medida de lo posible de cualquier contaminación ambiental.

El acceso al centro educativo deberá ser único, ya que varios accesos, dificultan la seguridad y el control de los alumnos. Además, el acceso de material o alimento, con un ancho de tres o más metros, debe estar diferenciado del principal.

#### *1.6.1.2 Implantación en el lugar y accesibilidad.*

La implantación en el lugar se debe hacer de manera respetuosa con el entorno, teniendo en cuenta las zonas exteriores próximas y adoptando la forma más adecuada para el espacio donde se encuentra.

También los usuarios de las escuelas infantiles tienen unas características especiales, por lo que a lo hora de proyectar se deben tener en cuenta algunos detalles como: los familiares que acuden andando o en vehículo, situación de pasos de peatones, las señalizaciones próximas, elementos que entorpezcan la visibilidad y sea un riesgo para la seguridad, etc.

Así mismo, se aconseja la instalación de una zona de carga/descarga para aquellos padres que acudan en coche al centro puedan bajar a sus hijos con relativa tranquilidad.

En cuanto al aparcamiento, lo ideal sería, que fuese privado y solo para uso exclusivo del centro, que no sean en batería y con las medidas de protección necesarias para evitar accidentes.

El centro además debe tener acceso para personas con movilidad reducida, que a su vez, favorecerá el acceso a padres con cochecitos.

El centro debe dar continuidad entre el espacio interior y el exterior. En cuanto a la organización de las aulas, las mejor orientadas deben ser la de los bebés ya que son los que presentan una movilidad más reducida.

### **1.6.2 Sostenibilidad.**

Es un aspecto a considerar a la hora de proyectar cualquier edificio. La situación del solar debe estar preferiblemente dentro del núcleo urbano para disminuir en la medida de lo posible el transporte a la escuela.

A la hora de proyectar se debe tener en cuenta la inversión inicial y a su vez los costes de mantenimiento. Para ello se debe hacer uso de todos los recursos naturales como pueden ser luz solar, climatización pasiva, etc.

### **1.6.3 Organización de los espacios.**

Este aspecto es importante ya que este tipo de proyectos pedagógicos guardan una relación entre los espacios. El plan de trabajo inicial se llama Plan Director que establece las necesidades y relaciones que debe tener las distintas dependencias.

En las escuelas se definen dos zonas claramente diferenciadas, la zona infantil y la zona de servicios. Este aspecto es importante ya que el tratamiento en cada zona será diferente.

En la zona infantil es importante la relación de las aulas con el exterior del centro y la conexión entre ambas debe ser lo más directa posible para lograr un buen funcionamiento de la escuela. En la zona de servicios se realizan tareas de gestión, limpieza y de restauración.

También se debe tener en cuenta las zonas en las que se estima que habrá hay más afluencia de personas, como puede ser, el hall de entrada, la sala de espera, o los pasillos.

#### **1.6.4 Espacio de la zona de servicios.**

##### *1.6.4.1 Acceso.*

El acceso debe tener una sala de espera para aquellas familias que acudan a recoger a sus niños. La parte exterior debe estar urbanizada de forma que sea una zona agradable.

Además la entrada debe estar cubierta para aquellos días de lluvia y debe tener una doble puerta de seguridad, que actúe tanto de cortavientos como de control para evitar que los niños puedan salir de la escuela sin vigilancia. Por otra parte, las puertas que den al exterior deben tener un sistema de auto cierre y sistema de bloqueo para evitar que se cierre de golpe.

##### *1.6.4.2 Sala de espera.*

Esta zona, aparte de ser usada para que los padres esperen a sus hijos, sirve para poner todo tipo de información dirigida a la familia. Tiene que ser un espacio cómodo y acogedor ya que ésta puede ser la primera imagen de la escuela.



**Figura 1. Sala espera vista 1**



**Figura 2. Sala espera vista 2**

##### *1.6.4.3 Aseos*

El aseo está destinado a las familias y al personal externo a la escuela será mixto y deberá estar ubicado cerca de la entrada del centro.



Figura 3. Baño 1

### 1.6.5 Espacio de uso interno de la escuela.

#### 1.6.5.1 Dirección.

La dirección asume el liderazgo del centro educativo, gestiones y relaciones institucionales. Su ubicación suele estar determinada por el control de la entrada y salida del centro.



Figura 4. Despacho vista 1



Figura 5. Despacho vista 2

#### 1.6.5.2 Sala de educadores.

Esta es la zona donde todos los educadores se reúnen, comparten opiniones, reflexionan, etc. Si no hay una sala destinada a ello específicamente se puede contar con un comedor o sala con un espacio mínimo de 20m<sup>2</sup> para realizar estas actividades.

### 1.6.5.3 Cocina.

Se recomienda que el centro disponga de una cocina propia para así poder controlar la dieta de los niños más rigurosamente. Contará con zonas de cocción, preparación, de limpieza y zona de almacenamiento.



Figura 6. Cocina vista 1



Figura 7. Cocina vista 2

La zona de almacenamiento debe contar con un acceso desde el exterior.

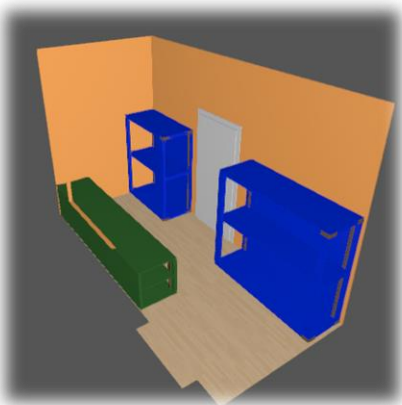


Figura 8. Almacén vista 1

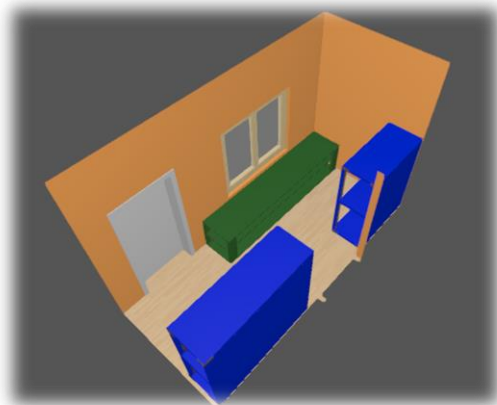


Figura 9. Almacén vista 2

### 1.6.5.4 Comedor.

La edificación contará además con un comedor cuyas medidas dependerá del número de alumnos del centro y estará ubicado justo al lado de la cocina.



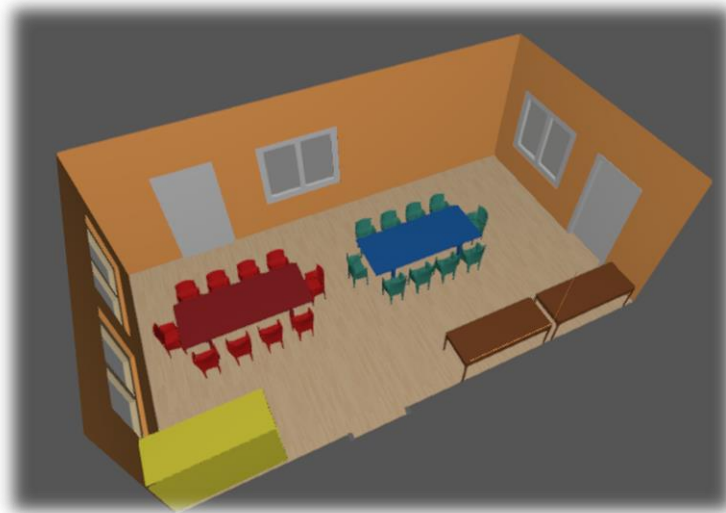


Figura 10. Comedor

#### 1.6.5.5 Lavandería.

Toda la ropa de uso propio de la escuela ha de lavarse frecuentemente. Su ubicación suele estar próxima a la cocina y al vestuario. Se establecen lavadora y secadora de al menos 6kg de capacidad.

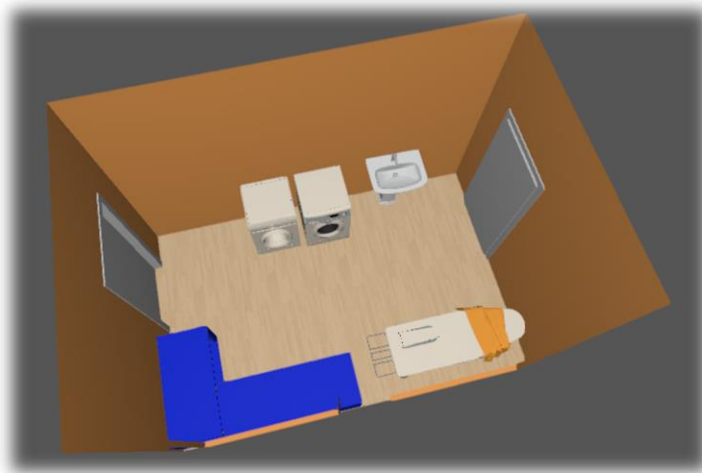


Figura 11. Lavandería

#### 1.6.5.6 Vestuarios.

Este espacio de uso exclusivo del personal de la escuela. Puede disponer de bancos y taquillas y debe tener al menos un inodoro, un lavado y una ducha.



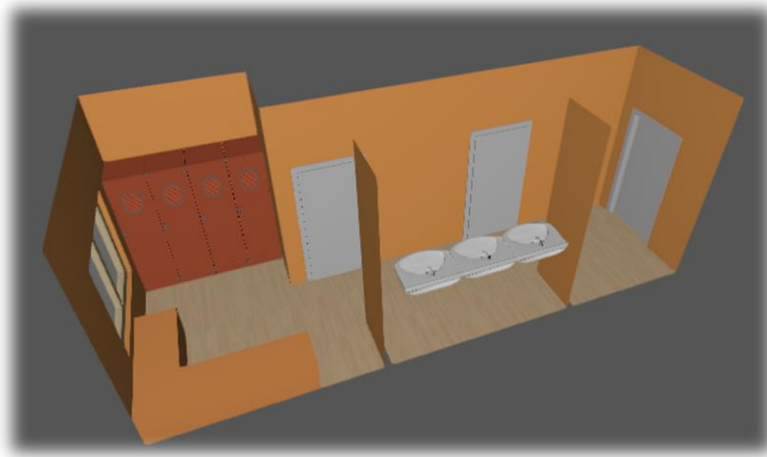


Figura 12. Vestuario del personal

### 1.6.6 Espacios de la zona infantil.

#### 1.6.6.1 Sala de usos múltiples y psicomotricidad.

Esta sala es una de las más importantes, también se pueden encontrar por separado. En ella se realizan múltiples funciones y es básica para el correcto funcionamiento, puede albergar, pequeñas actuaciones, talleres, etc.

Debe contar con un amplio espacio para realizar dichas actividades y que además puede suponer un espacio alternativo para aquellos días de mal tiempo.

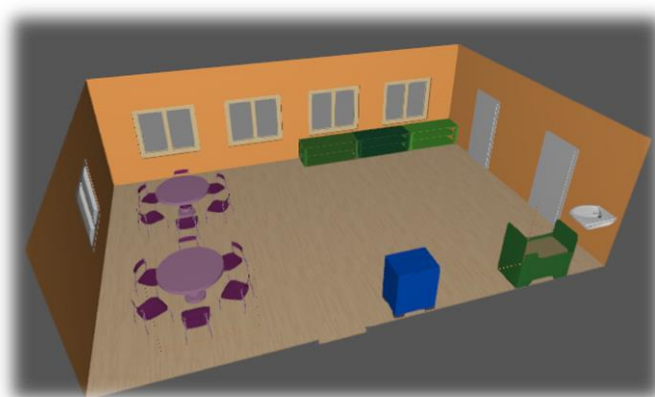


Figura 13. Sala de usos múltiples

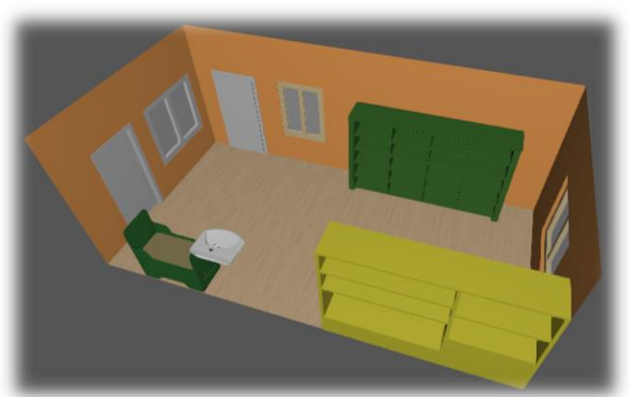


Figura 14. Sala de psicomotricidad

Es aconsejable que dispongan de un almacén de juguetes así como de un cuarto de higiene.

### 1.6.6.2 Aula de 0-1 año

También conocida como aula de lactantes, acoge a los niños menores de 1 año. Debe disponer de una zona para dormir además de una zona de higiene.



Figura 15. Aula de 0-1 año vista 1

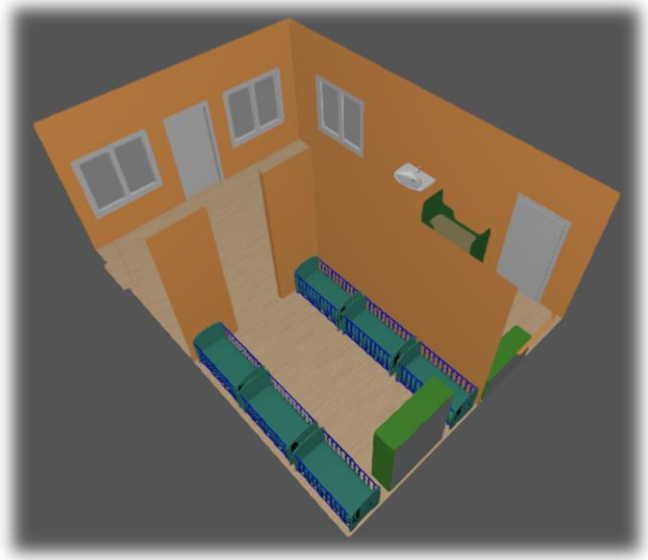


Figura 16. Aula de 0-1 año vista 2

### 1.6.6.3 Aula de 1-2 años

Este aula está destinada a niños de edades comprendidas entre los 1 y 2 años. Es imprescindible que esta aula disponga de zona de cambio y es aconsejable que incorpore una zona de descanso y otra de higiene.



Figura 17. Aula de 1-2 años vista 1



Figura 18. Aula de 1-2 años vista 2

#### 1.6.6.4 Aula de 2-3 años

Acoge a niños de 2 a 3 años y debe disponer de 3 inodoros y al menos un lavamanos. También debe contar con una zona de cambio. La superficie de estas aulas debe ser superior a 45m<sup>2</sup>.



Figura 19. Aula de 2-3 años vista 1



Figura 20. Aula de 2-3 años vista 2

Es importante que en todas las aulas citadas anteriormente se incorpore la barra del techo.

#### 1.6.6.5 Patio exterior y jardín

Es una zona muy importante por todo lo que implica para el niño, es una zona de liberación, de aprendizaje, de innovación, etc. La tierra, las plantas, los pequeños animales pueden generar diversión en los más pequeños.

En el patio exterior deben existir las siguientes zonas básicas:

- Zona pavimentada.
- Zona de tierras
- Zona de aguas
- Zona de vegetación
- Almacén de patio.

Todas las aulas deben tener acceso directo al patio o bien acceso directo a un pasillo que separe las aulas del patio.

## 1.6.7 Otros espacios servidores

### 1.6.7.1 Almacén de juguetes

Ya se mencionó anteriormente, debe estar situado en la sala de usos múltiples o la de psicomotricidad con acceso directo desde la sala y sirve para liberar de espacio dichas salas mientras no se utilizan los juguetes.



Figura 21. Almacén de juguetes

### 1.6.7.2 Almacén del patio

Sirve de apoyo al espacio exterior, por lo que debe estar cerca del jardín.

### 1.6.8 Superficies

En la tabla 1 se reflejan las superficies de las que dispone el centro:

Tabla 1. Áreas de los módulos

SUPERFICIE	m <sup>2</sup>
Sala de espera	19,5
Baño 1	9,8
Despacho	14,21
Usos múltiples	87,22
Baño 2	8,7
Aula 0-1	40,5
Aula 1-2	40,5
Aula 2-3	40,5
Aula psicomotricidad	29,25
Comedor	35,2
Vestuario personal	22,5
Cocina	26,55
Almacén alimentos	9
Pasillo	68,15
Almacén juguetes	10,2
Almacén limpieza	8,7
Almacén exterior	11,6
Patio exterior	108,4
Lavandería	13,5
<b>TOTAL</b>	<b>590,48</b>

### 1.6.9 Materiales y sistemas constructivos recomendados

Para este tipo de instalaciones se recomiendan materiales que requieran poco mantenimiento, que tenga una larga vida útil y que sean resistentes.

#### 1.6.9.1 La cubierta

A la hora de diseñar la cubierta se debe tener en cuenta la inclinación para que se evacúe el agua hacia el exterior del edificio. Las aguas deben estar debidamente canalizadas. Además la cubierta debe disponer de un acceso para posibles operaciones de mantenimiento.

#### 1.6.9.2 La fachada

La relación del interior con el exterior en las escuelas infantiles es de suma importancia, es por ello que se debe ser cuidadoso en su diseño. La fachada debe estar construida con un material que no permita que se filtre la humedad, que no resulte

abrasivo en caso de roce y que sea compacta, para evitar que en caso de condiciones meteorológicas adversas no se pueda desprender ningún elemento.

#### *1.6.9.3 Los pavimentos*

Como es normal en este tipo de edificios, se debe ser bastante estricto a la hora de elegir pavimentos ya que los niños pasan gran parte del tiempo en él. Los pavimentos deben ser confortables, agradables y de fácil limpieza. Además el color de éstos debe ser suave sin estampados.

#### *1.6.9.4 Pavimentos interiores*

Se recomiendan pavimentos cálidos al contacto, flexibles, algo blandos. A ser posible deben ser continuos para evitar que se levanten zócalos o esquinas. Además es recomendable que no haya encuentro entre el suelo y la pared, de forma que el suelo continúe hasta el 1,20m de altura.

Se recomiendan los pavimentos de vinilos debido a sus beneficiosas propiedades como pueden ser aislante térmico y acústico, amortiguador de impactos, etc. En ningún caso se utilizarán moquetas.

#### *1.6.9.5 Pavimentos exteriores*

Este tipo de pavimento debe cumplir la propiedad antideslizante. En la zona de acceso a la escuela se puede elegir casi cualquier material.

En la zona del patio y de las extensiones de las aulas se debe elegir un color ni muy oscuro ni muy claro para evitar efectos adversos en contacto con el sol. En el patio debe haber tanto pavimentos duros como blandos, muy dispares, para que los niños experimenten en ellos.

#### *1.6.9.6 Revestimientos verticales*

Se recomienda elegir un revestimiento vertical de superficie liza, continua, lavable e impermeable, que requiera un mantenimiento menor y que sea resistente.

Todas las esquinas, columnas o elementos punzantes deben estar protegidos con materiales amortiguadores a como mínimo 1,20m de altura.

#### *1.6.9.7 Techos*

Los techos pueden ser casi de cualquier material que cumpla las exigencias del CTE. Se recomiendan las soluciones de mayor absorción acústica.

#### *1.6.9.8 Carpinterías de madera*

Es importante que todas las puertas, espacios comunes, aulas y demás espacios que sean utilizados por los niños tengan un sistema antipillados, al menos hasta el 1,20m de altura. Además las puertas deben llevar una ventana.

#### *1.6.9.9 Carpinterías de aluminio*

Se aconseja las carpinterías de madera en detrimento de éstas, no obstante también se pueden utilizar.

#### *1.6.9.10 Ventanas*

Para tener un control de la luminosidad, la apertura de los huecos debe ser variable, pudiendo oscurecerse el espacio según las necesidades.

Se recomiendan ventanas correderas y ventanas oscilobatientes y abatibles con fijo debajo para mejorar las tareas de mantenimiento y limpieza.

#### *1.6.9.11 Vidrios*

Es importante y necesario para el personal del centro tener un control exhaustivo de los niños es por ello que la comunicación visual sea elevada. Es por ello que la utilización de vidrios es fundamental, éstos deben ser de seguridad con lámina intermedia de 4+4mm en interior y 5+5mm en exterior.

#### *1.6.9.12 Protecciones solares*

Este tipo de elementos se deben tener en cuenta según la situación geográfica. Se pueden instalar toldos, estores, incluso cortinas para regular la luminosidad natural interior.

#### *1.6.9.13 Vallados y cerramientos*

Puede haber distintos tipos de vallas o cerramientos, todos ellos deben disponer de medidas de seguridad para evitar que el niño puede escalarlo, atravesarlo, etc.

Según la situación del edificio se optará por cerramientos opacos o en otro caso por cerramientos abiertos.

#### *1.6.9.14 Las instalaciones*

Todas las instalaciones deben cumplir con la normativa impuesta por el ayuntamiento o Comunidad, deben ser lo más eficiente posible y se recomienda que las instalaciones sean vistas para así facilitar su mantenimiento.

### **1.6.10 Las telecomunicaciones**

#### *1.6.10.1 Videoportero digital*

Se recomienda tener este sistema de acceso para llevar un control de las personas que entran al edificio.

#### *1.6.10.2 Teléfono y datos*

La instalación de telefonía se debería incluir dentro del sistema de cableado estructural previendo una centralita de teléfonos que permita la gestión de líneas digitales, analógicas y fax. Se recomienda disponer de la instalación de cableado estructural en los siguientes puntos: despacho de dirección, aulas, comedor y aula multiusos.

### **1.6.11 La electricidad**

Este apartado es de suma importancia con respecto a la seguridad en el centro infantil. Los mecanismos eléctricos se situarán fuera del alcance de los niños, por el encima del 1,50m de altura. La situación de los cuadros eléctricos deben ser pocos visibles, las persiana deben ser eléctricas y los toldos deben tener sensor de viento y lluvia.

### **1.6.12 La iluminación**

Es importante distinguir las necesidades de luz que hay en cada departamento. Algunos equipos deben tener un sistema de regulación. Además de debe disponer de elementos auxiliares para el caso de pérdida momentánea de energía.

### **1.6.13 La calefacción y el agua caliente sanitaria**

La instalación se debe zonificar en función de la orientación, distribución y el uso de las diferentes áreas. Según la situación geográfica del edificio puede tener un tipo de instalación u otro.

Puede llevar instalado radiadores de agua, o suelo radiante además de ACS como es el caso. No obstante no se profundiza en este apartado sobre este tema ya que hay una extensa información sobre estos aspectos a lo largo del todo el proyecto.



### **1.6.14 La refrigeración**

Se recomienda la ventilación natural cruzada, los ventiladores y los sistemas de protección solar debido a su bajo coste. No obstante se propone un sistema de climatización convencional para satisfacer las necesidades del proyecto.

### **1.6.15 La fontanería, saneamiento y aparatos sanitarios**

La empresa que suministra el agua marcará las pautas de situación de contadores y demás consolas identificativas.

Se contemplan lavados colectivos que pueden ir suspendidos o apoyados. Es importante tanto la altura del lavabo, adecuada a la estatura de los niños, como la altura a la que se sitúan los grifos. El lavabo debe estar a una altura medida desde la parte superior al suelo de 35 cm en las aulas de 0-1 años, de 40 cm en las de 1-2 años y de 45 cm en las de 2-3 años.

Los grifos deben estar a 15-20cm del lavabo. Se recomiendan grifos que favorezcan la autonomía de los niños gracias a un diseño que les permita manipularlos con facilidad.

### **1.6.16 Protección y seguridad**

#### *1.6.16.1 Protección contra incendios. (No objeto de este proyecto).*

El edificio debe cumplir las condiciones de prevención y protección contra incendios establecidas en el CTE.

#### *1.6.16.2 Pararrayos. (No objeto de este proyecto).*

En cada centro se debe instalar un pararrayos para protección contra descargas atmosféricas. No se admitiría la instalación de pararrayos que incorporasen fuentes radioactivas, de acuerdo con la norma UNE correspondiente.

#### *1.6.16.3 Alarma. (No objeto de este proyecto).*

El centro debe proveer de un sistema de seguridad electrónico con detectores de presencia que complemente la protección física.

### **1.6.17 Medidas de sostenibilidad**

Actualmente es muy importante el medio ambiente, es por ello que hay que tomar medidas bioclimáticas encaminadas a reducir el consumo energético. Entre otras, las medidas a adoptar son las siguientes:

- Uso de energías renovables.
- Aislamiento correcto del edificio.
- Instalar sistemas de control de agua.
- Reutilizar las aguas pluviales y grises.

- Utilizar detectores de presencia.
- Utilizar combustibles de origen vegetal.
- Etc.

## **1.7 Análisis de soluciones y resultados finales.**

### **1.7.1 Instalación de iluminación.**

#### *1.7.1.1 Fundamento teórico*

Se define la luz en términos físicos como una banda de longitudes de onda de energía radiante, la cual posee como características físicas fundamentales: la longitud de onda y la velocidad de propagación. La luz no necesita de un medio material para propagarse, ésta se propaga incluso en el vacío, como por ejemplo, la luz solar que se propaga a través del espacio. Las tres propiedades fundamentales de la luz son:

- Se propaga en el vacío a través de ondas.
- Se propaga en todas las direcciones del espacio.
- Se transmite a distancia.

#### Iluminación artificial.

La iluminación artificial es la respuesta para lograr las condiciones mínimas cuando la natural no es suficiente.

#### Sistema de iluminación eficiente.

Es aquel sistema que, además de satisfacer las necesidades visuales para realizar actividades o tareas a un alto rendimiento, crea también ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios de disfrutar de atmósferas agradables, emplea apropiadamente los recursos tecnológicos y hace uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental.

#### Deslumbramiento.

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como deslumbramiento molesto o perturbador.

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos).

En los lugares de trabajo el deslumbramiento perturbador, su principal efecto es reducir la visibilidad de la tarea, perturba la visión y dar lugar a errores y accidentes. El deslumbramiento molesto no reduce la visibilidad pero produce fatiga visual, puede producirse directamente a partir de luminarias brillantes o ventanas.

Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.

Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las bombillas o lámparas.

El grado de deslumbramiento directo psicológico proveniente de luminarias puede ser valorado mediante el método de tabulación del Índice de Deslumbramiento unificado, "Unified Glare Rating" (UGR), en el cual se tiene en cuenta la contribución de cada una de las luminarias que forman parte de un determinado sistema de iluminación. El método está basado en la fórmula:

$$UGR = 8 \cdot \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right)$$

donde:

- $L_b$  la iluminancia de fondo [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]
- $L$  la iluminancia de cada luminaria [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]
- $\omega$  ángulo sólido de cada luminaria con respecto al observador.
- $p$  índice de posición de Guth para cada luminaria que se refiere a su desplazamiento de la línea de visión.

#### 1.7.1.2 Iluminación interior.

La norma europea sobre iluminación para interiores, UNE 12464-1, establece que la iluminación en cualquier lugar de trabajo deberá permitir tanto trabajadores como las demás personas que lo utilicen dispongan de una visibilidad adecuada.

Para satisfacer unas buenas condiciones de visibilidad se debe tener en cuenta el confort visual, en el que los usuarios tienen una sensación de bienestar. También unas prestaciones visuales, en los que los usuarios son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos de tiempo más largos. Es importante además la seguridad, en el que las personas hacen uso de la instalación sin riesgos para su salud.

Los parámetros de iluminación que están en función de las actividades a realizar y que se deben medir y tener en cuenta para satisfacer estas condiciones son:

- La iluminancia mantenida ( $E_m$ ): es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.

- Índice de deslumbramiento Unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior.

#### Criterios mínimos según la norma UNE 12464.1

A continuación en la tabla 2 se presenta un resumen y comparativa con los límites establecidos por la norma, y los resultados de los cálculos, proporcionados por el programa Dialux para cada local:

Tabla 2. Resumen cálculos iluminación

Habitación	Iluminancia media horizontal (lux)	Iluminancia mantenida mínima (lux)	UGR	UGR Límite	Cumple
Sala de espera	572	200	21,5	22	✓
Baño 1	940	200	15,6	25	✓
Despacho	1855	500	18,5	19	✓
A. usos múltiples	1388	300	18,1	22	✓
Baño 2	682	200	17,4	25	✓
Aula 0-1	1314	300	19,0	22	✓
Aula 1-2	1457	300	18,5	22	✓
Aula 2-3	1370	300	19,2	22	✓
A. psicomotricidad	1392	300	18,1	22	✓
Comedor	1767	500	17,8	22	✓
Vestuario personal	1567	500	17,4	19	✓
Cocina	1764	500	17,4	22	✓
Almacén alimentos	662	200	16,4	25	✓
Pasillo	633	150	18,9	22	✓
Almacén juguetes	616	200	17,4	25	✓
Almacén limpieza	814	200	15,9	25	✓
Almacén exterior	787	200	16,3	25	✓
Baño 3.1	758	200	16,1	25	✓
Baño 3.2	795	200	15,4	25	✓
Lavandería	1205	300	17,9	25	✓




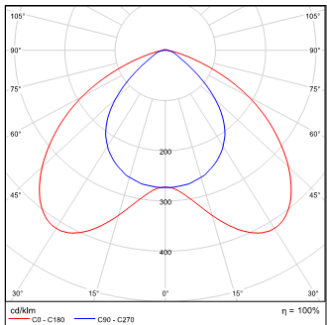
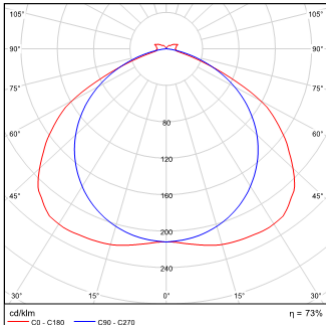
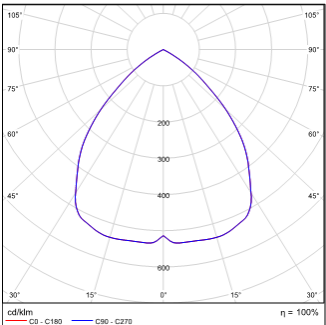
Para el cálculo de la iluminancia, se ha trabajado sobre un plano horizontal colocado a 0,80 metros sobre el suelo, considerando esta altura como la óptima para realizar las actividades de la guardería, y además es coincidente con la altura de las ventanas por donde entra luz solar que también se tiene en cuenta para el cálculo.

Luminarias seleccionadas.

Philips es el fabricante seleccionado debido a que es una marca bastante comercializada en nuestro país, y asimismo presenta un extenso catálogo de luminarias que son de gran ayuda para satisfacer las condiciones de iluminación de la forma más satisfactoria posible.

Se adjunta a continuación la tabla 3 con las luminarias que se han elegido para la iluminación interior del centro infantil así como sus principales características técnicas.

**Tabla 3. Luminarias seleccionadas**

LUMINARIAS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR			
Tipo	1	2	3
Imagen			
Marca	PHILIPS	PHILIPS	PHILIPS
Designación	4MX850 G2 491 1xLED66s/840 PSD DA35-FR	WT360 2xTL5-54W HFP C	BCS490 1xLED-3000 C
Unidades	41	4	19
Potencia [W]	54,5	118,0	24,0
Grado de eficacia de funcionamiento	99,99%	73,00%	100%
Flujo luminoso [lm]	6600	7600	2230
Rendimiento Lumínico [lm/W]	121,1	47,0	92,9
Emisión de Luz / CDL Polar			

### Potencia total instalada en el edificio

Se calcula la potencia total de cada local teniendo en cuenta el tipo de lámpara utilizado en cada uno de ellos:

**Tabla 4. Potencia instalada por módulo**

Habitación	Tipo de Luminarias	Potencia [W]	Nº de Luminarias	Potencia por local [W]
Sala de espera	Tipo 1	54,5	1	54,5
Baño 1	Tipo 3	24	3	72
Despacho	Tipo 1	54,5	3	163,5
Usos múltiples	Tipo 1	54,5	6	327
Baño 2	Tipo 3	24	2	48
Aula 0-1	Tipo 1	54,5	3	235,5
	Tipo 3	24	3	
Aula 1-2	Tipo 1	54,5	3	283,5
	Tipo 3	24	5	
Aula 2-3	Tipo 1	54,5	3	259,5
	Tipo 3	24	4	
Aula psicomotricidad	Tipo 1	54,5	3	163,5
Comedor	Tipo 1	54,5	6	327
Vestuario personal	Tipo 1	54,5	3	163,5
Cocina	Tipo 1	54,5	4	218
Almacén alimentos	Tipo 2	118	1	118
Pasillo	Tipo 1	54,5	4	218
Almacén juguetes	Tipo 2	118	1	118
Almacén limpieza	Tipo 2	118	1	118
Almacén exterior	Tipo 2	118	1	118
Baño 3.1	Tipo 3	24	1	24
Baño 3.2	Tipo 3	24	1	24
Lavandería	Tipo 1	54,5	2	109

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2 del documento básico de ahorro de energía, en la instrucción HE3 de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Al tratarse de un edificio para uso docente, la potencia máxima establecida es de 15 W/m<sup>2</sup>.

En la tabla 5 se exponen los cálculos de la potencia total instalada en el edificio:

**Tabla 5. Comprobación límite potencia instalada**

Potencia Instalada (w)	Área total (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (w/m <sup>2</sup> )	Límite Máximo (w/m <sup>2</sup> )	Cumple
3162,50	494,84	6,39	15,00	✓

#### Sistema de control y regulación.

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de control y regulación un sistema de encendido y apagado manual. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.

#### Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Al tratarse de un edificio de nueva construcción, se aplica lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, concretamente el documento básico de ahorro de energía, en la instrucción HE3 de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Este documento, limita los valores de eficiencia energética de la instalación (VEEI) por cada 100 lux, dependiendo de la actividad realizada en cada local.

A continuación, se presenta la tabla 6, en la que se comparan los valores de eficiencia energética calculados frente a los valores límites establecidos por el Código Técnico.

Tabla 6. Cálculos VEEI

Habitación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (w)	Iluminancia media horizontal (lux)	VEEI (w/m <sup>2</sup> ·100lux)	VEEI Límite (w/m <sup>2</sup> ·100 lux)	Cumple
Sala de espera	19,50	54,5	572	0,489	4,0	✓
Baño 1	9,80	72,0	940	0,782	4,0	✓
Despacho	14,21	163,5	1855	0,620	3,5	✓
A. usos múltiples	87,22	327,0	1388	0,270	3,5	✓
Baño 2	8,70	48,0	682	0,809	4,0	✓
Aula 0-1	40,50	235,5	1314	0,443	3,5	✓
Aula 1-2	40,50	283,5	1457	0,480	3,5	✓
Aula 2-3	40,50	259,5	1370	0,468	3,5	✓
A. psicomotricidad	29,25	163,5	1392	0,402	3,5	✓
Comedor	35,20	327,0	1767	0,526	4,0	✓
Vestuario personal	17,10	163,5	1567	0,610	4,0	✓
Cocina	26,55	218,0	1764	0,465	4,0	✓
Almacén alimentos	9,00	118,0	662	1,981	4,0	✓
Pasillo	68,15	218,0	633	0,505	4,0	✓
Almacén juguetes	10,20	118,0	616	1,878	4,0	✓
Almacén limpieza	8,70	118,0	814	1,666	4,0	✓
Almacén exterior	11,60	118,0	787	1,293	4,0	✓
Baño 3.1	2,90	24,0	758	1,092	4,0	✓
Baño 3.2	2,50	24,0	795	1,208	4,0	✓
Lavandería	12,76	109,0	1205	0,709	4,0	✓

### Resultados gráficos.

Como se muestra en la siguiente ilustración, el programa Dialux, genera los resultados gráficos de las isolíneas y los colores falsos correspondientes a la iluminación interior del centro infantil, no obstante, en el apartado 2.4 de Anexos, se adjuntan los informes de manera más detallada de cada uno de los locales por separado.



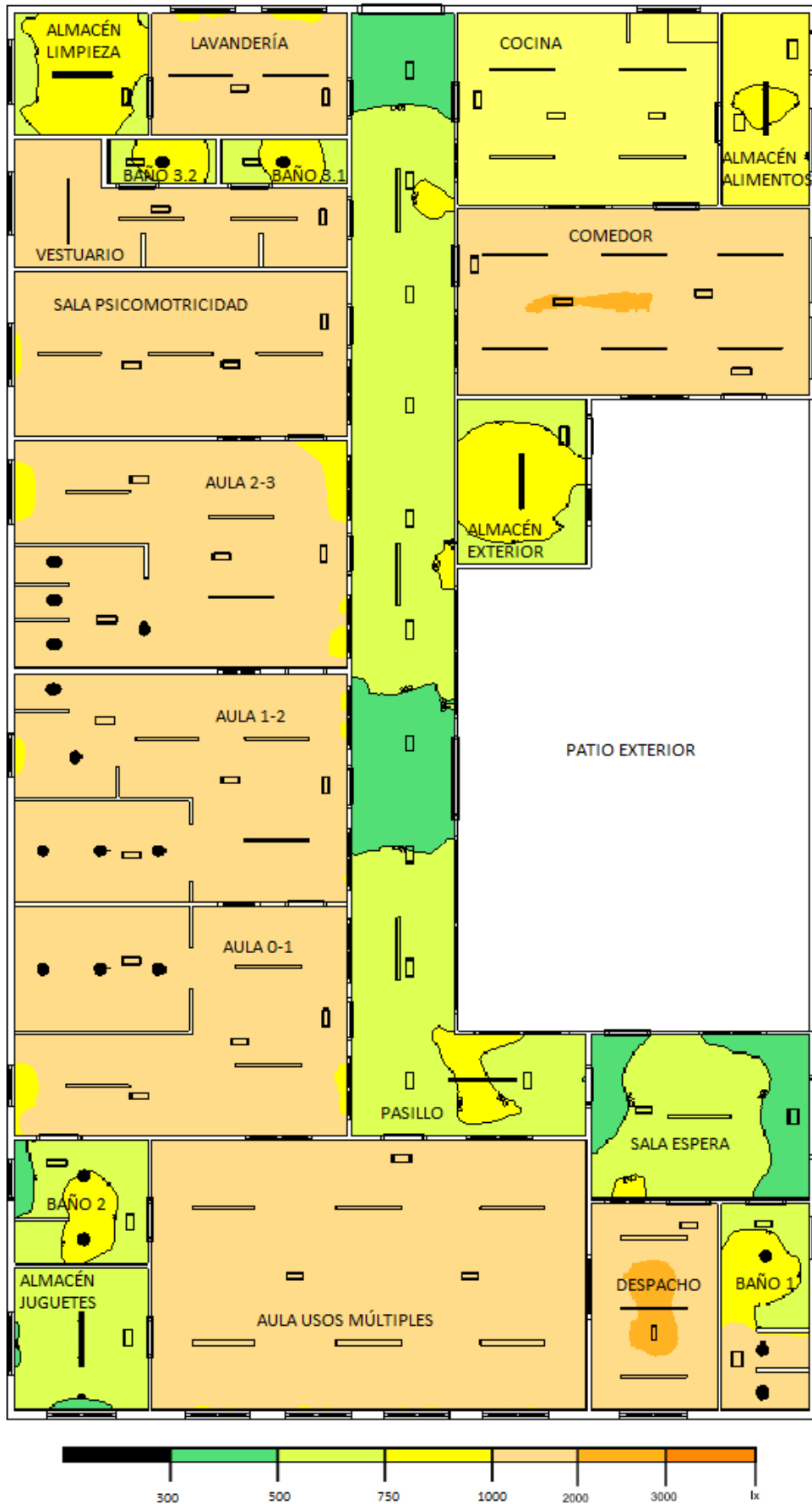


Figure 22. Colores falsos e isolíneas del centro

### 2.7.1.3 Iluminación de Emergencia.

Según el Reglamento Electrónico de Baja Tensión, al tratarse de un edificio destinado para una guardería, se considera un local de pública concurrencia y por lo tanto debe disponer de un alumbrado de emergencia.

Las instalaciones destinadas al alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de alimentación al alumbrado normal, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar la situación de equipos y señales de protección existentes.

#### Criterios mínimos según Reglamento Electrónico de Baja Tensión .

Para cumplir los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y ambiente con un único equipo de alumbrado de emergencia, se instala éste, a 2,90 m por encima del suelo y proporcionando más de 5lx en toda la superficie.

A continuación se presenta la tabla 7 con la comparación entre la intensidad lumínica horizontal mínima proporcionada en cada local y la intensidad lumínica mínima exigida por el reglamento:

**Tabla 7. Límite de iluminancia**


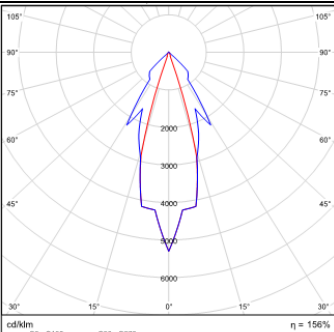
Habitación	Iluminancia mínima horizontal (lux)	Iluminancia mínima límite (lux)	Cumple
Sala de espera	37,8	5	✓
Baño 1	113	5	✓
Despacho	62,2	5	✓
Usos múltiples	36	5	✓
Baño 2	102	5	✓
Aula 0-1	62,9	5	✓
Aula 1-2	69,2	5	✓
Aula 2-3	61,8	5	✓
Aula psicomotricidad	70,4	5	✓
Comedor	55,3	5	✓
Vestuario personal	35,9	5	✓
Cocina	59,4	5	✓
Almacén alimentos	73,1	5	✓
Pasillo	69,3	5	✓
Almacén juguetes	34,2	5	✓
Almacén limpieza	45,3	5	✓
Almacén exterior	45,8	5	✓
Baño 3.1	144	5	✓
Baño 3.2	153	5	✓
Lavandería	53,9	5	✓

### Luminarias seleccionadas.

En esta ocasión, se elige el fabricante Beghelli, que a pesar de no ser una marca demasiado comercializada proporciona unas luminarias muy adecuadas en cuanto a la seguridad. La luminaria que se ha escogido para la instalación proporciona una gran flujo luminoso consumiendo una baja potencia.

Se adjunta a continuación la tabla 8 con la luminaria que se han elegido para la iluminación de emergencia del centro infantil así como sus principales características técnicas:

**Tabla 8. Luminaria de emergencia seleccionada**

LUMINARIAS PARA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	
Tipo	1
Imagen	
Marca	Beghelli
Designación	2079 Lungaluze 2xQT6 10W
Unidades	55
Potencia [W]	20,0
Grado de eficacia de funcionamiento	155,99%
Flujo luminoso [lm]	624
Rendimiento Lumínico [lm/W]	31,2
Emisión de Luz / CDL Polar	

Criterios según el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad en su apartado 4 (SUA 4).

A fin de proporcionar una iluminación adecuada, las luminarias de emergencia se sitúan en:

- Las puertas de salida a los recorridos de evacuación.
- En cualquier cambio de nivel.
- En los cambios de dirección y las intersecciones de pasillos.

La instalación de alumbrado de emergencia está provista de fuente propia de energía y entra en funcionamiento de manera automática al registrar un fallo de alimentación del alumbrado interior. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

Resultados gráficos.

En la figura 23 se representan las isolíneas y los colores falsos correspondientes a la iluminación de emergencia, no obstante, en el apartado 2.4 de los Anexos se pueden observar los cálculos luminotécnicos para cada local proporcionados por Dialux.

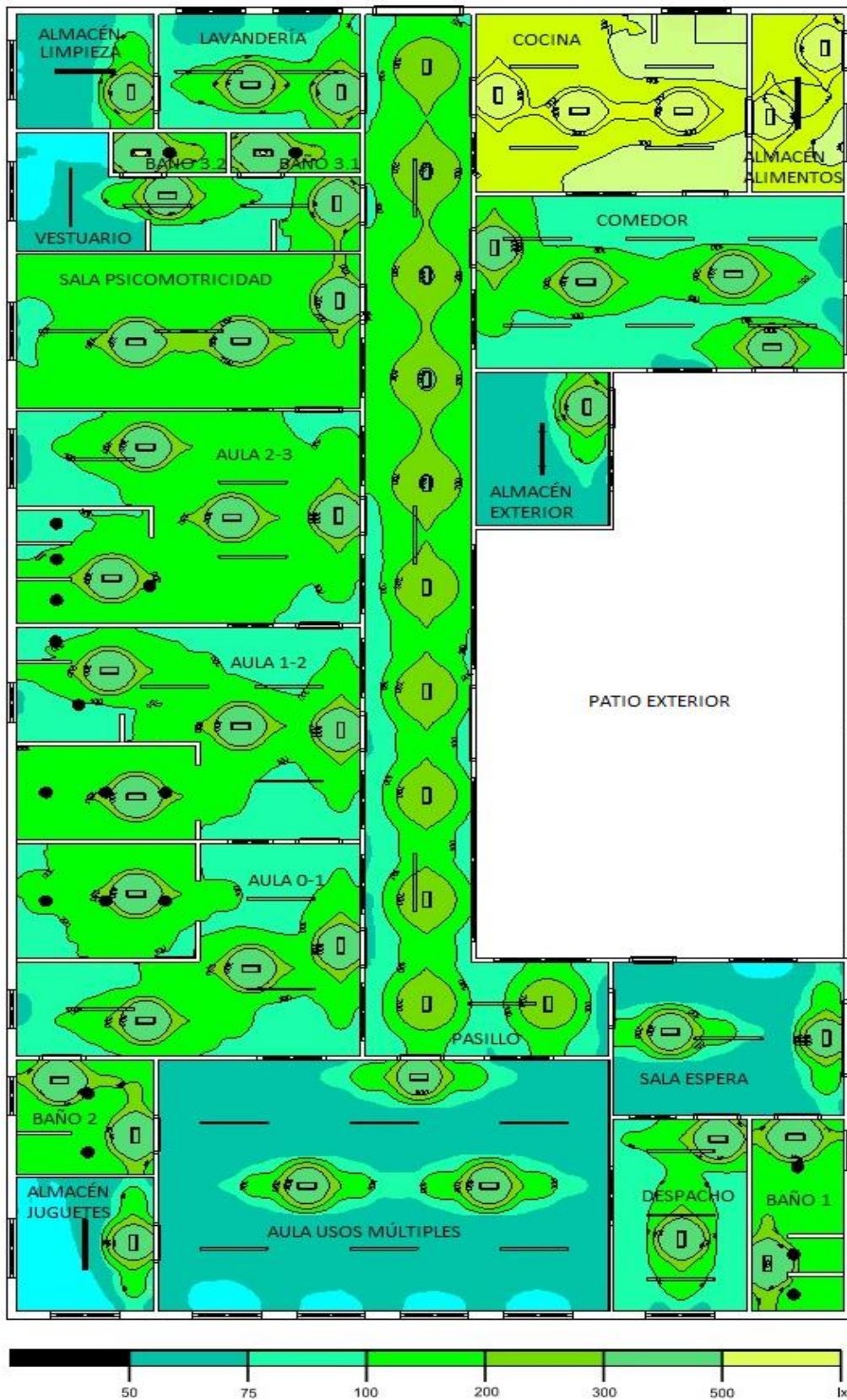


Figura 23. Isolíneas y colores falsos con iluminación de emergencia

## 1.7.2 Instalación de agua caliente sanitaria.

### 1.7.2.1 Fundamento teórico.

#### Declinación Solar ( $\delta$ ).

Es el ángulo formado por la línea Tierra-Sol al mediodía solar, y el plano del ecuador. Para conocer la declinación solar para cada día del año se emplea la siguiente expresión:

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \text{sen} \left( \frac{360 \cdot (284 + n)}{365} \right)$$

donde:

- $\delta$  Declinación Solar. ( $^\circ\text{C}$ )
- $n$  son los días transcurridos del año.

El valor de la declinación solar varía a lo largo del año, de  $23,45^\circ$  (21 de junio), a menos  $23,45^\circ$  (21 de diciembre), pasando por cero en los equinoccios de primavera y de otoño. En el caso de las zonas tropicales, cuando la declinación solar coincide con la latitud de una determinada zona tropical, la radiación solar incide perpendicularmente a la superficie terrestre.

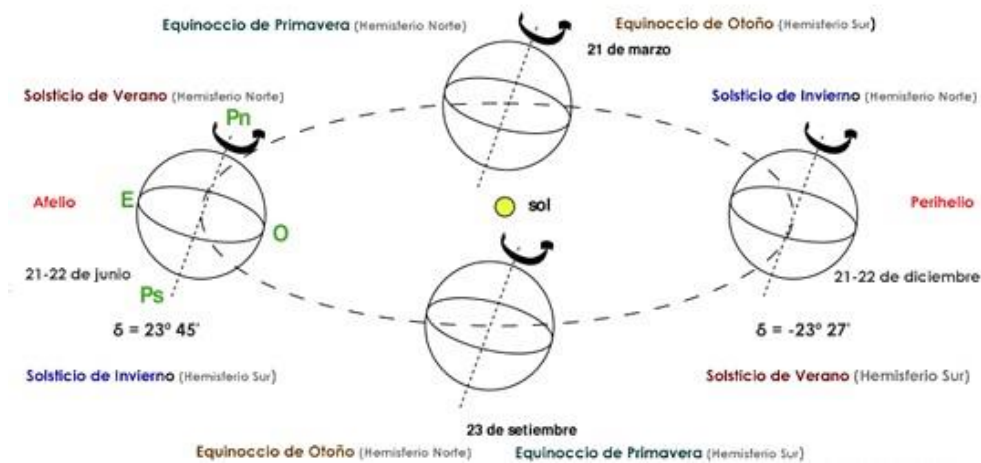


Figura 24. Valores de declinación solar

#### Movimiento del Sol con respecto a un observador terrestre.

Para describir la trayectoria que recorre el sol se puede utilizar una serie de parámetros:

- Altura solar ( $\alpha$ ): Es el ángulo formado por la línea que al observador terrestre y al sol con el plano de la Tierra. Obtendrá valores mínimos en las salidas y puestas del Sol y máximos en el mediodía.

-Azimut ( $\gamma$ ): Es el ángulo formado por la proyección del sol sobre la Tierra con la dirección sur. Su valor es cero cuando se encuentre en la dirección sur. Se divide en horas solares de  $15^\circ$  cada una.

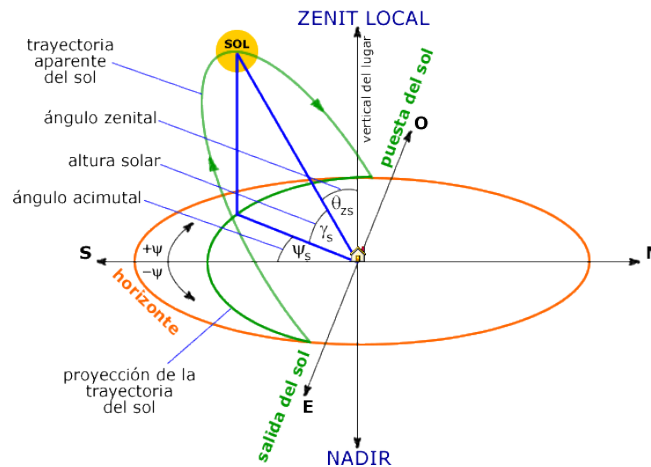


Figura 25. Movimiento del sol respecto a un observador terrestre

-Latitud ( $\phi$ ): Es la latitud de lugar.

-Horario solar ( $\omega$ ): Es el ángulo formado por el sol a partir de su puesta. Viene dado por:

#### Irradiación extraterrestre.

Es la radiación recibida del exterior de la atmósfera recibe el nombre de irradiación extraterrestre,  $H_0$ , y viene dada por la siguiente ecuación:

$$H_0 = \frac{86400 \cdot G_{sc}}{\pi} \cdot \left(1 + 0,033 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{n}{365}\right)\right) (\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \omega_s \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta)$$

donde:

$G_{sc}$  constante solar. Tiene un valor de  $1,367 \text{ W/m}^2$ .  
 $n$  son los días transcurridos del año.

Dado que parte de esta irradiación es absorbida por las nubes o por la polución del ambiente antes de llegar a la Tierra, existe un índice que mide la fracción de energía absorbida, el índice de claridad medio mensual,  $K_T$ , y queda definido de la siguiente manera:

$$K_T = H/H_0$$

donde:

$H$  Irradiación media mensual sobre una superficie horizontal  
 $H_0$  Irradiación extraterrestre.

Como es lógico este valor varía según el lugar y la época del año.

De la energía que irradia el sol, se diferencian los siguientes componentes:



- Una parte llega como *radiación directa*, que son los rayos de sol que producen sombras definidas.
- Otra parte como difusa, que es la que viene de diversas direcciones, producto de la desviación de la radiación directa por las nubes.
- Y la radiación reflejada o de albedo, consecuencia del reflejo en el suelo.

En la figura 26 se ve representado lo explicado anteriormente.

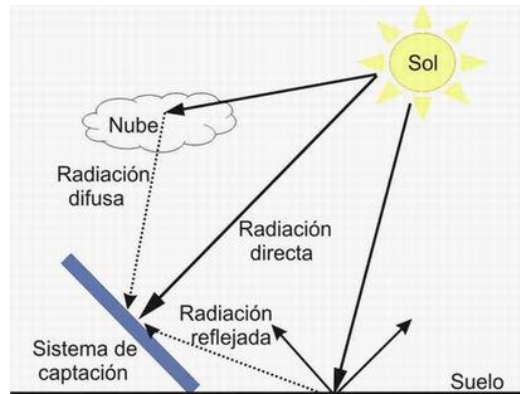


Figura 26. Componentes de la radiación

Este efecto queda modelado según el algoritmo de Liu y Jordan para radiación difusa, que relaciona la radiación mensual media difusa y la reflejada sobre una superficie inclinada:

$$H_T = H_d \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + H \cdot \rho_g \cdot \left( \frac{1 - \cos \beta}{2} \right)$$

donde:

- $H_T$  Radiación reflejada.
- $H_d$  Radiación media mensual difusa.
- $B$  Inclinación de los colectores en grados.
- $\rho_g$  Factor de reflectancia del suelo. Su valor está en torno a 0,2.

#### Descripción general de las instalaciones de energía solar térmica.

La energía solar térmica utiliza parte de la radiación solar para calentar un fluido a temperaturas inferiores a 90°. Esto se puede hacer gracias a los captadores fabricados con materiales con una capacidad de absorción de la radiación y capacidad de transmisión de calor elevada.

La aplicación más utilizada de energía solar térmica es la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS).



-Esquema básico:

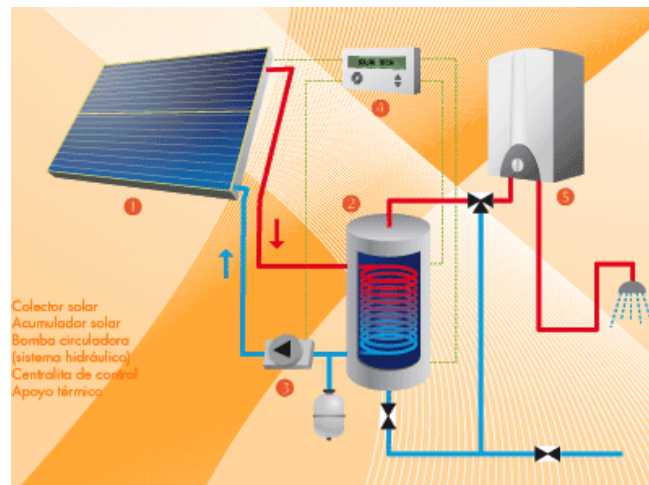


Figura 27. Instalación básica ACS

De manera general un sistema solar térmico está constituido por:

- Sistema de captación: formado por uno o un conjunto de colectores que captan la radiación solar y la transforman en energía térmica. Esta energía es transferida al fluido interior.
- Sistema de acumulación: Constituido por uno o varios acumuladores cuya función es el almacenamiento del agua caliente para su uso.
- Sistema de intercambio: su función es transferir la energía térmica captada en los colectores o circuito primario al circuito secundario o acumuladores.
- Sistema hidráulico: su función es dirigir y bombear el fluido por el sistema solar desde la captación hasta su uso. Está formado por las tuberías, bombas, válvulas, etc.
- Sistema de regulación y control: su función es coordinar y asegurar un correcto funcionamiento del sistema de la manera más eficiente. Puede incorporar algunos elementos de protección eléctrica.
- Sistema de energía auxiliar: su función es aportar la energía necesaria de manera eléctrica normalmente, cuando el sistema principal no cubra la demanda necesaria.

#### Subsistema de captación.

Es una parte fundamental de la instalación. El elemento fundamental es el colector cuya función es absorber la radiación solar en sus dos formas radiación directa y difusa. El colector debe ser lo más eficiente posible ya que existen diversas pérdidas térmicas que pueden minimizar dicha absorción.

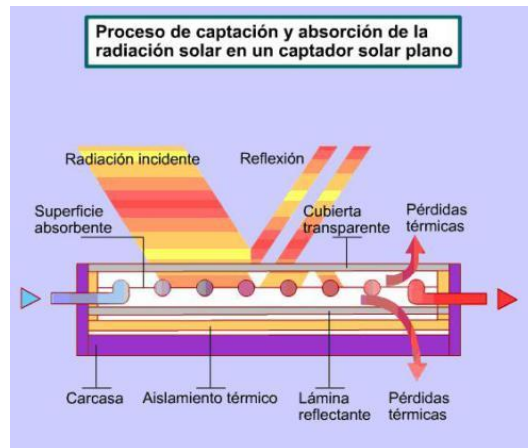


Figura 28. Proceso de captación

### Elementos del colector.

El colector está formado por una cubierta de vidrio, tuberías de circulación interior, la superficie absorbente y la carcasa aislante. Estos se pueden encontrar dispuestos de distintas maneras.

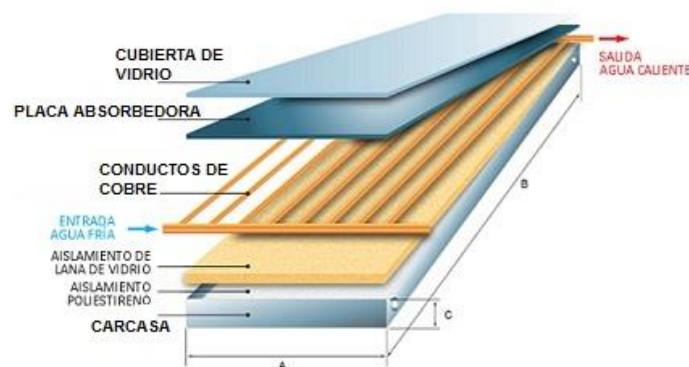


Figura 29. Elementos del captador

- La cubierta de cristal es la encargada de evitar en cierta medida las pérdidas energéticas debidas a la emisión de radiación infrarroja cuando se incrementa la temperatura de la placa absorbente, y además favorece al efecto invernadero y protege la placa del desgaste.

- Las tuberías internas puede adoptar muchas formas, normalmente tienen forma de serpentina.

- La placa absorbedora es la pieza fundamental del colector, de ella depende la cantidad de energía captada que posteriormente será transferida al fluido en circulación.

- Las capas aislantes evitan la cesión de calor al exterior.

### Tipos de colector.

Existen varios tipos de colectores, no obstante solo se mencionan los dos más comunes:

- Colector de placa plana: es el más tradicional.
- Colector de tubo de vacío: es más sofisticado que el anterior pero su montaje es complicado y su coste elevado.

### Curvas de rendimiento

Para hallar el rendimiento de un colector en cualquier circunstancia se utiliza las curvas de rendimiento estacionario del colector. Estas curvas las proporciona normalmente el fabricante que es el que le realiza los tests que establecen la eficiencia del mismo al relacionar diferencias de temperatura e intensidad. Al realizar el ensayo se obtiene una nube de puntos que al ajustar mediante curvas cuadráticas nos ofrece el referido rendimiento. Dicho ajuste queda representado de la siguiente manera:

$$\eta = \eta_0 - \alpha_1 \cdot \frac{T_{trab} - T_m}{I} - \alpha_2 \cdot \frac{(T_{trab} - T_m)^2}{I}$$

donde:

- $\eta$  rendimiento del colector (%).
- $\eta_0$  rendimiento óptico del colector (%).
- $\alpha_1$  coeficiente de transferencia de calor lineal ( $W/m^2K$ ).
- $\alpha_2$  coeficiente de transferencia de calor cuadrático ( $W/m^2K^2$ ).
- $T_m$  temperatura media del ambiente (K).
- $T_{trab}$  temperatura de trabajo (K).
- $I$  intensidad solar sobre la superficie del colector ( $W/m^2$ ).

### Pérdidas por orientación e inclinación.

Existen unos límites en la inclinación de los captadores ( $\beta$ ) en función de la desviación respecto al sur ( $\alpha$ ) recogidos en el pliego de condiciones del IDAE.

Dichos límites vienen recogidos en la figura 30:

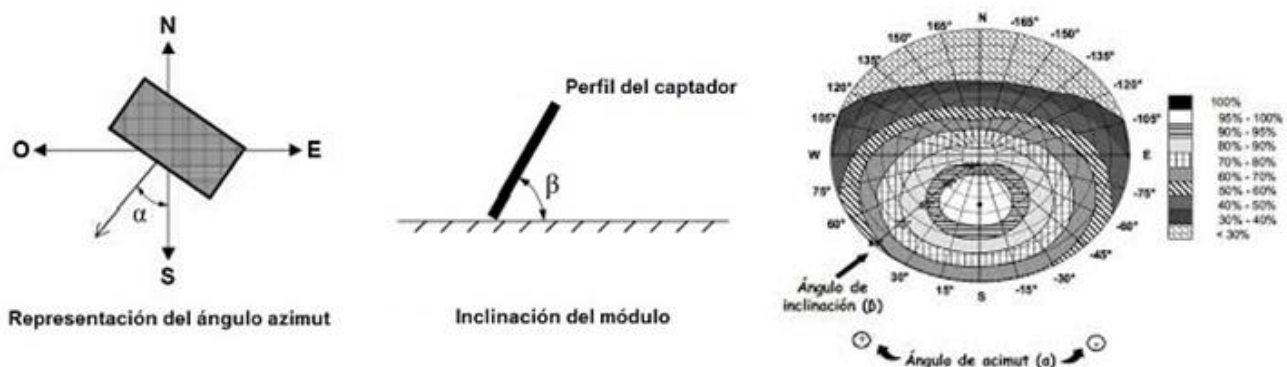


Figura 30. Orientación e inclinación

Además el IDAE proporciona unos valores máximos de pérdidas según el tipo de instalación:

**Tabla 9. Valores máximos de pérdidas**

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

- General es el caso en el que las placas están colocadas en el techo con su estructura correspondiente.

- Superposición es el caso en el que las placas están colocadas de manera paralela a la cubierta sin estar de manera horizontal.

- Integración arquitectónica es el caso en el cual los colectores cumplen una función energética y estética en el tejado, pared o cualquier otro lugar con incidencia solar.

#### Estructura soporte.

Dichas estructuras son las encargadas de sostener a los colectores, además de proporcionarles una cierta rigidez. A la hora de dimensionarlas se debe tener en cuenta la carga de nieve y la velocidad del viento en el lugar.

Además dicha estructura debe permitir la posible dilatación térmica de algunos de sus componentes. Un material bastante utilizado es el acero galvanizado.

No se permite que la estructura soporte arroje sombras sobre los captadores.

#### Subsistema de almacenamiento.

Es una parte importante, encargada de almacenar el fluido caliente para su uso, además en él se puede producir el intercambio térmico. Hay varios parámetros a la hora de elegir o diseñar el acumulador. Los dos más importantes son el material y el volumen de acumulación.

Es muy importante en este subsistema el apartado sanitario, debido a que bajo algunas condiciones ambientales se puede desarrollar una bacteria, conocida como la legionella pneumofilla que provoca legionelosis. Este tipo de bacteria tiene una velocidad de reproducción muy alta cuando el agua está entorno a 35°C. Es por esto por lo que la temperatura de acumulación debe situarse a mínimo 70°C.

### Subsistema de intercambio.

Es la parte del sistema en la cual se produce el intercambio de energía térmica en el fluido de trabajo. Este transferencia tiene lugar entre el circuito primario o circuito de colectores y el circuito secundario o circuito de consumo. Dichos intercambiadores soportan muy bien las alta temperaturas. Podemos diferenciar dos tipos:

- Intercambiadores internos: están incorporados en el interior de los acumuladores. Suelen ser intercambiadores de serpentín que consiste en un tubo enrollado en forma de espiral y con el fluido de trabajo circulando en su interior.
- Intercambiadores externos: son aquellos que se instalan independiente y externamente a los acumuladores. En este tipo de instalación se necesitan dos s para transferir el fluido del circuito primario al secundario. La principal ventaja es el fácil mantenimiento y que se puede ampliar con relativa facilidad.

### Circuito hidráulico.

Para un correcto funcionamiento de una instalación solar térmica se debe tener en cuenta el circuito que adopta la instalación, es decir, el trazado de las conducciones hidráulicas.

El circuito hidráulico es una parte importante en cualquier instalación solar y se conforma por la conexión de los colectores, su disposición, conexión de todas las tuberías, bombas de circulación, aislamientos, válvulas, etc.

### Equilibrado hidráulico.

Es muy importante, en el diseño, que el recorrido hidráulico que se realiza a través de los colectores sea igual para todos, es decir, que este equilibrado.

Hay varias posibilidades en el diseño del circuito hidráulico pero el más equilibrado es el **retorno invertido**. Siempre que sea viable es recomendable esta opción.

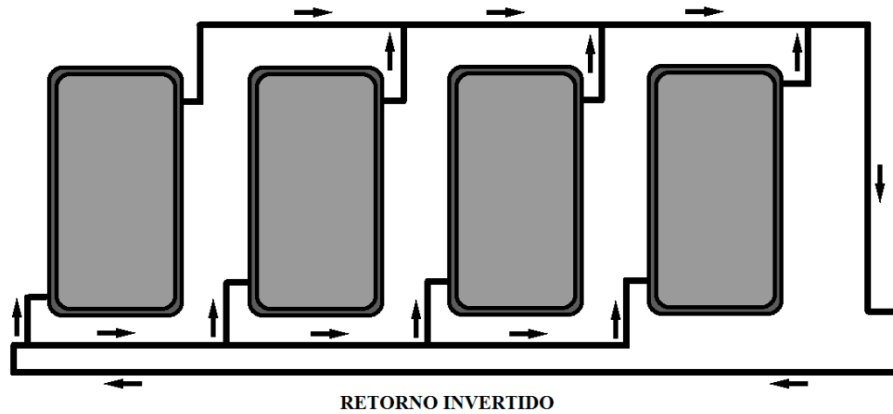


Figura 31. Circuito de retorno invertido

Como podemos observar en el esquema se lleva el fluido frío al colector más alejado y a partir de éste se distribuye a todos los colectores. La salida de agua caliente se realiza por la parte superior opuesta a la conexión de entrada. Y además el colector que había sido alimentado por el fluido frío en último lugar, es el primero en expulsar el fluido ya caliente.

No obstante y en la medida de lo posible al montar este tipo de circuito la parte más corta del circuito primario debe corresponder con los tramos de salida caliente de los colectores, logrando así disminuir las pérdidas térmicas.

#### Modos de conexión.

Para la conexión de los colectores entre sí podemos diferenciar varias configuraciones:

- En serie:

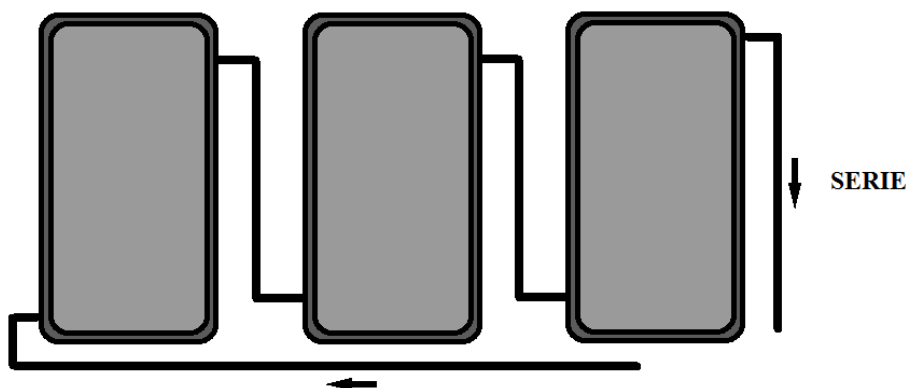


Figura 32. Circuito en serie

- En paralelo:

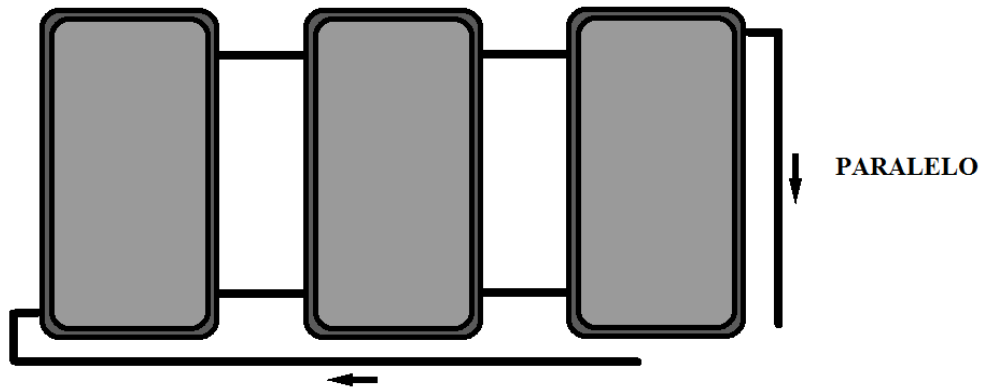


Figura 33. Circuito en paralelo

- En serie-paralelo:

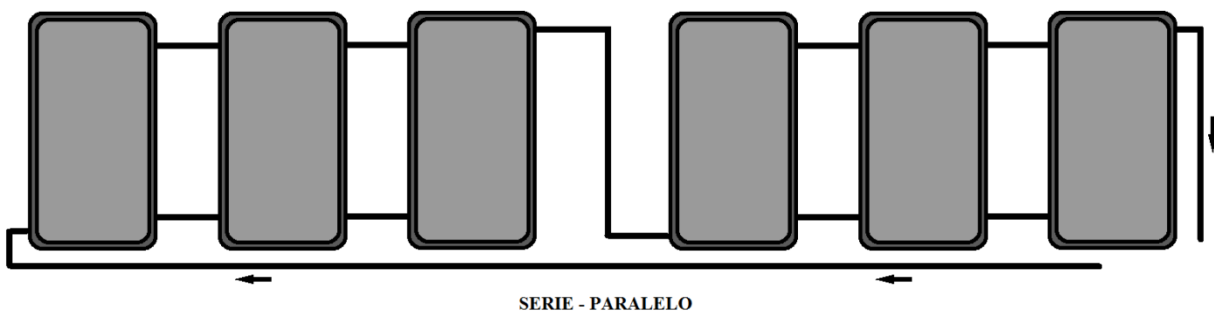


Figura 34. Circuito en serie-paralelo

### Otros componentes.

Además de lo anteriormente descrito, a la hora de diseñar el circuito hidráulico debemos considerar aquellas condiciones o circunstancias más desfavorables con el fin de intentar paliarlas o disminuirlas lo máximo posible.

Un aspecto importante es definir el fluido de trabajo ya que según el fluido elegido varían los componentes.

- Fluido caloportador: en las instalaciones solares térmicas el fluido de trabajo suele ser el agua o el agua con aditivos (anticongelantes). Las ventajas del agua son que no es tóxico ni inflamable, además de ser barato y fácil de conseguir.
- Bombas de circulación: su principal función es impulsar el fluido a su paso por el circuito hidráulico. En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se debe disponer de dos bombas idénticas colocadas en paralelo, una de reserva, en ambos circuitos

y además su funcionamiento debe ser alternativo, tanto manual como automático.

- Tuberías y aislamiento: en las instalaciones solares térmicas el fluido que circula por el interior de los tubos, que se acumula en el acumulador o que pasa a través de accesorios hidráulicos suele estar a una temperatura elevada, por lo que se producen pérdidas de calor a través de juntas, por radiación o por convección. Para reducir este tipo de pérdidas es importante el aislamiento del sistema para minimizarlas de manera notable.

- Vaso de expansión: este tipo de accesorios se emplea para absorber la dilatación del fluido de trabajo. Suele estar situado en la aspiración de la bomba. Hay dos tipos: vasos de expansión cerrados y abiertos. Para definir este accesorio debemos tener en cuenta el volumen del vaso y la presión de tarado de la válvula de seguridad.

- Purgador: su función principal es la de evacuar los gases y separarlos del fluido. Suele ir colocado en zonas altas de la instalación.

- Valvulería y accesorios: es una parte fundamental de la instalación y según la función para la que esté diseñado sera de un tipo u otro como podemos observar en la tabla 10:

**Tabla 10. Tipos de esferas**

<b>Función</b>	<b>Tipo de válvula</b>
Aislamiento	Esfera
Retención	Disco doble compuerta/claveta/especiales
Seguridad	Resorte
Equilibrado	Asiento
Purga de aire	Esfera/macho
Llenado	Esfera
Vaciado	Esfera/macho



Como podemos observar el tipo de válvula más común es la de tipo esfera.



**Figura 35. Válvula tipo esfera**

Además existen una serie de elementos esenciales tales como manómetros o termómetros que son vitales para un correcto control de la instalación.

#### Subsistema de apoyo.

Las instalaciones solares térmicas teniendo en cuenta razones técnicas y económicas no debe llegar a cubrir nunca el 100% de la demanda a lo largo de un año completo. Es por ello que se han diseñado los subsistemas de apoyo capaces de cubrir ese pequeño porcentaje que no cubre la parte solar térmica.

Normalmente este sistema de apoyo es alimentado eléctricamente y está construido para aportar la suficiente energía para la producción total de agua caliente.

#### Regulación y control.

En instalaciones en las que se le suministra energía al fluido mediante bombas es esencial instalar un sistema de control que es el encargado de activar dichas bombas. Como principio básico las bombas no pueden estar en funcionamiento cuando las variaciones de temperatura sean inferiores a 2°C ni paradas con variaciones de temperatura superiores a 7°C.

En las instalaciones es importante colocar correctamente los sensores de temperatura.

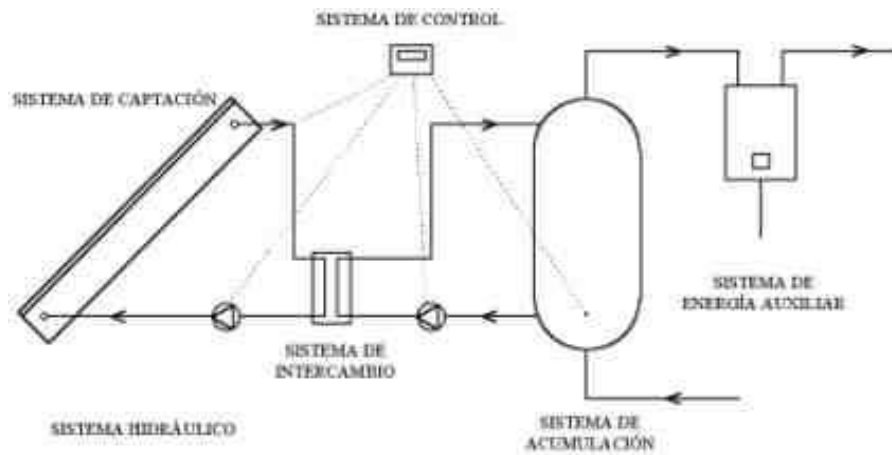


Figura 36. Sistema de control en instalación ACS

### 1.7.2.2 Demanda de agua caliente sanitaria.

La demanda diaria y mensual de agua caliente sanitaria necesaria para la guardería es obtenida considerando que la instalación acoge un máximo de 31 alumnos y 8 profesores y que el consumo medio por persona es de 21 l/día.

Además el centro cuenta con una cocina/comedor, una lavandería y un vestuario personal, el cual, sólo es utilizado por trabajadores del centro.

A continuación, en la tabla 11 se muestra un resumen del agua consumida diariamente:

Tabla 11. Consumos diarios de agua

Demanda de ACS				
Zona de consumo	Unidad	Número	Consumo (l/día)	Consumo total (l/día)
Centro infantil	Alumno	31	21	651
Vestuario	Persona	8	21	168
Cocina	Servicio	30	3	90
Lavandería	Kg de ropa	5	3	15
Total				924

Según lo estimado, se extrae una demanda diaria de agua caliente sanitaria de 924 l/día o 0,924 m<sup>3</sup>/día.

### 1.7.2.3 Demanda de energía.

Tomando como temperatura de acumulación o de servicio del ACS de 60°C, que será la utilizada en la escuela infantil y utilizando los valores de la temperatura del suministro de agua de la red para la localidad de Santa cruz de Tenerife, se obtiene la demanda de energía mensual reflejada en la tabla 12:

Tabla 12. Resumen de demandas

Mes	Días	Perfil de Consumo (%)	Consumo ACS (l/día)	Demanda ACS (l/mes)	Temperatura agua fría (°C)	Demanda energía (MJ/mes)	Demanda energía (Kcal·1000/mes)
Enero	31	100	924	28644	15	5396,96	1288,98
Febrero	28	100	924	25872	15	4874,67	1164,24
Marzo	31	100	924	28644	16	5277,03	1260,336
Abril	30	100	924	27720	16	5106,80	1219,68
Mayo	31	100	924	28644	17	5157,09	1231,692
Junio	30	100	924	27720	18	4874,67	1164,24
Julio	31	100	924	28644	20	4797,30	1145,76
Agosto	31	100	924	28644	20	4797,30	1145,76
Septiembre	30	100	924	27720	20	4642,55	1108,8
Octubre	31	100	924	28644	18	5037,16	1203,048
Noviembre	30	100	924	27720	17	4990,74	1191,96
Diciembre	31	100	924	28644	16	5277,03	1260,336
Media		100	924	28105	17,33	5019,11	1198,736
Anual			11088	337260		60229,29	14384,832

De la tabla se extrae un consumo medio de 28105 litros al mes y una demanda media de energía de 5019,11 MJ. Además se observa la necesidad de instalar equipos capaces de suministrar una potencia de 1910,51 W de media mensual.

#### 1.7.2.4 Radiación sobre superficie inclinada.

La energía que incide en un día medio de cada mes sobre cada m<sup>2</sup> de superficie horizontal de captación (H), puede conocerse a través de las tablas proporcionadas por distintos organismos, en este caso se extraen los datos de el "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT".

A los datos obtenidos anteriormente se les aplica los siguientes factores de corrección debido a que:

- Como los captadores están inclinados un ángulo beta, se necesita saber la energía incidente (RI) en el plano de captación. Para ello se emplea un factor de corrección K, que también figura en dichas tablas en función del lugar de emplazamiento y del ángulo de inclinación beta.
- Además se producen unas pequeñas pérdidas, ya que no toda la energía captada en todo momento se intercambia, debido a un ciclo de histéresis en la regulación. Éstas pérdidas se estiman en un 6%, por lo que se puede considerar un factor de valor 0,94 que multiplicado por RI nos ofrece un valor más real de la energía aprovechable.

- Asimismo, también existen pérdidas de captación, debidas a una orientación e inclinación de los captadores distinta a la óptima. Para ello se emplea en factor de corrección FI.

- Finalmente, la instalación también puede presentar pérdidas debidas a la existencia de sombras. Para evaluar éstas pérdidas se utiliza el factor de corrección FS.

En el caso de este edificio, al ser una instalación con consumo constante durante todo el año, la inclinación de los captadores coincide con la latitud del lugar de forma aproximada, siendo la latitud 28 grados y la inclinación 30 grados. Suponemos factor FI=1.

Al mismo tiempo, consideramos FS=1 ya que esta instalación no tiene pérdidas por sombras.

Teniendo en cuenta todos los factores anteriores, el cálculo de radiación solar, mensual y anual, se resume en la tabla 13:

Tabla 13. Resumen de radiación

Mes	Días del mes	Radiación disponible en el plano horizontal (kw·h/m <sup>2</sup> ·día)	Radiación disponible en el plano horizontal (KJ/m <sup>2</sup> ·día)	K	Factor de histéresis	FI	FS	Radiación disponible en el plano orientado e inclinado (MJ/m <sup>2</sup> ·mes)
Enero	31	3,47	12492	1,22	0,94	1	1	444,10
Febrero	28	4,22	15192	1,15	0,94	1	1	459,83
Marzo	31	5,04	18144	1,07	0,94	1	1	565,73
Abril	30	6,11	21996	0,98	0,94	1	1	607,88
Mayo	31	6,59	23724	0,92	0,94	1	1	636,01
Junio	30	7,22	25992	0,89	0,94	1	1	652,35
Julio	31	7,6	27360	0,92	0,94	1	1	733,49
Agosto	31	7,02	25272	0,99	0,94	1	1	729,06
Sept.	30	5,9	21240	1,09	0,94	1	1	652,88
Oct.	31	4,79	17244	1,2	0,94	1	1	602,99
Nov.	30	3,7	13320	1,27	0,94	1	1	477,04
Dic.	31	3,17	11412	1,27	0,94	1	1	422,33
Anual								6983,69

Se observa que la ubicación del edificio es muy buena al no presentar pérdidas ni por inclinación ni por sombras.

#### 1.7.2.5 Elección de captadores.

Se elige el captador comparando los rendimientos de tres modelos comerciales de diferentes fabricantes:

Tabla 14. Posibles captadores

Datos del fabricante			
Colector	Rendimiento óptico	Coefficiente global de pérdidas	Factor de eficiencia
Vitosol 100	0,840	3,36	0,013
Wagner VACO-CP7	0,645	1,016	0,002
Thermomax TMO500	0,810	1,2	0,007

Considerando una temperatura de funcionamiento de 60°C y sabiendo que la intensidad solar es el resultado de dividir la radiación incidente en el plano orientado e inclinado entre las horas útiles de sol diarias. A partir de los datos proporcionados por el fabricante y la temperatura media del ambiente obtenida de la “Agencia Estatal de Meteorología” se obtiene la siguiente gráfica comparativa:

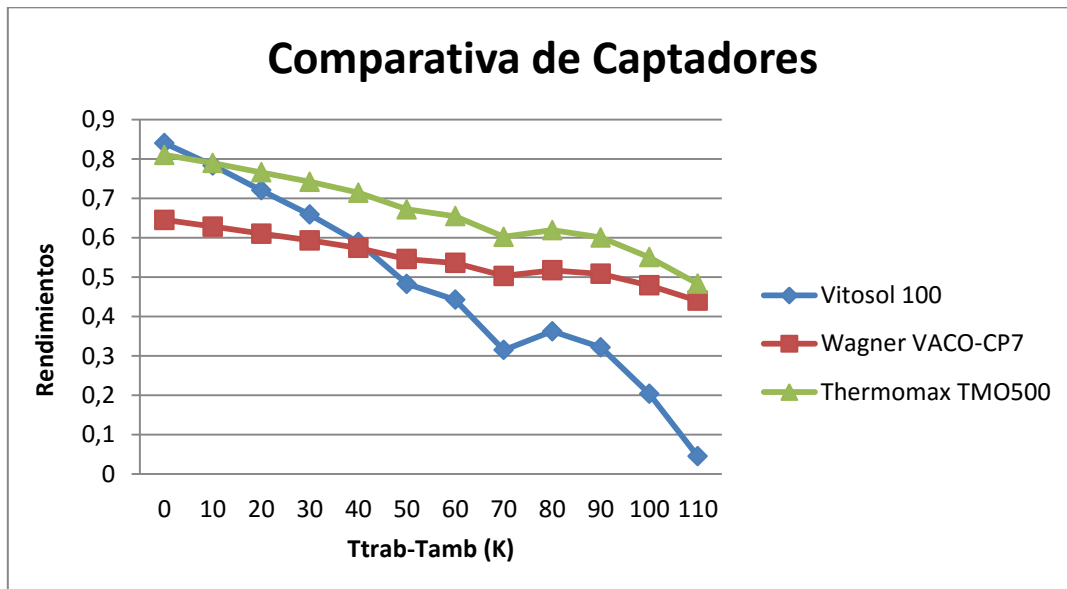



Figura 37. Comparativa de rendimientos de los captadores

Suponiendo una temperatura media del ambiente de 20°C y una temperatura de trabajo de 60°C se trabaja en un gradiente de temperatura ( $T_{trab}-T_{amb}$ ) de 40 K. Se observa que en este punto del gráfico los captadores Vitosol y Wagner proporcionan el mismo rendimiento, mientras que el rendimiento del captador de la marca Thermomax es ligeramente superior.

No obstante, como la diferencia de rendimientos es pequeña, se elige el Vitosol 100 debido a un mayor desarrollo comercial en España de esta marca con respecto a las otras dos y presenta la ventaja que no necesita inclinación para favorecer la circulación del fluido por el interior de los tubos.

- Colector seleccionado:

Tabla 15. Captador elegido

Tipo de Colector							
	Modelo	Tipo	Superficie Captación (m <sup>2</sup> )	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg)
		Viessmann Vitosol 100	s 2.5	2,50	1138	2385	102

#### 1.7.2.6 Rendimiento del colector.

Una vez elegido el modelo de captador a utilizar, se procede al cálculo de su rendimiento mensual y se representa en la tabla 16:

Tabla 16. Rendimiento del colector

Mes	Horas útiles de sol	Intensidad Solar (W/m <sup>2</sup> *dia)	Temperatura ambiente media (°C)	Temperatura de Trabajo (°C)	Rendimiento del colector (%)
Enero	8,00	497,42	18,2	60	51
Febrero	8,50	536,68	18,3	60	54
Marzo	9,00	563,25	19,0	60	56
Abril	9,50	592,48	19,7	60	58
Mayo	10,00	569,90	21,0	60	58
Junio	11,00	549,11	22,9	60	58
Julio	11,50	571,52	25,0	60	61
Agosto	11,00	593,89	25,5	60	62
Septiembre	10,00	604,51	24,9	60	62
Octubre	9,00	600,35	23,4	60	61
Noviembre	8,50	519,65	21,3	60	55
Diciembre	7,50	504,58	19,4	60	53

Se observa que en los meses de verano es donde el colector presenta un mayor rendimiento y es debido a que al haber más radiación solar y más horas útiles de sol, la intensidad solar es mayor. Además, en invierno, la temperatura ambiente es menor, por lo tanto la diferencia de temperatura con respecto a la temperatura del fluido del captador aumenta y disminuye el rendimiento del colector.

- Estructura soporte de los colectores:

Para el tipo de instalación requerida el fabricante proporciona la disposición y las medidas de la estructura soporte de los captadores, siendo éstas las indicadas en la figura 38:

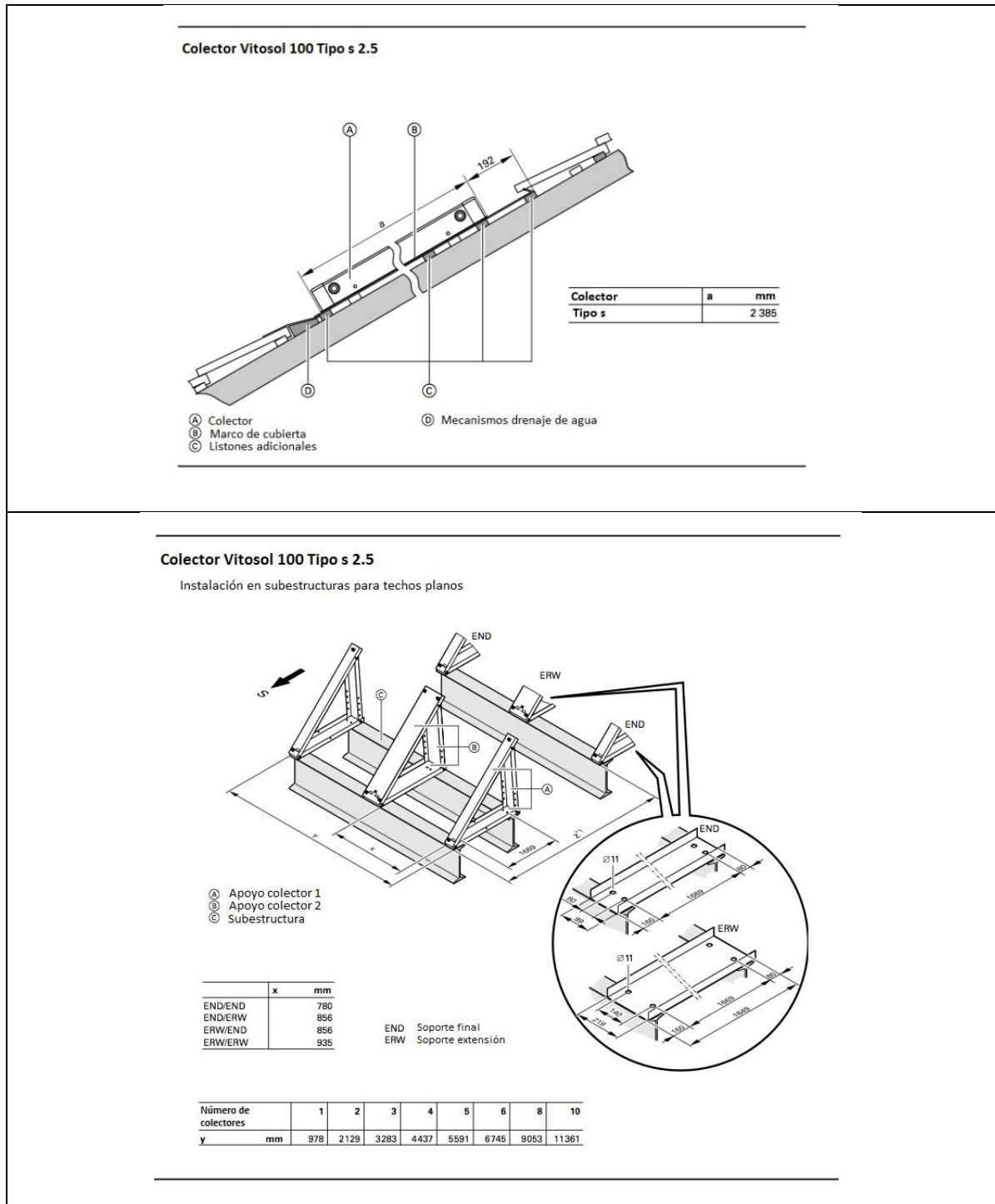


Figura 38. Estructura soporte

### 1.7.2.7 Energía aportada por los captadores.

Una vez obtenida la radiación solar que incide sobre el plano orientado e inclinado de los captadores, y los rendimientos de los mismos, se calcula la energía real aportada por el sistema ( $Q_{\text{útil}}$ ):

Tabla 17. Energía aportada

Mes	Días del mes	Radiación incidente en el plano orientado e inclinado ( $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{mes}$ )	Rendimiento mensual de los colectores (%)	Energía REAL aportada ( $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{mes}$ )
Enero	31	444,10	51	227,37
Febrero	28	459,83	54	246,84
Marzo	31	565,73	56	314,89
Abril	30	607,88	58	350,03
Mayo	31	636,01	58	365,94
Junio	30	652,35	58	378,62
Julio	31	733,49	61	444,76
Agosto	31	729,06	62	451,11
Sept.	30	652,88	62	403,75
Oct.	31	602,99	61	365,50
Nov.	30	477,04	55	263,47
Dic.	31	422,33	53	222,64
Anual		6983,69		4034,95

Se puede observar que es en los meses de verano cuando los captadores aportan mayor cantidad de energía, ya que, es en estos meses cuando existe mayor radiación incidente y además los colectores presentan mayores rendimientos.

### 1.7.2.8 Rendimiento medio anual.

El rendimiento medio anual es el resultado de dividir la energía real aportada entre la radiación incidente en el plano en términos anuales, obteniendo un 57,78%

### 1.7.2.9 Estimación de la superficie de captación.

La superficie de captación necesaria ( $S_c$ ) se estima suponiendo la contribución solar mínima de un 60%. Dicho valor, es obtenido a partir de la Tabla 2.1 de DB HE 4, por encontrarse el edificio en Canarias, zona V, y exigir una demanda correspondiente al intervalo [50-5000 l/d]. Se obtiene una superficie de captación de 8,956  $\text{m}^2$ .



### 1.7.2.10 Número de colectores.

Para conocer el número de colectores necesarios para satisfacer las condiciones anteriormente mencionadas se divide la superficie de captación estimada entre la superficie de un captador. Lo que resulta un total de 4 colectores para la instalación.

### 1.7.2.11 Superficie de captación recalculada.

Una vez obtenida la superficie de captación de forma estimada y a su vez el número de colectores necesarios, se utiliza el área del colector proporcionada por el fabricante para obtener el valor la contribución solar mínima obteniendo un 66,99%.

La superficie de captación recalculada es de 10 m<sup>2</sup> que es ligeramente superior a la estimada con anterioridad:

### 1.7.2.12 Fracción Solar.

La fracción solar mínima que es el cociente de la energía aportada en la superficie de captación de los captadores entre la demanda de energía. Los resultados obtenidos mensualmente se resumen en la tabla 18:

Tabla 18. Fracción solar

Mes	Energía REAL aportada en el plano inclinado (MJ/mes)	Demanda energía (MJ/mes)	Fracción Solar
Enero	2273,73	5396,96	0,4213
Febrero	2468,42	4874,67	0,5064
Marzo	3148,95	5277,03	0,5967
Abril	3500,30	5106,80	0,6854
Mayo	3659,43	5157,09	0,7096
Junio	3786,23	4874,67	0,7767
Julio	4447,65	4797,30	0,9271
Agosto	4511,14	4797,30	0,9403
Sept.	4037,47	4642,55	0,8697
Oct.	3655,02	5037,16	0,7256
Nov.	2634,73	4990,74	0,5279
Dic.	2226,44	5277,03	0,4219
Anual	40349,49	60229,29	0,6699

Representación gráfica:

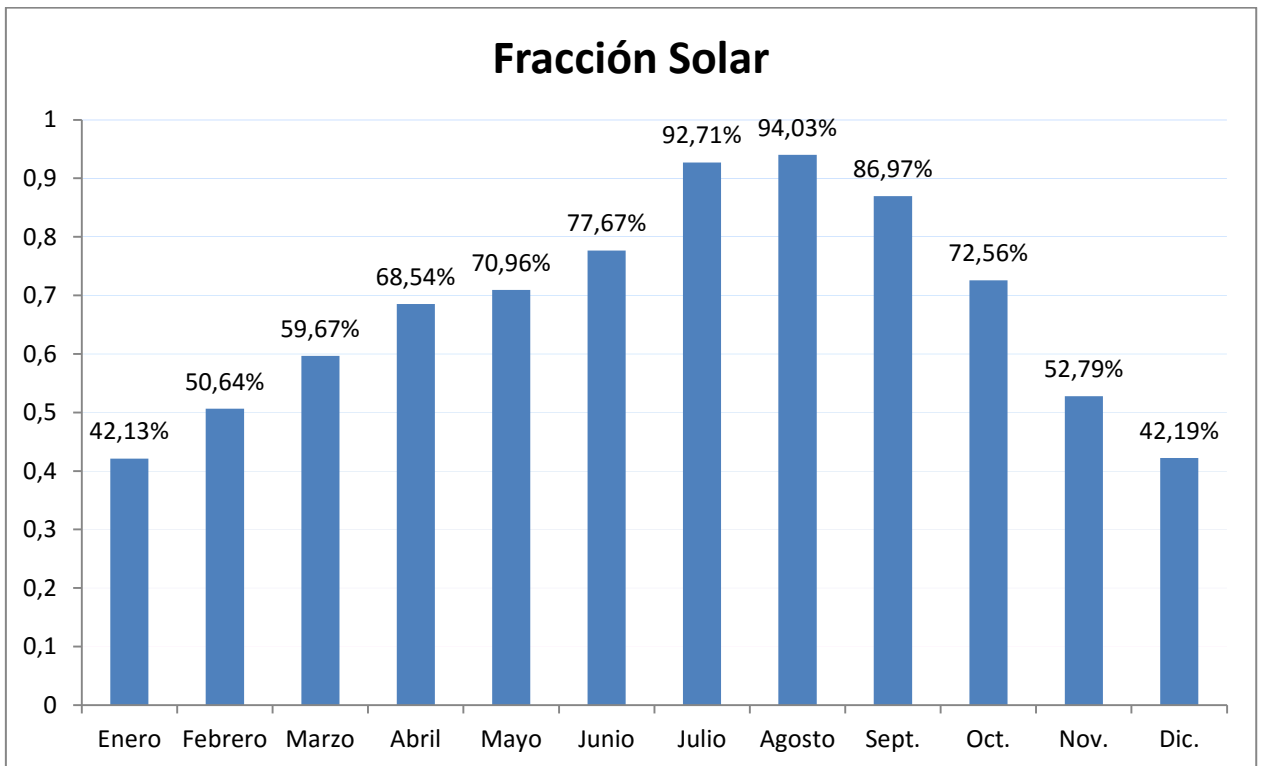


Figura 39. Fracción solar según mes

- Gráfico comparativo de demanda de energía vs aportación de energía.

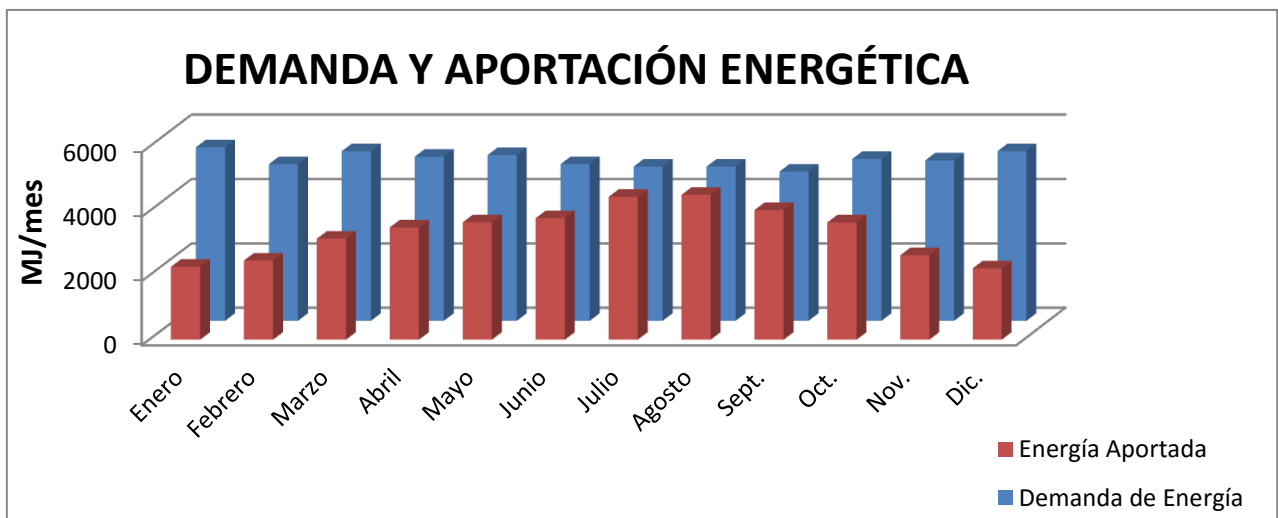


Figura 40. Energía aportada frente a la demanda

Como se puede observar en el gráfico anterior, la energía aportada aumenta en los meses de verano, debido a que en esta época del año existe una mayor radiación solar y además hay mayor número de horas de sol diarias.

### 1.7.2.13 Esquema de la instalación ACS.

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1) Colectores.           | 7) Válvula antirretorno. |
| 2) Sistema de control.   | 8) Válvulas de cierre.   |
| 3) Acumulador solar.     | 9) Purgador.             |
| 4) Calentador eléctrico. | 10) Termostato.          |
| 5) Vaso de expansión.    | 11) Manómetro.           |
| 6) Bombas.               | 12) Punto de consumo.    |

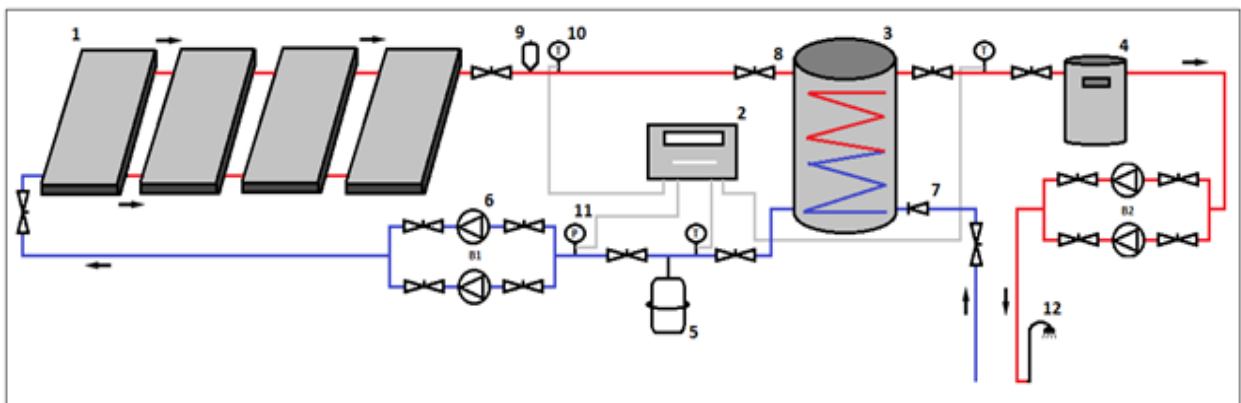


Figura 41. Esquema de la instalación

### 1.7.2.14 Conexión de captadores.

La conexión de captadores se realiza respetando que el caudal que circula por todos los colectores sea el mismo, evitando que unos trabajen con más flujo que otros debido a que el fluido tiende a recorrer prioritariamente en recorrido más fácil. De este modo se consigue que todos los colectores trabajen con rendimientos similares, provocando en el fluido saltos térmicos aproximadamente iguales entre la entrada y la salida del panel.

Otras consideraciones que se tienen en cuenta son:

- Prestar atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- Los captadores se disponen en una misma fila los cuatro paneles.
- Instalar una válvula de seguridad en la fila.
- Permitir desmontar los captadores con facilidad y comodidad.
- La entrada del fluido a los paneles es por la parte inferior de éstos.

- La salida del fluido es por la parte superior de los paneles, opuesta a la entrada.
- Evitar en la distribución bolsas de aire o vapor.

Comparativa entre conexión en serie y paralelo:

La conexión en serie se utiliza para conseguir elevadas temperaturas, ya que, el fluido pasa por uno de los captadores y después se introduce en el siguiente. En el segundo captador entra a más temperatura que en el primero y por lo tanto la temperatura a la salida es superior.

La desventaja que presenta el sistema en serie es que el rendimiento de la instalación disminuye, puesto que, el rendimiento energético de un captador solar disminuye cuando aumenta la temperatura de entrada.

La ventaja de la disposición en paralelo es que proporciona un mayor rendimiento térmico y además el trazado facilita la evacuación del aire. El inconveniente es que precisa de un mayor caudal y por lo tanto se necesitan tuberías de diámetro superior y bombas de mayor potencia, lo que implica un aumento del coste de la instalación.

Para la producción de agua caliente sanitaria en las zonas climáticas V, se desaconseja conectar en serie más de 6 m<sup>2</sup>, como la superficie de captación de la instalación es de 10 m<sup>2</sup>, se escoge una conexión en paralelo consiguiendo así un mayor rendimiento térmico. La disposición es de los cuatro captadores solares en una misma fila como se muestra en la figura 42:

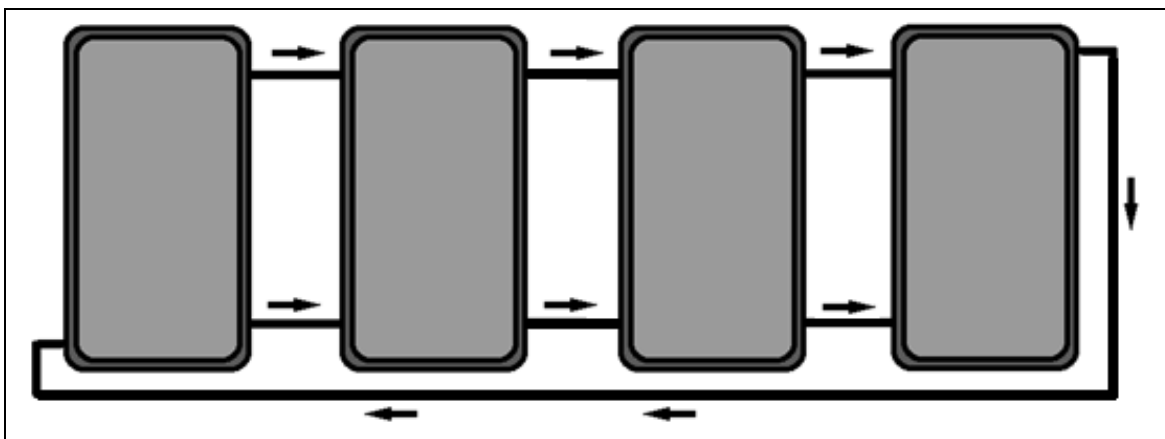


Figura 42. Circuito elegido

### 1.7.2.15 Fluido Caloportador.

A la hora de elegir el fluido de trabajo se tiene en cuenta varios factores que pueden influir en las características del mismo. Las características que debe cumplir son:

- Debe resistir la temperatura de trabajo.
- Debe evitar la corrosión en aquellos casos en los que se utilice materiales propensos a la corrosión.
- No deben contaminar el medio ambiente.
- Deber ser un buen conductor térmico.
- Debe poseer un calor específico elevado.
- No debe ser viscoso evitando así unas pérdidas de carga elevadas.
- No debe ser caro y debe tener una buena disponibilidad.

Atendiendo al gráfico de temperaturas del municipio de Candelaria se observa que para las temperaturas máximas y mínimas, el fluido no presenta ningún cambio de estado, permaneciendo siempre en estado líquido, por lo que no es necesario utilizar fluidos de tipo anticongelante.

**Tabla 19. Temperaturas del municipio de Candelaria**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temperatura media (°C)	18,2	18,3	19,0	19,7	21,0	22,9	25,0	25,5	24,9	23,4	21,3	19,4	21,55
Temperatura media mínima (°C)	14,4	14,5	15,0	15,5	16,6	18,7	20,4	20,8	20,9	19,4	17,4	15,6	17,43
Temperatura media máxima (°C)	20,6	20,6	21,8	22,6	23,8	25,9	28,2	29,4	27,8	26,2	23,3	21,7	24,43

Teniendo en cuenta todas estas características se decide optar por el agua como fluido de trabajo debido a que cumple con éxito las necesidades exigidas.

### 1.7.2.16 Acumulador Solar.

El acumulador se encarga de almacenar la energía térmica generada por las placas solares. Su misión es independizar el suministro de calor del consumo, porque la máxima aportación energética solar no suele coincidir con su demanda, adecuando de esta manera la disponibilidad a la necesidad.

Para el dimensionado del acumulador se tiene en cuenta el fenómeno de estratificación que consiste en que en el interior del depósito, el agua forme capas en las que, el agua más fría se sitúe en la parte inferior y el agua caliente en la parte

superior. Esto es posible debido a que el agua presenta cambios de densidad en función de la temperatura.

La estratificación en el interior de acumulador es necesaria por dos motivos:

- En la parte baja del acumulador se necesita la temperatura más baja posible para aumentar el rendimiento de los captadores, ya que, es por la parte inferior donde se conecta el circuito primario con el acumulador y los paneles captan más energía cuanto más fría es el agua a su entrada.
- En la parte superior de acumulador se la temperatura más alta posible porque este es el punto donde se toma el agua para atender las necesidades de la instalación. Si se extrae el agua para consumo a una temperatura adecuada, el sistema de apoyo convencional necesitará aportar menos energía.

La estratificación puede verse afectada por las corrientes dentro del depósito ocasionadas por las tomas de entrada y de salida, para evitar esto, la toma de entrada está dotada de un deflector que desvía el chorro con el fin de no permitir corrientes.

Debido a la demanda diaria de 924 litros, se provee la instalación de un interacumulador de 1000 litros de la marca Viessmann cuyas características se muestran a continuación en la tabla 20:

Tabla 20. Características del captador elegido

Modelo		Unidades	CVL
Capacidad del acumulador		l	1000
Número de registro DIN		0256/08-13	
Consumo por disposición		kWh/24h	2,95
Dimensiones			
Longitud a ( $\phi$ )	Sin aislamiento térmico	mm	850
	Con aislamiento térmico	mm	1060
Anchura b	Sin aislamiento térmico	mm	1059
	Con aislamiento térmico	mm	1155
Altura c	Sin aislamiento térmico	mm	2077
	Con aislamiento térmico	mm	2166
Medida de inclinación	Sin aislamiento térmico	mm	2130
Altura mínima de montaje		mm	2250
Peso			
Acumulador	Sin aislamiento térmico	Kg	282
	Con aislamiento térmico	kg	312
Conexiones (roscas exteriores)			
Entrada agua caliente al acumulador		R	2
Agua fría, agua caliente		R	2
Conducto recirculación, vaciado		R	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>

Además se muestra un esquema del mismo en el cual se pueden observar las dimensiones para un interacumulador de 1000l en la figura 43:

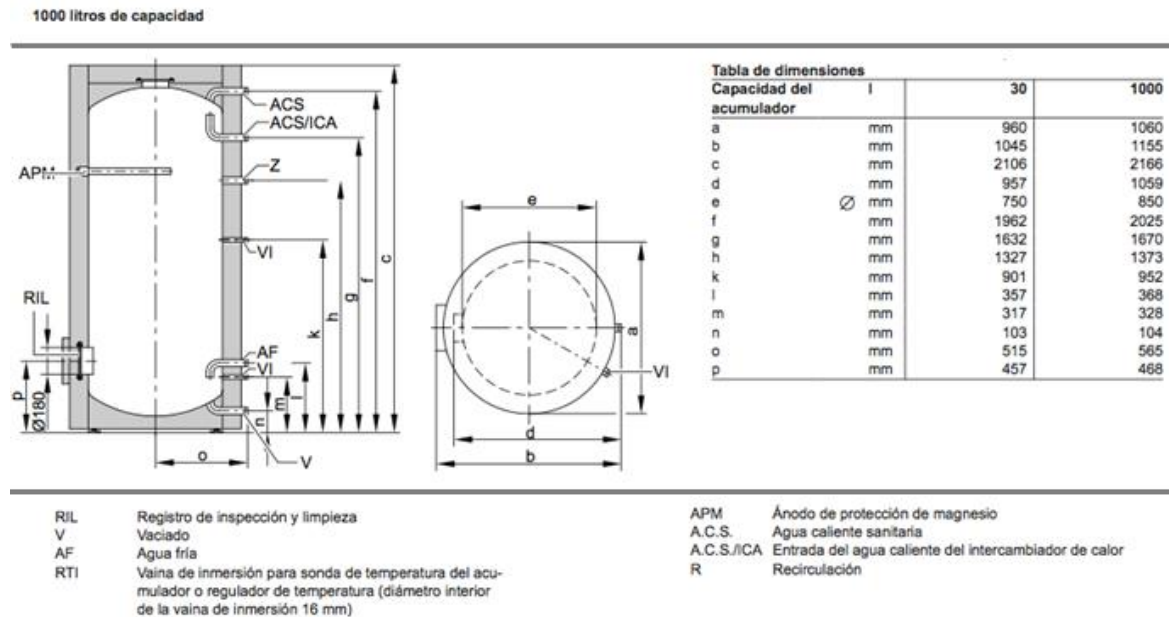


Figura 43. Medidas del interacumulador

### 1.7.2.17 Sistema de distribución.

#### 1.7.2.17.1 Tuberías.

Las tuberías son las encargadas de transmitir, la energía térmica captada en el circuito primario, al agua de consumo. Debido a las altas temperaturas a las que circula el agua por la instalación, no es recomendable usar tuberías de pvc, por lo que se utilizan tuberías metálicas. Se selecciona el cobre tanto para las tuberías del circuito primario como para el secundario por los siguientes motivos:

- Es un material muy extendido comercialmente.
- Presenta buenas condiciones de seguridad ya que de forma natural es un material antimicrobiano e higiénico, lo que resulta excelente para el uso de instalaciones de agua de consumo humano.
- Fácil instalación: existe una gran variedad de sistemas de unión (accesorios para soldar, mecánicos, por empuje, de presión), fáciles y rápidos de instalar y de eficacia probada.
- Mínimas pérdidas de carga: con los accesorios de cobre no se reduce la sección de paso. Los accesorios de las tuberías de plástico pueden reducir la sección interna, lo que supone un aumento de las pérdidas de carga y del consumo de energía de la instalación.
- Se necesita menos espacio para la instalación: el tubo de cobre puede soportar elevadas presiones con un espesor y un diámetro exterior mínimos.

-Muchas otras ventajas: como un coeficiente de dilatación mínimo, alta resistencia a la corrosión y durabilidad.

La longitud de las tuberías debe ser tan corta como sea posible y a su vez reducir el uso de codos u otras uniones que puedan generar elevadas pérdidas de carga. Además en los tramos horizontales deben tener una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El fabricante del captador seleccionado proporciona una serie de datos de operación recomendados, que se recogen en la tabla 21:

**Tabla 21. Datos de operación del captador**

		Unidades
Nº de Colectores	4	-
Velocidad del fluido	0,4-0,7	m/s
Volumen del fluido	6,7	l/min
Tubería de cobre	22x1	mm
Caída de presión	1,0-2,5	mbar/m

Como la instalación está provista de 4 captadores el caudal que circula es de  $4,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ . No obstante, para la velocidad se estima el valor recomendado por la normativa que es 1,5 m/s. Con estos datos se obtiene un diámetro de tubería de 19,43mm.

En la tabla 22 se recogen los diámetros normalizados para las tuberías de cobre:

**Tabla 22. Diámetro normalizados para tuberías de cobre**

Diámetros interiores y espesores- Cobre						
Diámetro exterior (mm)	Espesores (mm)					
	0,75	1	1,2	1,5	2	2,5
	Diámetro interior (mm)					
6	4,5	4				
8	6,5	6				
10	8,5	8				
12	10,5	10				
15	13,5	13				
18	16,5	16				
22		20	19,6	19		
28		26	25,6	25		
35		33	32,6	32		
42		40	39,6	39		
54			51,6	51		
63				60	59	
80				77	76	



El diámetro normalizado más próximo es el de 22 mm con diámetro interior 20 mm según la norma UNE-37-141-76 referente a la normalización de los diámetros y espesores en tuberías de cobre, que cumple las condiciones exigidas satisfactoriamente.

#### 1.7.2.17.2 Aislamiento.

Las pérdidas de calor por convección en las tuberías son una causa muy importante en la disminución del rendimiento térmico y por lo tanto es obligado el aislamiento térmico de la instalación. Dicho aislamiento se diseña según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) que especifica las siguientes condiciones:

- Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

a) Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.

b) Temperatura mayor que 40° C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

- Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso de agua de lluvia.

- Los equipos y componentes y tuberías, que ese suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o a que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estar aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

- En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, 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 de aislamiento se podrá optar por el procedimiento simplificado o por el alternativo.

- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento todo el año, como redes de agua caliente sanitaria, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.

El espesor del aislamiento térmico para la instalación es de 40mm. El fabricante elegido ISOVER y el aislamiento térmico elegido es SHARMAFLEX-SH que presenta las siguientes características:

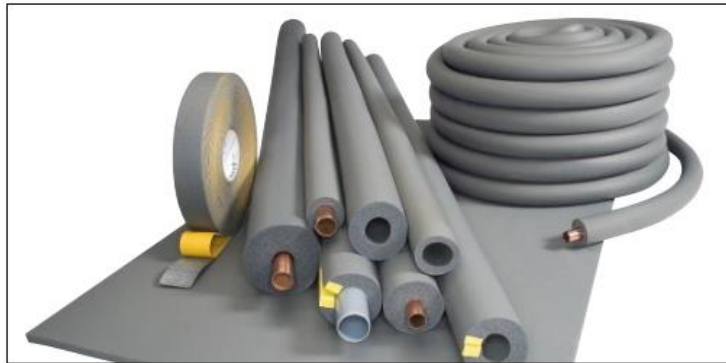


Figura 44. Aislamiento elegido

- Aislamiento de célula cerrada y altamente flexible con baja conductividad térmica para minimizar las pérdidas energéticas en instalaciones de calefacción e hidrosanitarias.

Además presenta ventajas como:

- Protección antimicrobiana MICROBAN.
- Gama simplificada.
- Gama para medidas termoplásticas.
- Coquillas autoadhesivas con corte tangencial.
- Excelente valor lambda para ahorro energético y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Conforme a las normativas de eficiencia energética.
- Supervisado por Factory Mutual (FM).
- Clasificación al fuego según Euroclases.

#### 1.7.2.18 Calentador eléctrico.

Son aparatos que producen agua caliente sin necesidad de almacenarla. Son muy económicos y eficientes en su ahorro energético, el agua fluye a través del aparato y se calienta instantáneamente por medio de electricidad.

Gracias a su construcción sencilla y compacta son aparatos con unas dimensiones muy reducidas. Su funcionamiento es muy sencillo, en su interior dispone de una resistencia conectada a la electricidad. El agua fría al entrar en contacto con la resistencia se calienta, produciendo así agua caliente.

Se escoge el calentador instantáneo completamente eléctrico de la marca Estiebel Eltron modelo DHE 18.

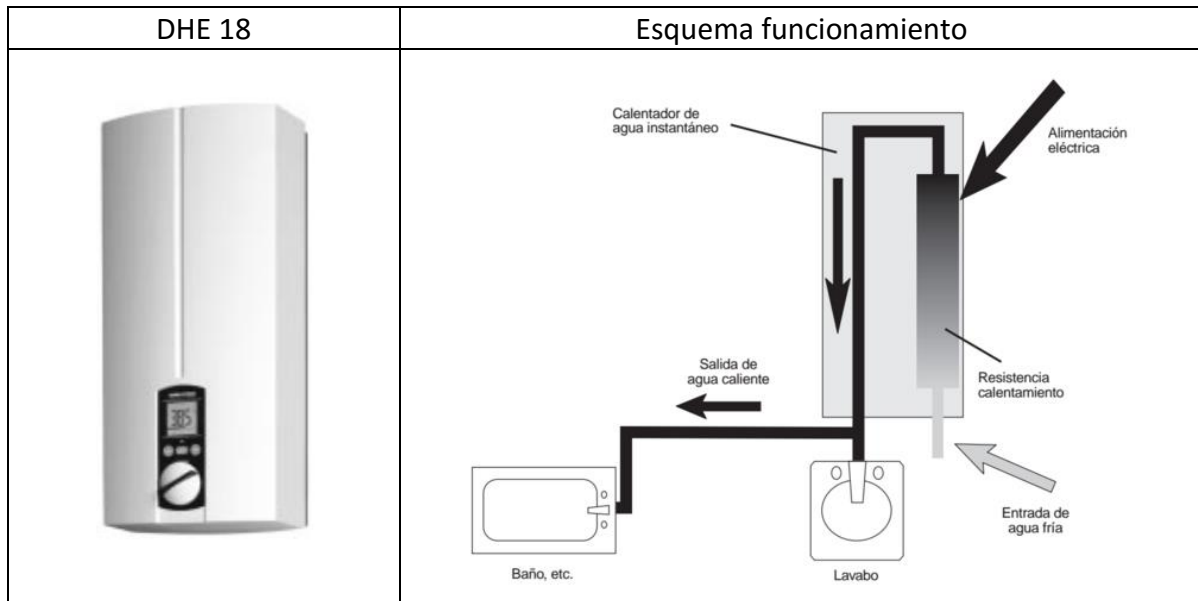


Figura 45. Calentador instantáneo/Esquema de funcionamiento

### 1.7.2.19 Pérdidas de carga.

En el circuito primario las pérdidas de carga las podemos dividir en cuatro tipos:

#### - Pérdidas de carga en las tuberías.

Se utiliza el método de la longitud equivalente para obtener las pérdidas de carga en los accesorios. Usando la ecuación de Darcy-Weissbach y teniendo en cuenta que la longitud total es la longitud equivalente de los accesorios más la longitud de la tubería, se obtiene una pérdida de carga 12461,78 Pa.

Las longitudes equivalentes obtenidas se resumen en la tabla 23:

Tabla 23. Longitudes equivalentes de cada accesorio

Accesorios	Número	Longitud Equivalente (m)	Total (m)
Válvula de cierre	7	0,4	2,8
Codo de 90°	5	0,7	3,5
T estándar	2	1,4	2,8

#### - Pérdidas de carga en los colectores.

A partir del diagrama facilitado por el fabricante y sabiendo que el caudal por cada colector es de 6,7 litros por minuto, se obtiene una pérdida de carga de 8400 Pa.

#### - Pérdidas de carga en el acumulador.

Como el caudal volumétrico del circuito es de 402 l/h y la gráfica proporcionada por el fabricante solo recoge valores hasta 800 l/h, se coge el valor que marca dicha gráfica como pérdida mínima, que es 90 Pa.

#### - Pérdidas de carga en calentador eléctrico.

En este caso el fabricante presenta las pérdidas de carga en función del caudal, como se trabaja con un caudal de 6,7 l/min, se hace una interpolación y se obtiene una pérdida de carga de 87500 Pa.

Una vez conocidas las pérdidas para cada equipo, la **pérdida de carga total en el circuito primario es de 108,45 kPa.**

Para las pérdidas de carga del circuito secundario se obtienen análogamente a las del primario, teniendo en cuenta que se selecciona el tramo de tubería más desfavorable, que es hasta el punto más alejado de la bomba, y es a su vez que presenta mayor número de accesorios generando mayores pérdidas. Dicho circuito consta de una tubería de 50 metros de longitud y 6 codos de 90°.

Por consiguiente, la **pérdida de carga en el circuito secundario es de 38,952 kPa.**

#### *1.7.2.20 Bombas hidráulicas.*

La instalación está provista de bombas tanto en el circuito primario como en el secundario, con la función de transportar el fluido caloportador a una determinada presión venciendo las pérdidas de carga citadas anteriormente. En cada circuito se instalan dos bombas en paralelo con el fin de tener una de reserva en caso de fallo. Éstas funcionarán de modo alternativo, ya sea de forma automática o manual.

Se seleccionan bombas circuladoras, que son bombas centrífugas sencillas de rotor húmedo, en las que el propio fluido se encarga de refrigerar el motor. Éstas son válidas tanto para flujos fríos como calientes.

El fabricante de bombas Inoxpa proporciona gráficas para elegir la bomba adecuada en función del caudal y las pérdidas de carga. Para el circuito primario, con un caudal de 1,6 m<sup>3</sup>/h y una pérdida de carga de 11,06 mca se obtiene:

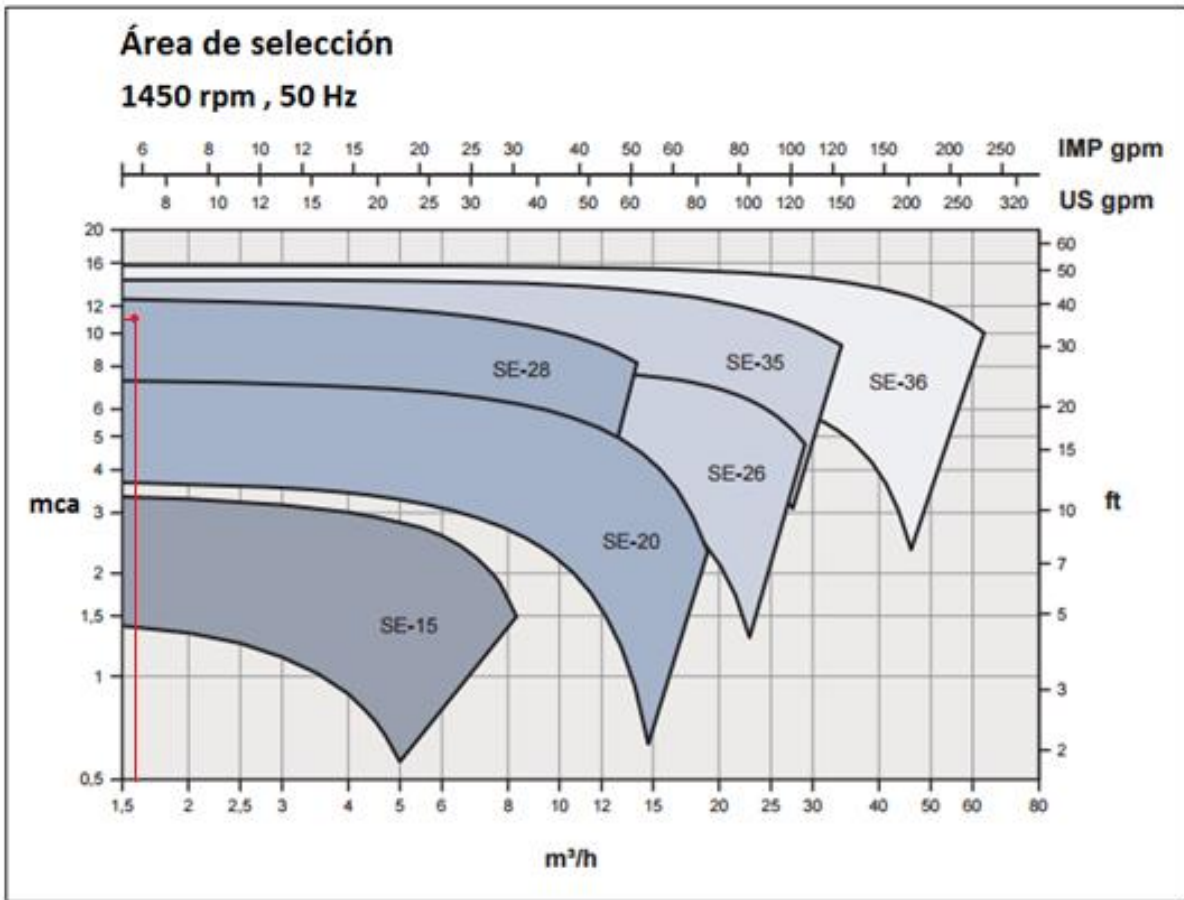


Figura 46. Curvas de bombas

Se selecciona el modelo SE-28 que presentan las siguientes características:

Tabla 24. Características de la bomba para circuito primario

Rodete Abierto	Diámetro Boca asp. DN-40	Bomba SE-28
Número de palas 5	Diámetro Boca imp. DN-40	
Diámetro Max. Rodete 200 mm	Diámetro Min. Rodete 140 mm	Velocidad 2900 rpm

- Dimensiones:

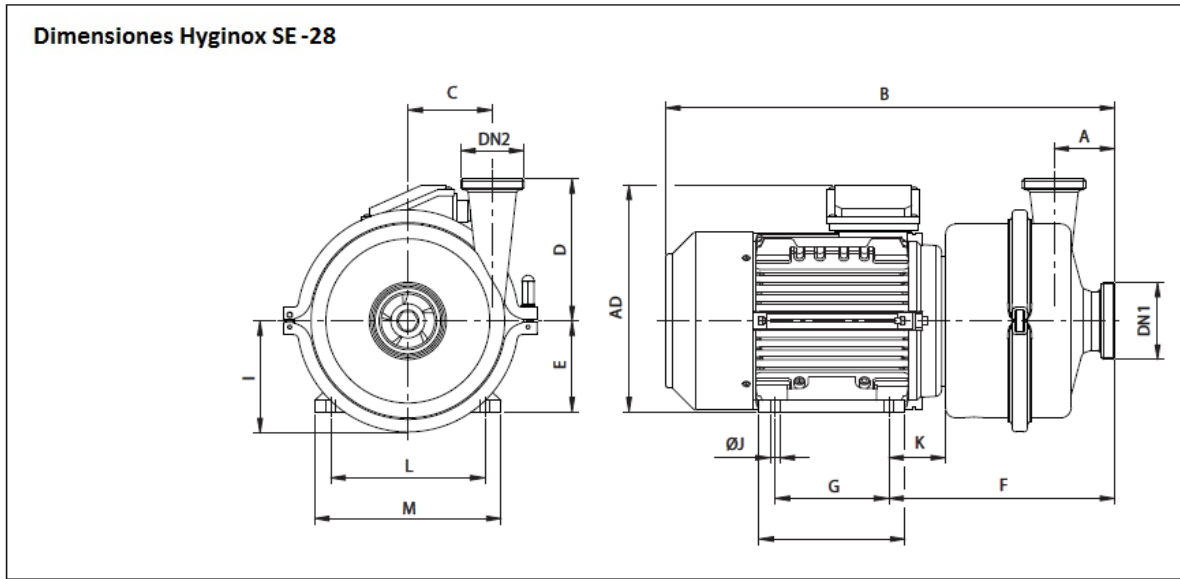


Figura 47. Dimensiones de la bomba

Tabla 25. Valores de la figura 47

Tipo Bomba	Motor	kW	RPM	DN1	DN2	A	B	C	D	E	F	G	H	AD	I	φJ	K	L	M	Kg	
SE-28	C	90S	1.1	1450	40 1 1/2"	40 1 1/2"	65	107	165	90	241	100	125	240	137	10	56	140	175	28	
			1.5							90	241	100	125	240	137	10	56	140	175	28	
		90L	2.2	2950						90	241	125	155	240	137	10	56	140	175	30	
	D	100	3							100	258	140	180	265	137	12	63	160	200	40	
			4							112	265	140	180	291	137	12	70	190	230	43	
	E	112	5.5	112						265	140	180	291	137	12	70	190	230	47		
			5.5	132	307	140	190	332	137	12	75	216	255	69							
	F	132S	5.5																		

Para el circuito secundario se sigue el mismo procedimiento que para el primario, se escoge una bomba la cual sea capaz de vencer las pérdidas de cargas existentes en el circuito (3,97 mca).

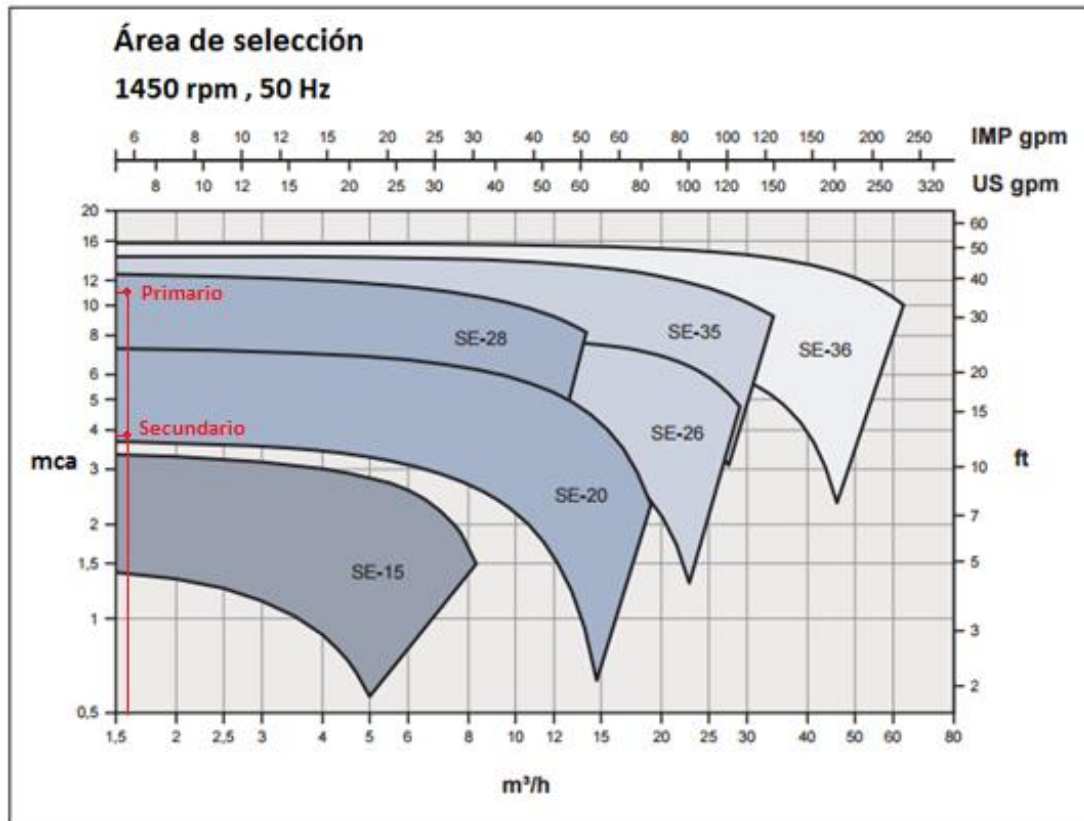


Figura 48. Curvas de las bombas

Para el secundario se escoge el modelo SE-20, que como se puede observar a continuación es de menor tamaño que la usada en el circuito anterior:

Tabla 26. Características de la bomba para circuito secundario

Rodete Abierto	Diámetro Boca asp. DN-50	Bomba SE-20
Número de palas 4	Diámetro Boca imp. DN-40	
Diámetro Max. Rodete 145 mm	Diámetro Min. Rodete 100 mm	Velocidad 1450 rpm

-Dimensiones:

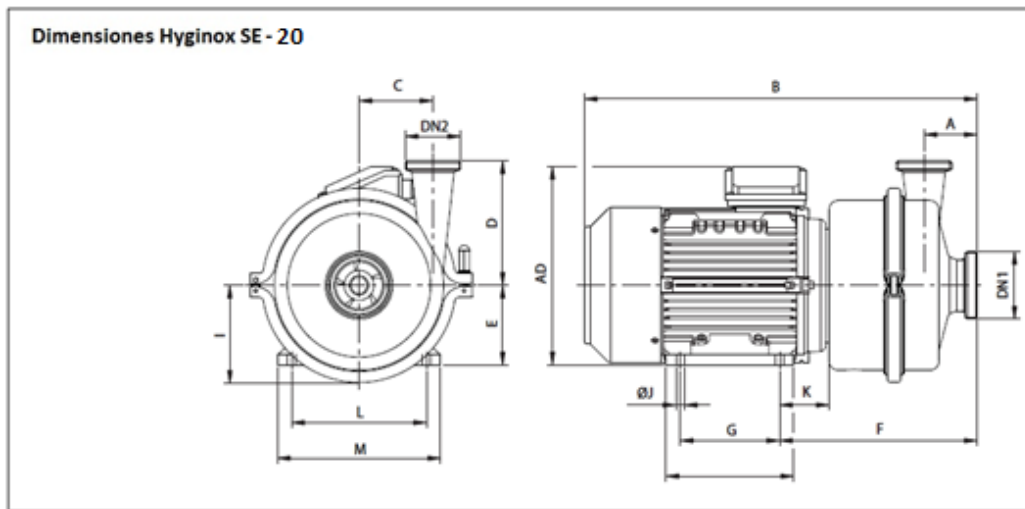


Figura 49. Dimensiones de la bomba

Tabla 27. Valores de la figura 49

Tipo Bomba	Motor	kW	RPM	DN1	DN2	A	B	C	D	E	F	G	H	AD	I	φJ	K	L	M	Kg
SE-20	C	90S	1.1	1450	50 2"	40 1 1/2 "	457	74	140	90	238	100	130	240	105	10	56	140	175	23
		1.5	2950	457			90			238	100	130	240	105	10	56	140	175	22	
		2.2		482			90			238	125	155	240	105	10	56	140	175	24	

### 1.7.2.21 Vaso de expansión.

Los vasos de expansión o también conocidos como depósitos de expansión son elementos utilizados en circuitos hidráulicos para absorber los aumentos de volumen que se producen en el fluido de trabajo como consecuencia de su expansión por calentamiento.

Su principal función es admitir ese aumento de volumen como consecuencia de la dilatación térmica para así evitar posibles desperfectos en el circuito y poder mantener el fluido a una presión aceptable.

Hay dos tipos:

- Vaso de expansión abierto: suele estar colocado en las partes superiores de la instalación y/o en la aspiración de la bomba.
- Vaso de expansión cerrado: está formado por dos zonas separadas por una membrana impermeable. Una zona contiene agua y la otra aire.



En las instalaciones de ACS se suelen utilizar vasos de expansión cerrados, el fluido no está en contacto directo con la atmósfera, es de fácil montaje y no requiere aislamiento.

Las membranas interiores deben ser alta resistencia a elevadas temperaturas.

En las instalaciones solares, se utilizan vasos de expansión cerrados (el fluido contenido en el mismo no está en comunicación directa con la atmósfera), ya que son de fácil montaje, no requieren de aislamiento, no absorbe oxígeno del aire y no elimina las pérdidas por evaporación del fluido.

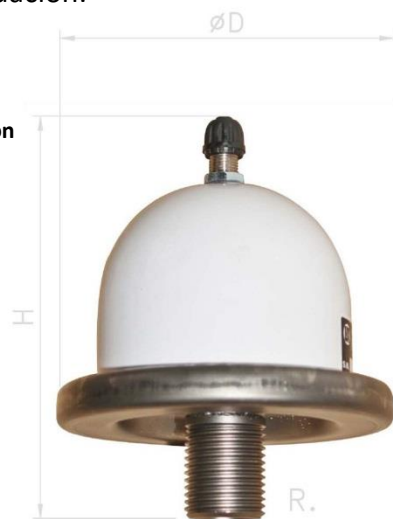
Para dimensionar el vaso de expansión se debe tener en cuenta el volumen total de agua contenida en el circuito, además de la temperatura máxima y mínima del agua en el interior del mismo y a su vez sus respectivas densidades.

Aplicando un coeficiente de seguridad de 2 el volumen del vaso de expansión es de 0,12 l.

Se selecciona el vaso de expansión V-160 CMR del fabricante Ibaiondo con capacidad 0,16l y cuyas características se muestran a continuación:

**Tabla 28. Características del vaso de expansión**

Tipo	V-160 CMR
Presión Máxima	16
Tª Mínima/Máxima (°C)	-10/+100
Capacidad (l)	0,16
Precarga (bar)	3
Dimensiones (mm)	85X105
Conexión Agua R	1/2
Peso (Kg)	0,5



**Figura 50. Vaso de expansión**

#### 1.7.2.22 Sistema de control.

La principal función de los sistemas de control es la de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación. Se encarga de regular la potencia y actuar como protección frente a factores negativos, como por ejemplo el sobrecalentamiento.

Este sistema está compuesto por:

- Reguladores: administran la potencia del elemento en cuestión, según la demanda.
- Sensores fotodetectores: dan señal eléctrica cuando reciben una radiación luminosa superior a un cierto valor umbral.
- Sensores termopares: pequeña f.e.m. proporcional a la temperatura. Poco usados.
- Sensores termoresistencias: resistencia variable con la temperatura. Muy usadas.
- Termostatos: reguladores destinados a mantener una temperatura o diferencia de temperaturas constante. Éstos reciben información de sensores de temperatura y a partir de estos datos activan o no una resistencia, contactor, etc.

El fin de este tipo de equipos es favorecer el consumo prioritario de la energía solar frente a la auxiliar.

La centralita de control elegida para la instalación es del fabricante Coltech modelo SolarBasic.



Figura 51. Centralita de control

SolarBasic es una centralita electrónica para la regulación de instalaciones solares formadas por panel solar y acumulador con circulación forzada mediante bomba y sistema auxiliar de apoyo o disipador de calor.

Mediante las sondas de temperatura incluidas en el conjunto, el equipo mide las temperaturas en el colector solar y depósito y activa las salidas correspondientes según el modo de funcionamiento con que se haya programado.

Dispone de display indicador así como tres teclas para acceder al menú y modificar las opciones del mismo.

Controla tres sondas de temperatura y dos salidas 230V para accionamiento de bomba y sistema auxiliar.

### **1.7.3 Instalación de climatización.**

#### *1.7.3.1 Fundamento teórico*

##### Aire acondicionado.

En el interior de un edificio se puede obtener un clima artificial utilizando los sistemas de Aire Acondicionado para así generar un ámbito de temperatura agradable.

En algunos lugares donde reside el hombre o se desarrollan actividades se necesita un aire que cumpla unas exigencias de confort y habitabilidad adecuadas teniendo en cuenta temperatura, humedad y otros factores.

##### Generalidades.

Las necesidades térmicas de un edificio son parecidas tanto si la generación es de calor como de frío. Las unidades para el enfriamiento son las frigorías y para el calentamiento son las kilocalorías.

En general se debe considerar una serie de factores que modifican la temperatura interior como pueden ser los tipos de cerramientos del edificio o su orientación.

En el estudio de la refrigeración se consideran una serie de aspectos que influyen en la elección del equipo y cálculo correspondiente.

- Iluminación interior: al encender las luminarias no solo emiten luz sino también calor, es por ello que debe tenerse en cuenta en el estudio.
- Ocupación por superficie: las personas también emiten calor, cuantas más personas haya en menos espacio más calor contenido habrá. Por ello es importante su consideración.
- Radiación solar: La energía solar genera una gran cantidad de calor al entrar por ventanas y cristaleras.

##### Circuito térmico

El funcionamiento de los sistemas de climatización consiste en mover el calor entre el ámbito interior y exterior. Un circuito térmico básico está formado por:

- La unidad evaporadora.
- La unidad condensadora.
- El fluido térmico.

##### Condensación y evaporación

Cuando un líquido pasa al estado gaseoso, absorbe calor. El cuerpo humano actúa de manera similar para refrigerarse, al elevarse la temperatura ambiente, las glándulas sudoríparas expelen sudor, éste se evapora porque se calienta en contacto con la piel, y es entonces que pasa al estado gaseoso por evaporación.

En un sistema de refrigeración, el fluido térmico circula a presión. En el momento en que el fluido llega a la Unidad Evaporadora Interior, disminuye su presión, pasando del estado líquido al gaseoso y absorbiendo calor del recinto.

Con la ayuda de una bomba, el gas de la instalación circula hasta la Unidad Exterior donde será sometido a presión por un compresor, para expulsar el calor adquirido antes.

### Inversión del proceso (Reversibilidad)

La gran mayoría de estas bombas admiten el proceso inverso, de manera que pueden realizar la evaporación en el exterior y la condensación en el interior. A este tipo de bombas se les denomina Bombas de Calor.

A muy bajas temperaturas exteriores el rendimiento de este tipo de bombas disminuye notablemente por lo que se desaconseja su uso en climas continentales.

### Sistemas de Generación de Aire Acondicionado

- Equipos compactos: constan de una sola unidad.
- Equipos partidos: constituidos por dos o más unidades.
- Equipos Unitarios: equipos independientes en cada dependencia con descarga directa de frío o calor.
- Equipos Individuales: un solo equipo atiende al conjunto del local con descarga indirecta a través de una red de conductos de aire.

La mayor parte de los modelos que se indican, se fabrican con o sin incorporación de Bomba de Calor.

### Equipos Autónomos

Este tipo de equipos son los más antiguos. Se suele colocar en muros o ventanas con la consiguiente pérdida de luz en éste último. En este equipo tanto la unidad evaporadora como la condensadora están integradas. Está diseñado para enfriar una sola habitación.

La gama de potencia oscila entre 2000-7000 W.

### Equipos Partidos

- *Split o Multi-Split*: Suelen utilizarse en viviendas o comercios. Están compuestos por dos unidades una evaporadora en el interior y otra condensadora en el exterior, unido entre sí por tuberías que contienen fluido térmico.

La instalación no resulta compleja en exceso, ya que la maquinaria pesada se encuentra en el exterior y los elementos de unión no necesitan de un espacio grande.

La gama de potencia oscila entre 2300-8000 W.

- *Equipo partido individual*: Como el anterior es un equipo de descarga indirecta, mediante una red de conductos el aire es emitido a través de rejillas o difusores. En este tipo de equipos también la unidad evaporadora está instalada en el interior y la condensadora en el exterior.

En algunos equipos la unidad interior necesita una toma de aire exterior para asegurar una correcta ventilación.

La gama de potencia oscila entre 2000-7500 W.

- *Equipo Compacto Individual*: Es un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas o difusores. Generalmente se instala un equipo para todo el recinto a climatizar. El control se realiza individualmente.

Este equipo necesita una toma de aire exterior, aspecto a tener en cuenta para su localización. Hay modelos horizontales y verticales.

La gama de potencia oscila entre 7000-17000 W.

- *Multievaporadores*: son equipos partidos que cuentan con una unidad exterior y varias interiores funcionando al mismo tiempo. Estos equipos alcanzan frigorías del orden de las 25000, aunque lo normal son unas 10000 frigorías.

La principal ventaja de este tipo de equipos es que presenta una gran capacidad de regulación ya que cada una unidad interior tiene un sistema de control individual.

La principal desventaja es que se necesita de personal especializado para la instalación además de su elevado coste.

### Instalaciones Centralizadas

Este tipo de instalaciones tiene una parte del sistema ubicado en el exterior, la cual distribuye a todo el recinto a climatizar. Es utilizada para grandes recintos como centros comerciales, grandes tiendas, etc.

La parte exterior integra las unidades evaporadoras y condensadoras que alimentan el interior a través de un entramado de tubos, conocidos como conductos de fluido térmico.

Para este tipo de instalaciones se debe realizar un estudio en el cual se debe tener en cuenta varios factores como pueden ser el peso de la instalación, el ruido y vibraciones, aspecto estético, ubicación de las tuberías, etc.

### Acondicionador de Aire Portátil

Es un equipo unitario, que puede ser compacto o partido y descarga directa. Su instalación es fácil y es transportable, su única necesidad es tener una abertura hacia

el exterior. Se utiliza para pequeñas estancias con unas necesidades mínimas de acondicionamiento.

La gama de potencia oscila entre 1600-3800 W.

### 1.7.3.2 Superficies a climatizar.

Tabla 29. Resumen climatización por módulos

Superficie	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Observaciones
Sala de espera	19,50	2,90	56,55	En opción
Baño 1	9,80	2,90	28,42	No procede
Despacho	14,21	2,90	41,21	Climatizar
Usos múltiples	87,22	2,90	252,94	Climatizar
Baño 2	8,70	2,90	25,23	No procede
Aula 0-1	40,50	2,90	117,45	Climatizar
Aula 1-2	40,50	2,90	117,45	Climatizar
Aula 2-3	40,50	2,90	117,45	Climatizar
Aula psicomotricidad	29,25	2,90	84,83	Climatizar
Comedor	35,20	2,90	102,08	Climatizar
Vestuario personal	22,50	2,90	65,25	No procede
Cocina	26,55	2,90	77,00	No procede
Almacén alimentos	9,00	2,90	26,10	No procede
Pasillo	68,15	2,90	197,64	No procede
Almacén juguetes	10,20	2,90	29,58	No procede
Almacén limpieza	8,70	2,90	25,23	No procede
Almacén exterior	11,60	2,90	33,64	No procede
Lavandería	13,50	2,90	39,15	No procedes

### 1.7.3.3 Sistema propuesto para aire acondicionado.

Para este proyecto no procede un estudio técnico de la instalación de climatización, ya que, se considera que para un centro infantil o guardería de esta capacidad no es económicamente viable este tipo de equipos, y además, se tiene en cuenta que en la zona que está ubicado el edificio se dan unas buenas condiciones meteorológicas.

No obstante, a continuación se propone un equipo que se podría utilizar a petición del cliente.

El sistema propuesto en este proyecto es el Multi-Split del fabricante Mitsubishi Electric modelo MXZ, un modelo muy solvente y con una gran capacidad de combinación. Gracias a ello satisface todas las necesidades de espacio y ocupación ofreciendo una alta calidad en confort.



Figura 52. Sistema de climatización Multisplit

La ubicación de varias unidades interiores en diferentes partes de la vivienda, permite alcanzar fácilmente la temperatura deseada de forma homogénea. Además este sistema permite optimizar el consumo según las necesidades de cada momento, el compresor sólo consumirá la energía necesaria para climatizar los espacios que lo requieran.

Otro aspecto favorable es la disminución de unidades exteriores a una única unidad, mejorando no solo el espacio exterior sino la estética del edificio. Se ha elegido el modelo MXZ-8B140VA que es capaz de alimentar a 8 unidades interiores y además, dispone de un sistema de control remoto que es independiente para cada una de las unidades interiores.

#### *1.7.3.4 Unidades de aire acondicionado seleccionadas.*


La unidad exterior modelo MXZ-8B140VA está colocada en el patio exterior en la pared que separa el pasillo del exterior y es la que alimenta a las unidades interiores.

En este proyecto se propone instalar 7 unidades interiores según las necesidades de cada departamento. En la tabla se muestran cada una de las unidades utilizadas en la instalación:

Tabla 30. Equipos de climatización elegidos

Unidad	Modelo	Capacidad (kW)	Foto
Exterior	MXZ-8B140VA	14	
Interior (x3)	MSZ-SF50VE	5	
Interior	SLZ-KA35VA	3,5	
Interior (x2)	SLZ-KA50VA	4,6	
Interior	MSZ-SF15VE	1,5	



Control remoto	-	-	
----------------	---	---	---

### 1.7.3.5 Ubicación de las unidades interiores de aire acondicionado.

#### Despacho.

La unidad interior ubicada en el despacho es la MSZ-SF15VE, una unidad de pared diseñada para climatizar sala de hasta 15m<sup>2</sup>. Está situada en la pared derecha, que separa la sala de usos múltiples con el despacho.

#### Sala usos múltiples.

En la sala de usos múltiples se dispone de una unidad interior modelo SLZ KA-50VA, cuya ubicación queda situada en el techo con un espacio ocupando de 600x600. Esta unidad es capaz de climatizar superficies de unos 45m<sup>2</sup>.

#### Comedor

La SLZ KA-50Va también es la unidad elegida para climatizar el comedor cuya superficie total es de unos 35m<sup>2</sup>. Esta unidad al igual que en la sala de usos múltiples está localizada en el techo.

#### Aula de psicomotricidad

Una variante de esta unidad utilizada para el comedor y la sala de usos múltiples es la elegida para el aula de psicomotricidad, es también una unidad de techo pero con una potencia inferior, capaz de climatizar una superficie de unos 35m<sup>2</sup>. El modelo concreto es SLZ-KA35VA.

#### Aulas infantiles

Para las 3 aulas infantiles se ha elegido la misma unidad interior modelo MSZ-SF50VE. Es una unidad de pared capaz de climatizar superficies de unos 45m<sup>2</sup>. Están situadas en la pared derecha, es decir, la pared que separa las aulas entre sí.

En el plano número 7 se observa la ubicación de los distintos aparatos en los diferentes locales.

## 1.7.4 Instalación eléctrica.

### 1.7.4.1 Fundamento teórico.

#### Previsión de cargas.

Según lo establecido en la ITC-BT-10 del REBT los grados de electrificación de las viviendas en función al grado de utilización (que serán independientemente de la potencia a contratar por cada usuario) serán dos:

- Electrificación Básica: Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores, no siendo inferior a 5750 W a 230 V.
- Electrificación elevada: Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m<sup>2</sup>, o cualquier combinación de los casos anteriores. La potencia a prever en este caso no será inferior a 9200 W.

#### Instalaciones de enlace.

Según la ITC-BT-12 se denomina instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán por tanto en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección, estando formado por las siguientes partes:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario o comunidad en su caso, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

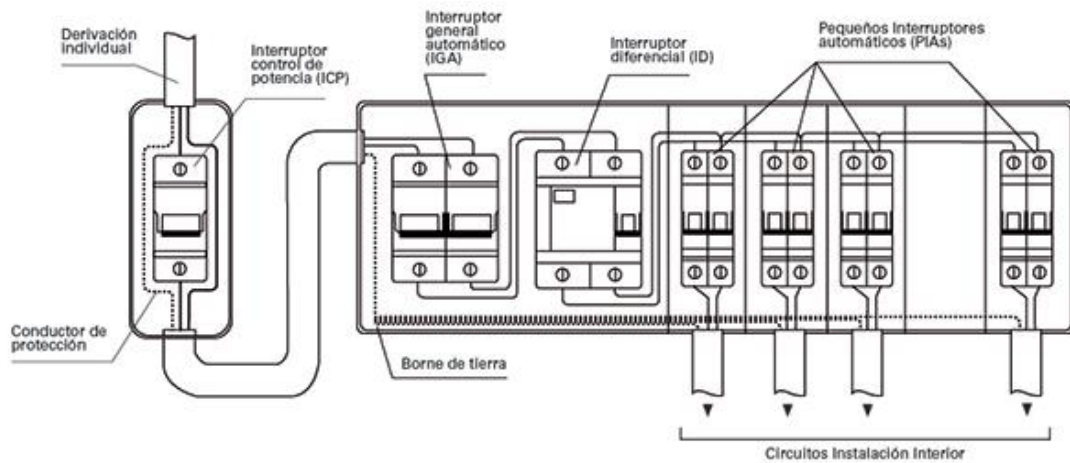


Figura 53. Ejemplo instalación de enlace

### Caja general de protección (CGP)

Es la caja destinada a alojar los elementos de protección de la Línea General de Alimentación, señalando el principio de la instalación propiedad del usuario. Si la previsión de carga lo exige se podrán usar dos CGP.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintables, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

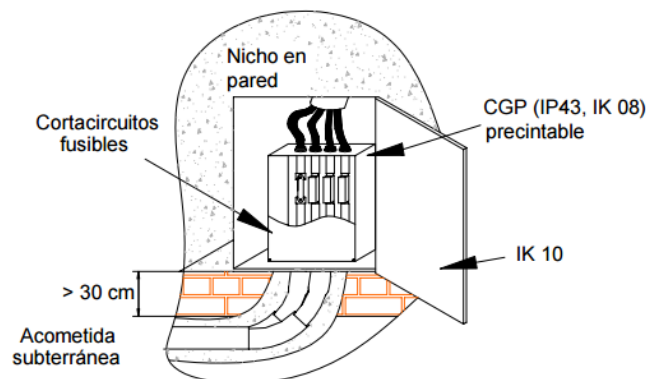


Figura 54. Ejemplo CGP

### Caja general de protección y medida (CPM).

La CPM reúne en un solo elemento la Caja General de Protección (CGP) y el Equipo de Medida (EM), no existiendo línea general de alimentación. Serán de aplicación en el caso de suministro a uno o dos usuarios (excepcionalmente 3 suministros monofásicos), cuya medida no precise el empleo de transformadores de medida, ni contadores de reactiva.

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la D.I.

#### Línea general de alimentación (LGA).

Es la parte de la instalación que enlaza la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores, alimentando varias Derivaciones Individuales.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones, para distintas centralizaciones de contadores. Estas derivaciones se realizarán mediante cajas de derivación.

Cuando sea necesario instalar un interruptor de corte en fachada (CPI-96) se instalará en una envolvente independiente e irá colocada después de la CGP, en los casos en que la ordenanza municipal lo permita se podrá usar el Interruptor General de Maniobra, (indispensable en cada Centralización de Contadores) como, el Interruptor que en caso de incendio pueda dejar fuera de servicio la instalación eléctrica del edificio.

#### Cajas de Derivación. (CD)

Es la caja destinada a albergar exclusivamente las derivaciones que se realicen de la L.G.A.

En el interior de las cajas de derivación no existirán mas que las conexiones amovibles de pletinas de cobre necesarias para la realización de las derivaciones. Estas pletinas tendrán los puntos de sujeción necesarios para evitar que se deformen o se desplacen al efectuar el apriete.

Estarán constituidas por una envolvente aislante precintable, que contenga principalmente los bornes de conexión para la realización de las derivaciones (sin cambios de sección). Estas cajas de derivación tendrán un grado de protección mínimo IP40 e IK09, serán de doble aislamiento y de accesibilidad frontal.



Figura 55. Caja derivación exterior



Figura 56. Caja de derivación interior

### Derivación individual (DI).

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

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.

### Interruptor de control de potencia (ICP).

Es un dispositivo que tiene como finalidad controlar que la demanda de la potencia de los aparatos conectados a la instalación, no supere la potencia contratada para el punto de suministro.

Se sitúa en la llegada de la derivación individual al punto de suministro, antes del cuadro que aloja los dispositivos generales de mando y protección, se dispondrá una caja con tapa precintable, cuya finalidad exclusiva es permitir la instalación del Interruptor de Control de Potencia, de forma que no se pueda manipular ni el ICP ni su conexión.

### Dispositivos generales e individuales de mando y protección. (DGMP)

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 4,5 kA como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación.

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.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección y sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del dispositivo de control de potencia.
- 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.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda, local o industria.

Si 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 ese caso, existirá una selectividad entre ellos.

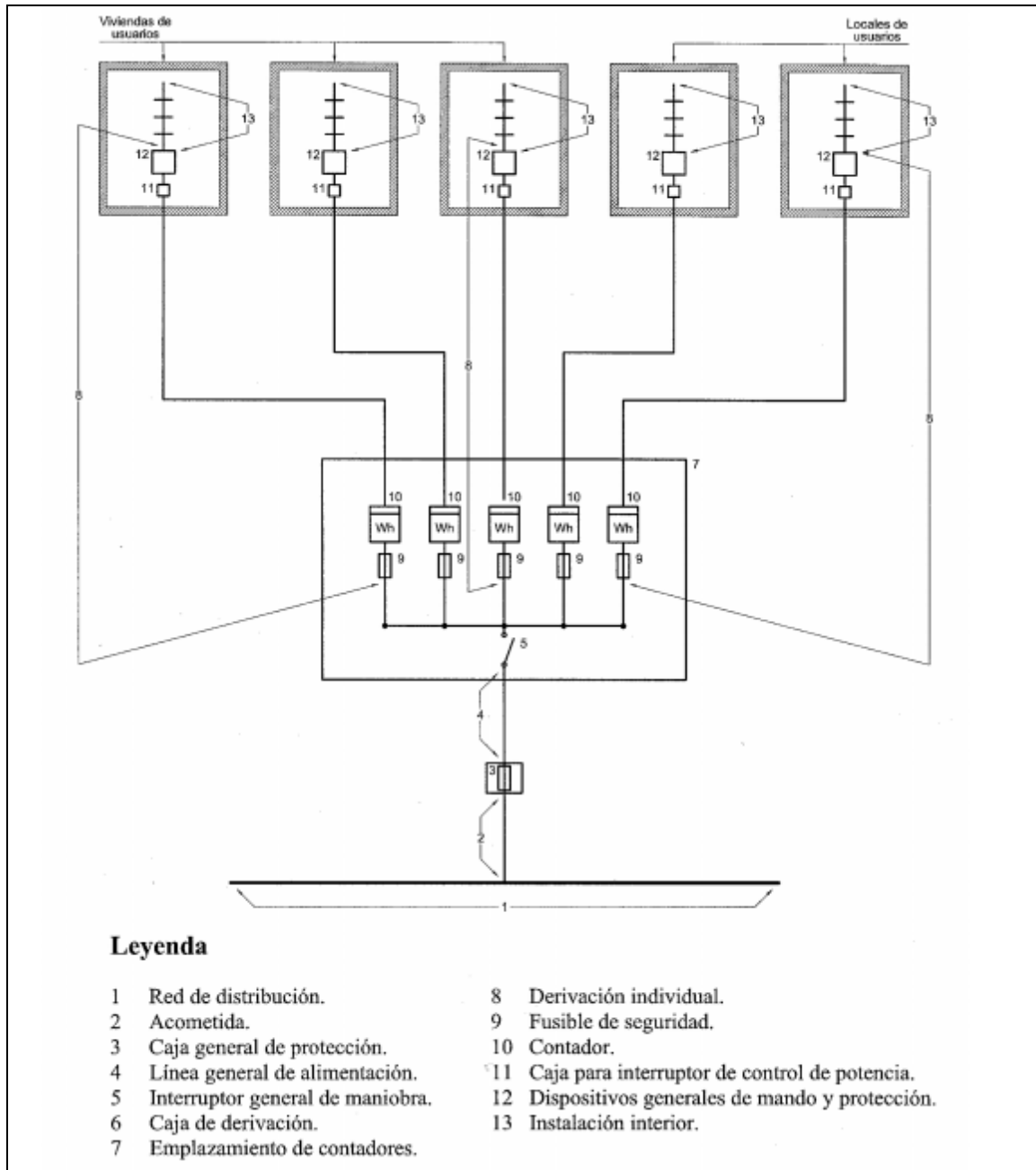


Figura 57. Ejemplo esquema distribución eléctrica

### 1.7.4.2 Programa de necesidades

#### Grado de electrificación.

La instalación es de electrificación elevada ya que se prevé una utilización de aparatos electrodomésticos superiores a una electrificación básica como la instalación de aire acondicionado, secadora, más de 30 puntos de luz y un número de tomas de corriente de uso general superior a 20.

#### Potencia total del edificio.

- Potencia instalada: es la suma de las potencias de los receptores instalados sin tener en cuenta ningún coeficiente, solo teniendo en cuenta la placa proporcionada por el fabricante. A continuación se presenta una tabla resumen con la potencia total instalada en el edificio según los servicios de los que se pretende disponer:

Tabla 31. Resumen potencia instalada

Instalación	Equipo	Unidades	Potencia (kW)	Potencia Instalada (kW)
Lumínica	Luminaria Tipo 1	41	0,055	2,235
	Luminaria Tipo 2	4	0,118	0,472
	Luminaria Tipo 3	19	0,024	0,456
	Luminaria Tipo 4	55	0,020	1,100
Subtotal				4,263
ACS	Calentador Eléctrico	1	18,00	18,000
	Bomba primario	1	0,110	0,110
	Bomba secundario	1	0,110	0,110
Subtotal				18,220
Climatización	Unidad exterior	1	14,00	14,000
	Unidad Interior techo 1	1	3,500	3,500
	Unidad Interior techo 2	2	4,600	9,200
	Unidad interior pared 1	3	5,00	15,000
	Unidad interior pared 2	1	1,500	1,500
Subtotal				43,200
Electrodoméstico	Frigorífico	1	0,065	0,065
	Congelador	1	0,095	0,095
	Lavavajillas	1	2,100	2,100
	Microondas	1	1,450	1,450
	Vitrocerámica	1	7,200	7,200
	Extractor	1	0,280	0,280
	Horno	1	2,623	2,623
	Secadora	1	0,650	0,650
	Lavadora	1	0,450	0,450
	Plancha	1	3,100	3,100
	Subtotal			
<b>Total</b>				<b>83,696</b>

Como se puede observar en la tabla 31, el centro infantil está dotado de una potencia de aproximadamente 84 kW, superando la potencia prevista para una instalación de elevada electrificación de 9,3 kW.

- Potencia de cálculo: es la máxima carga prevista y se obtiene de la potencia instalada aplicando los coeficientes de mayorización indicados en el REBT, así como los factores de utilización y simultaneidad del apartado 25 de este mismo reglamento. Seguidamente se proporciona una serie de tablas resumen con la potencia de cálculo obtenida para cada uno de los cuadros eléctricos de los que está provista la instalación:

Tabla 32. Cuadro general

Cuadro General							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
G.1	Luminaria tipo 1	55	5	0,75	0,5	1	103,13
G.2	Luminaria tipo 3	24	3	0,75	0,5	1	27
G.3	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	61,88
G.4	Toma de uso general	3450	21	0,2	0,25	1	3622,5
G.5	Aire acondicionado	1500	1	1	0,5	1,25	937,5
G.6	Aire acondicionado	14000	1	1	0,5	1,25	8750
<b>Subtotal</b>							<b>13502</b>

Tabla 33. Sala usos múltiples

Subcuadro Usos Múltiples							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
U.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	1	123,75
U.2	Luminaria tipo 2	118	1	0,75	0,5	1,8	79,65
U.3	Luminaria tipo 3	24	2	0,75	0,5	1	18
U.4	Toma de uso general	3450	6	0,2	0,25	1	1035
U.5	Toma de uso general	3450	2	0,2	0,25	1	345
U.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	1,25	2875
<b>Subtotal</b>							<b>4476,4</b>



Tabla 34. Aula 0-1 año

Subcuadro Aula 0-1							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A01.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	88,88
	Luminaria tipo 3	24	3				
A01.3	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A01.4	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4076,38</b>

Tabla 35. Aula 1-2 años

Subcuadro Aula 1-2							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A12.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	106,88
	Luminaria tipo 3	24	5				
A12.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A12.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4094,38</b>

Tabla 36. Aula 2-3 años

Subcuadro Aula 2-3							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A23.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	97,88
	Luminaria tipo 3	24	4				
A23.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A23.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4085,38</b>

Tabla 37. Sala psicomotricidad

Subcuadro Psicomotricidad							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
P.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	61,88
P.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
P.3	Aire acondicionado	3500	1	1	0,5	1,25	2187,5
<b>Subtotal</b>							<b>3111,88</b>

Tabla 38. Lavandería

Subcuadro Lavandería							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
L.1	Luminaria tipo 1	55	2	0,75	0,5	1	1825,3
	Luminaria tipo 2	118	1				
L.2	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	1113,75
	Luminaria tipo 3	24	2				
L.3	Toma de uso general	3450	7	0,2	0,25	1	1207,5
L.4	Lavadora	450	1	1	0,5	1,25	281,25
L.5	Secadora	650	1	1	0,5	1,25	406,25
L.6	Plancha	3100	1	1	0,5	1	1550
L.7	Bombas ACS	110	2	1	0,5	1,25	137,5
L.8	Calentador ACS	18000	1	1	0,25	1	4500
<b>Subtotal</b>							<b>11021,6</b>

Tabla 39. Cocina

Subcuadro Cocina							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fu]	Potencia de cálculo (w)
C.1	Luminaria tipo 1	55	4	0,75	0,5	1	82,5
C.2	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	1,8	16,2
C.3	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	1,8	16,2
P.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	1	123,75
C.5	Toma de uso general	3450	12	0,2	0,25	1	2070
C.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	1,25	2875
C.7	Congelador	95	1	1	1	1,25	118,75
C.8	Frigorífico	65	1	1	1	1,25	81,25
C.9	Lavavajillas	2100	1	1	0,25	1,25	656,25
C.10	Horno	2623	1	1	0,25	1	655,75
C.11	Extractor	280	1	1	0,2	1,25	70
C.12	Vitrocerámica	7200	1	1	0,5	1	3600
Subtotal							10365,65

La **potencia total de cálculo** será de **54733,613 w** y es la suma de las potencias de cada uno de los cuadros anteriores.

- Potencia a contratar: se contratará a la empresa suministradora una potencia de 55 kW, bastante próxima a la potencia de cálculo, a fin de economizar lo máximo posible la factura eléctrica.

#### 1.7.4.3 Suministro de energía

La instalación se alimenta de una línea subterránea de baja tensión de la empresa UNELCO ENDESA, la cual suministra una tensión trifásica de 400 V y 50 Hz de frecuencia. El punto de enganche a la red eléctrica está situado a 60 metros de la edificación.

#### Sistema de conexión del neutro

Le neutro se conecta según el esquema TT. En este esquema, el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente, y sin elemento de protección alguno, a tomas de tierra separadas.

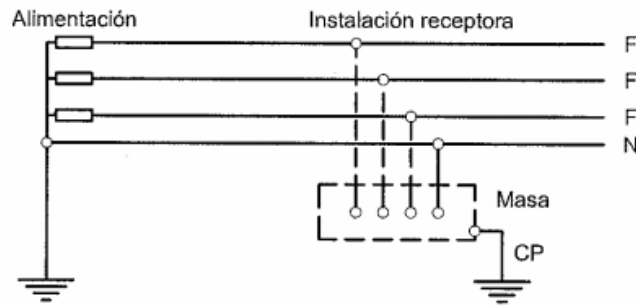


Figura 58. Esquema de distribución TT

En caso de un defecto a masa circula una corriente a través del terreno hasta el punto neutro del transformador, provocando una diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro, que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación.

En este sistema el empleo de interruptores diferenciales es imprescindible para asegurar tensiones de defecto pequeñas y disminuir así el riesgo en caso de contacto eléctrico de personas y para disminuir la posibilidad de que se produzca un incendio de origen eléctrico.

#### 1.7.4.4 Descripción y Justificación de las canalizaciones elegidas

Considerando lo descrito en la tabla 1, del apartado 2.2 de la instrucción ITC-BT-20, se opta por colocar todas las instalaciones del exterior de edificio de forma subterránea en el interior de tubos protectores. Para la instalación interior se dispondrá todas las canalizaciones con tubo protector por falso techo. A continuación se ilustran los tipos de canalizaciones empleadas:

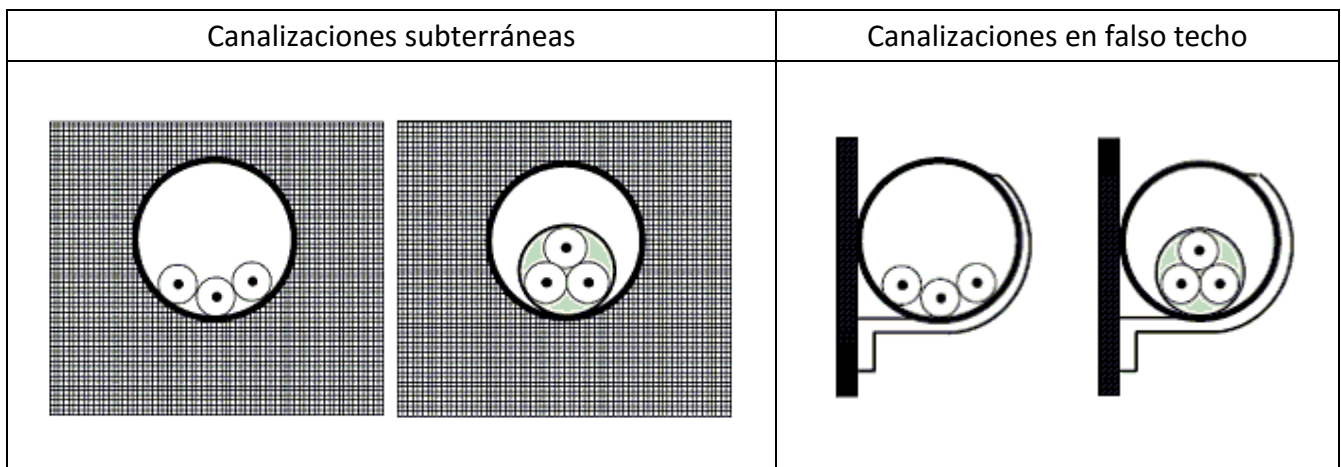


Figura 59. Tipo de canalizaciones

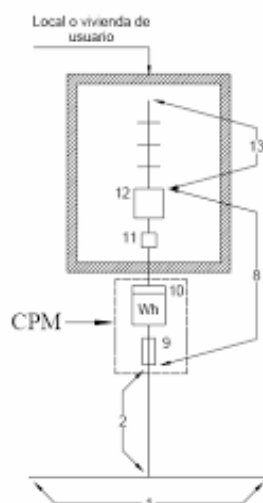
#### 1.7.4.5 Acometida.

Se define como la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

La acometida utilizada para alimentar la instalación es subterránea a una profundidad de 0,90 m, de 120 mm<sup>2</sup> de sección y suministra una tensión trifásica de 400 V y 50 Hz de frecuencia. Discurre en todo momento por dominio público, estando los cables en el interior de un tubo protector de 160 mm de diámetro, y recubiertos de hormigón en toda su longitud dotándolos así de una resistencia mecánica a posibles impactos. Se coloca además una cinta que indicará la existencia de cables eléctricos de baja tensión.

El punto de enganche es asignado por la Compañía Suministradora, UNELCO ENDESA, que siguiendo el trazado más corto para la instalación se encuentra situado a 60 m de la Caja General de Protección.

Por tratarse de cables multiconductores en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores es de tensión 0,6/1 kV y de tipo polietileno reticulado (XLPE).



#### Leyenda

- 1 Red de distribución.
- 2 Acometida.
- 3 Caja general de protección.
- 8 Derivación individual.
- 9 Fusible de seguridad.
- 10 Contador.
- 11 Caja para interruptor de control de potencia.
- 12 Dispositivos generales de mando y protección.
- 13 Instalación interior.

Figura 60. Caja general de protección

#### 1.7.4.6 Caja General de Protección (CGP)

Es la caja destinada a alojar los elementos de protección de la Línea General de Alimentación, señalando el principio de la instalación propiedad del usuario.

A partir de la Normas Particulares de Enlace de Unelco Endesa, por tratarse de un edificio con un solo usuario, la Caja General de Protección (CGP) puede ser sustituida por una Caja de Protección y Medida (CPM) que reúne en un solo elemento la CGP y el Conjunto de Medida.

#### 1.7.4.7 Caja General de Protección y Medida (CPM).

La CPM reúne en un solo elemento la Caja General de Protección (CGP) y el Equipo de Medida (EM), no existiendo línea general de alimentación.

El emplazamiento es el que permite que los dispositivos de lectura los equipos de medida estén a 1,10 m del suelo, empotrada en la fachada mimetizando el efecto visual de la CPM sobre el entorno y además consta de un doble aislamiento de tipo exterior.

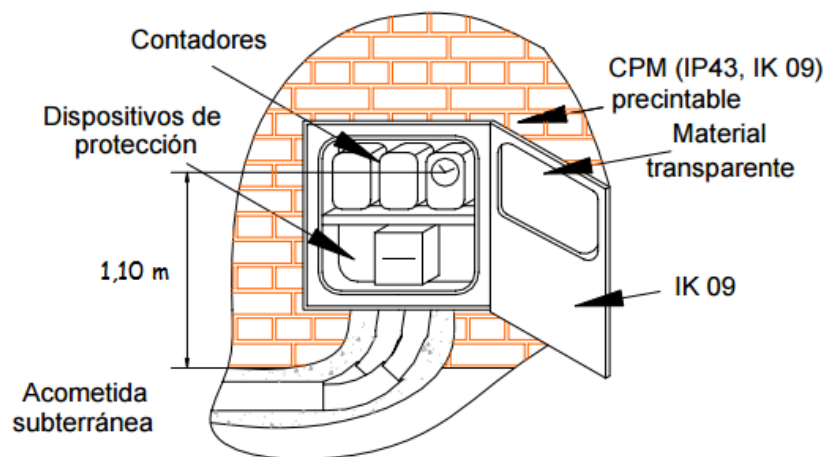


Figura 61. Ejemplo de caja protección y medida con acometida subterránea

Está provista de una tapa con una parte transparente (resistente a rayos ultravioletas), que permite la lectura del contador y reloj, sin necesidad de su apertura.

La CGPM es del tipo utilizado por la empresa suministradora y está formada por la unión de módulos de material aislante de clase térmica A como mínimo, según UNE-EN 60085, cumple todo lo que sobre el particular se indica en la serie de Normas UNE-EN 60439; tiene las condiciones de resistencia al fuego de acuerdo con la Norma UNE-EN 60695-2-10.

Los grados de protección son IP43 e IK09, contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos y contra impactos mecánicos respectivamente.

El neutro está constituido por una conexión amovible de pletina de cobre, situada a la izquierda de las fases, mirando a la unidad funcional de CGP como si estuviera en posición de servicio. La conexión y desconexión se realiza mediante llaves, sin manipular los cables.

La conexión del neutro lleva incorporado un borne auxiliar, que permita la conexión a tierra. La capacidad del borne auxiliar es tal que permite la introducción de un conductor hasta 50 mm<sup>2</sup> de cobre. El dispositivo de apriete correspondiente es de material inoxidable, de cabeza hexagonal y con arandela incorporada.

Las entradas y salidas son por la parte inferior lateral de la caja. Las conexiones de entrada se efectúan mediante terminales de pala y apriete por tornillería, para ello las bases BUC incorporarán un elemento con tornillo insertado de M8 en las de tamaño 00, en las de tamaño 1 y 3 será de M10 y en la DIN tamaño 4 tornillo pasante de M12.

#### Caja General de Protección (CGP).

Los tipos de CGP son proporcionados por la empresa suministradora y se escoge atendiendo a la instalación de la acometida, en este caso subterránea, y a la previsión de carga máxima prevista en la edificación, siendo esta 55 kW. Según la tabla V del apartado 5 de las Normas Particulares de Unelco Endesa, se elige la CGP con denominación CGP-9 100A la cual sigue el siguiente esquema eléctrico:

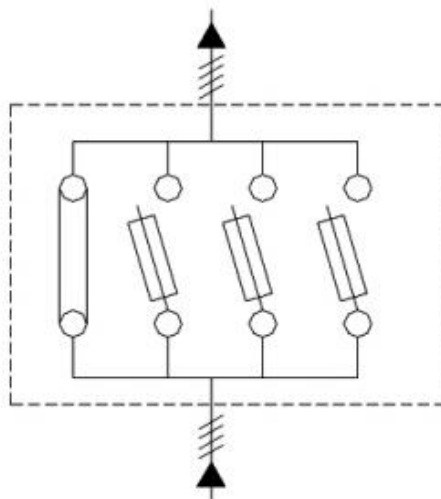
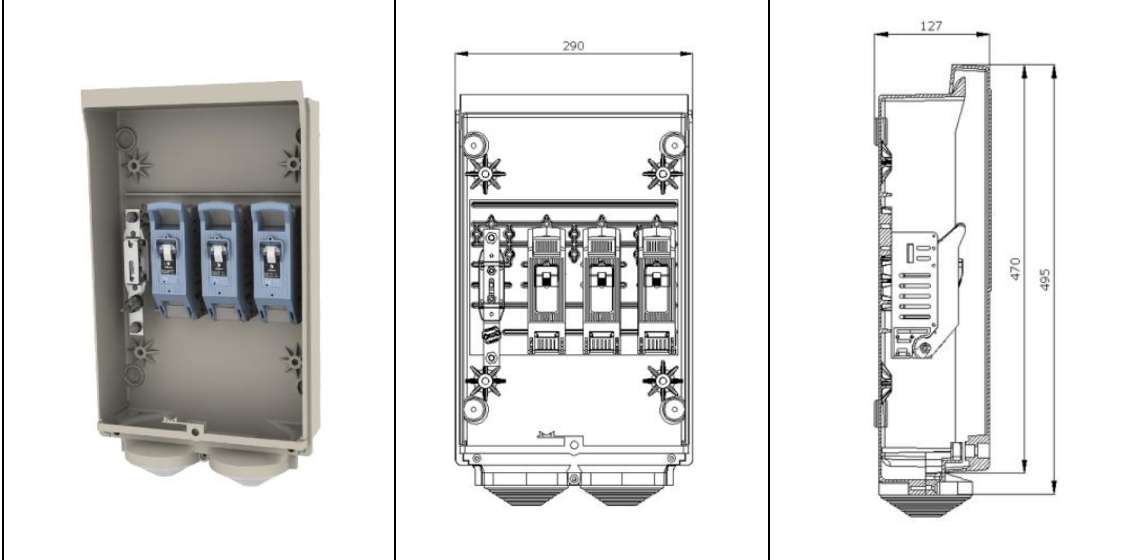


Figura 62. Caja general de protección

Las dimensiones de la CGP se presentan a continuación en la tabla 40:

**Tabla 40. Dimensiones CGP**

Descripción	Alto (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
CGP-9 100A	495	290	127
			

#### 1.7.4.8 Contadores o Equipos de Medida (EM).

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o Contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica. Los EM están contenidos en módulos con envoltorio aislante precintables.

Cumplen los requisitos mínimos con respecto al grado de protección de acuerdo con las normas UNE 20.324 y UNE- EN 50.102. Grado de protección IP 40 contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos e IK 09 contra impactos mecánicos.

Cada derivación individual lleva asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalan antes del contador y se colocan en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tienen una adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y están precintados por la empresa distribuidora.

La unidad esta provista de 3 envoltorios en las que se separan contadores, transformadores de medida y fusibles.

La envoltorio de contadores lleva instalados contadores, máxímetros y relojes. Sus dimensiones son de 540 x 540 mm y a distancia entre los paneles de fijación de los aparatos y las tapas, de la unidad funcional de contadores es de 175 mm.



La parte frontal de la envolvente correspondiente al maxímetro, lleva una ventana abatible y precintable que permite la regularización del mismo y cuyas dimensiones son 196 x 235 mm<sup>2</sup>.

La unidad funcional de comprobación es diseñada por la compañía suministradora y comprende los juegos de bornes necesarios para la conexión de los aparatos de medida a los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad. Estos bornes estarán diseñados de tal manera que permitan la sustitución y comprobación de los contadores sin interrupción del servicio. La unidad normalizada por Unelco Endesa es: Regleta de Verificación para suministros en B.T. de Medida Indirecta compuestas de 10 elementos (6 intensidad y 4 de tensión) que se designarán por las siglas (R, RR, S, SS, T, TT, 1, 2, 3, N).

Por otro lado, la envolvente de transformadores de medida, está diseñada de tal forma que los transformadores de intensidad del tipo encapsulable sean fácilmente intercambiables y disponen de un módulo precintable independiente del resto del equipo de medida. El material envolvente de los transformadores de intensidad es de aislamiento seco autoextinguible. Los transformadores de intensidad son de las siguientes características:

- Intensidad secundaria: 5 A
- Potencia: 10 VA
- Clase: 0,5 S

Finalmente se dispone de una envolvente de fusibles que contiene la unidad funcional de protección. Esta unidad está diseñada de forma que permita la fácil instalación y sustitución de los fusibles. Se instalan bases fusibles con separadores de fase y fusibles NH de intensidad nominal adecuada a la Derivación Individual a instalar. Las medidas mínimas de estos módulos son de 540 x 360 mm.

Además de las envolventes anteriores se incorpora a la instalación una envolvente de interruptor general de maniobra cuya misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores.

Esta unidad se instala en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contiene un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y con neutro retardado en su desconexión. Dicho interruptor es de 160 A.

Las características del cableado del equipo de medida son:

El conexionado entre transformadores y regleta son de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre de clase 5 (flexible). Se realiza utilizando terminales preaislados, siendo de punta los destinados a la conexión de la regleta de verificación y redondo el del secundario del transformador de intensidad.

Los extremos a embornar de los conductores de unión entre elementos de medida, son identificados de forma indeleble con la siguiente nomenclatura y codificación:

- Entrada de intensidad R, S, T
- Salida de intensidad RR, SS, TT
- Tensiones 1, 2, 3, N

La sección de los conductores de conexionado del equipo de medida es de 6 mm<sup>2</sup> para las intensidades y 4 mm<sup>2</sup> para las tensiones. Los colores de los conductores se identifican según lo prescrito en la ITC- BT-26 que son los siguientes:

- Negro, marrón y gris para las fases.
- Azul, para el neutro.
- Amarillo-verde (bicolor), para los conductores de protección.
- Rojo, para los hilos de mando de cambio de tarifa.

El conexionado entre la regleta y contadores es de conductores de cobre V400/750 clase 2 (semirígido) y de sección 6 mm<sup>2</sup>. La sección de los circuitos auxiliares es de 1,5 mm<sup>2</sup> (reloj, relé, etc.).

#### *1.7.4.9 Derivaciones Individuales (DI).*

La derivación individual es la parte de la instalación que suministra la energía eléctrica a una instalación de usuario. La DI se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

El sistema de la instalación de la DI es en tubo enterrado, el cable utilizado es de color rojo y de tipo RZ1-K (AS) 4x35+1G16 mm<sup>2</sup> cuya sección es de 35 mm<sup>2</sup> y su tensión asignada de 0,6/1 kV.

La caída de tensión máxima para el cálculo de la sección del conductor es de 1,5% al tratarse de una instalación para un solo usuario.

La canalización es mediante un tubo protector de polietileno cuyo diámetro de es 90 mm.

#### *1.7.4.10 Dispositivo de control de potencia.*

El interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda la contratada. No obstante, el ICP se utiliza para suministros de baja tensión y hasta una intensidad de 63 A, como en el caso de la instalación del centro infantil la intensidad es mayor se utiliza un Interruptor Automático Regulable (IAR).

De igual modo, este dispositivo va acompañado de un interruptor general automático de corte omnipolar como elemento de protección y desconexión de la instalación.

El IAR va colocado antes del cuadro que aloja los dispositivos generales de mando y protección y dispone de una caja con tapa precintable y cuya finalidad es exclusivamente la instalación de dicho dispositivo.

A partir del artículo 10.2 de las Normas Particulares de Unelco Endesa se obtiene un Interruptor Automático Regulable de 300 A debido a una potencia contratada 55 kW.

#### *1.7.4.11 Dispositivos generales de mando y protección. Protecciones.*

Los dispositivos de mando de y protección están ubicados en el cuadro general que está situado junto a la puerta de entrada del centro infantil a una distancia de 1,50 m del suelo. Al estar situado en una zona común del edificio se toman medidas para impedir el acceso a éste al público en general.

Además del cuadro general, la instalación esta provista de 7 subcuadros más, ubicados cerca de las puertas de acceso al pasillo del aula de usos múltiples, del aula de 0 a 1 años, del aula de 1 a 2 años, del aula de 2 a 3 años, del aula de psicomotricidad, de la lavandería y de la cocina.

La envolvente de los cuadros tiene un grado de protección de IP 30 según la norma UNE 20.324 y una protección de IK 07 según UNE-EN 50.102.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección son:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, que permite su accionamiento manual y que está dotado de elementos de protección y sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del dispositivo de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.

- Un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos por cada uno de los circuitos interiores de los que está provista la instalación calculados según el ITC-BT-25.

A continuación en las tablas 41-47 se muestran los circuitos independientes con una intensidad asignada según su aplicación y el interruptor comercial seleccionado que pueda resistir dicha intensidad:

Tabla 41. Cuadro general

Cuadro General							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
G.1	Luminaria tipo 1	55	5	0,75	0,5	0,56	6
G.2	Luminaria tipo 3	24	3	0,75	0,5	0,15	6
G.3	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,34	6
G.4	Toma de uso general	3450	21	0,2	0,25	19,7	20
G.5	Aire acondicionado	1500	1	1	0,5	4,1	6
G.6	Aire acondicionado	14000	1	1	0,5	38	40

Tabla 42. Sala usos múltiples

Subcuadro Usos Múltiples							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
U.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	0,67	6
U.2	Luminaria tipo 2	118	1	0,75	0,5	0,24	6
U.3	Luminaria tipo 3	24	2	0,75	0,5	0,098	6
U.4	Toma de uso general	3450	6	0,2	0,25	5,6	6
U.5	Toma de uso general	3450	2	0,2	0,25	1,875	6
U.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	12,5	16

Tabla 43. Aula 0-1 año

Subcuadro Aula 0-1							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
A01.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,48	6
	Luminaria tipo 3	24	3				
A01.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	4,69	6
A01.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	13,59	16

Tabla 44. Aula 1-2 años

Subcuadro Aula 1-2							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
A12.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,58	6
	Luminaria tipo 3	24	5				
A12.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	4,69	6
A12.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	13,59	16

Tabla 45. Aula 2-3 años

Subcuadro Aula 2-3							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
A23.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,53	6
	Luminaria tipo 3	24	4				
A23.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	4,69	6
A23.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	13,59	16

Tabla 46. Sala psicomotricidad

Subcuadro Psicomotricidad							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
P.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,34	6
P.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	4,69	6
P.3	Aire acondicionado	3500	1	1	0,5	9,5	10

Tabla 47. Lavandería

Subcuadro Lavandería							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
L.1	Luminaria tipo 1	55	2	0,75	0,5	0,46	6
	Luminaria tipo 2	118	1				
L.2	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	0,43	6
	Luminaria tipo 3	24	2				
L.3	Toma de uso general	3450	7	0,2	0,25	6,56	10
L.4	Lavadora	450	1	1	0,5	1,2	6
L.5	Secadora	650	1	1	0,5	1,77	6
L.6	Plancha	3100	1	1	0,5	8,4	10
L.7	Bombas ACS	110	2	1	0,5	0,598	6
L.8	Calentador ACS	18000	1	1	0,25	24,46	25

Tabla 48. Cocina

Subcuadro Cocina							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Intensidad de cálculo (A)	Interruptor Automático (A)
C.1	Luminaria tipo 1	55	4	0,75	0,5	0,45	6
C.2	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	0,05	6
C.3	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	0,05	6
P.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	0,67	6
C.5	Toma de uso general	3450	12	0,2	0,25	11,25	16
C.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	12,50	16
C.7	Congelador	95	1	1	1	0,52	6
C.8	Frigorífico	65	1	1	1	0,35	6
C.9	Lavavajillas	2100	1	1	0,25	2,85	6
C.10	Horno	2623	1	1	0,25	3,56	6
C.11	Extractor	280	1	1	0,2	0,30	6
C.12	Vitrocerámica	7200	1	1	0,5	19,57	20

Como se puede observar en la tablas anteriores el interruptor más utilizado es el de 6A, mientras que los circuitos destinados al aire acondicionado soportan una mayor intensidad, por lo que estos son los interruptores con un mayor amperaje llegando incluso a los 40<sup>a</sup> para la unidad exterior de la instalación de climatización.

#### 1.7.4.12 Toma de tierra

Se trata de un grupo de electrodos enterrados cuya función es limitar la tensión generada en las masas metálicas con respecto a tierra en un momento dado.

Se entierra un electrodo o grupo de ellos a una profundidad mínima de 0,8m, derivando así cualquier tensión provocada de manera natural o por descarga de tipo atmosférico. Este electrodo está unido a la estructura metálica del edificio.

Se ha instalado la toma de tierra con una pica de acero cobreado con 2m de longitud. El conductor de cobre desnudo tiene unas sección de 35 mm<sup>2</sup>.

#### 1.7.4.13 Instalaciones interiores

##### Circuitos

A la hora de elegir los circuitos se ha tenido en cuenta que la distancia al receptor sea lo más pequeña posible.

No se han colocado enchufes en zonas húmedas por lo tanto están fuera del volumen de peligro.

Para alimentar de corriente a la instalación de ACS no se ha tenido en cuenta la longitud de la propia instalación, simplemente un punto de enlace situado en la lavandería.

Cada equipo de aire acondicionado tiene su propio circuito.

Los cuadros generales están situados a 1,80m sobre el suelo y los enchufes a 1,50m del mismo.

En los cálculos para la longitud se ha utilizado el punto mas desfavorable que en este caso es el punto más lejano, el cual soporta una caída de tensión mayor.

A la hora de escoger los valores de los factores de corrección tanto el de simultaneidad y utilización, se ha tenido en cuenta la actividad a la que está destinada el centro.

El cuadro general es el que soporta una potencia de cálculo mayor.

Se ha tenido en cuenta que la intensidad de cálculo sea menor que la del PIA y esta a su vez menor que la intensidad del cable.

La caja de protección dispondrá de un seccionador para casos de emergencia.

A continuación se muestran las tablas resumen con la propiedades de cada circuito.

Tabla 49. Cuadro general

<b>Circuito</b>	G.1	G.2	G.3	G.4	G.5	G.6
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15	21	15	50
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,41	0,12	0,17	0,27	0,14	0,03
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5	10
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	447,82	1541,04	1111,11	684,58	1293,95	6586,48
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	3	3	5	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,19	0,01	0,04	4,26	0,58	1,07
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,43	0,03	0,10	9,80	1,34	2,46
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	34,24	9,95	13,8	37,33	11,85	15,52
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	6	20	6	40
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,56	0,15	0,34	19,69	4,08	38,04
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,49	0,39	0,90	393,75	8,15	76,09
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	103,13	27,00	61,88	3622,50	937,50	8750,00



Las líneas de alimentación de los subcuadros utilizan cableado eléctrico de las siguientes características:

Tabla 50. Líneas de alimentación

Intensidad del cable (A)	27	21	21	21	15	66	66
Tubo (mm)	16	16	16	16	16	20	20
Resistencia( $\Omega$ )	0,04	0,10	0,14	0,18	0,37	0,04	0,04
Sección (mm <sup>2</sup> )	4	2,5	2,5	2,5	1,5	16	16
Corriente de cortocircuito (A)	7234,09	3058,81	2218,89	1740,87	859,38	7459,86	8888,89
Caída de tensión máxima (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Caída de tensión (%)	0,14	0,31	0,43	0,54	0,84	0,34	0,27
Caída de tensión (V)	0,57	1,23	1,71	2,17	3,35	1,37	1,08
Interruptor Automático (A)	25	20	20	20	16	50	63
Intensidad Cálculo	21,01	18,76	18,86	18,81	14,53	43,93	52,13
Longitud (m)	9,83	14,53	20,03	25,53	31,03	38,13	32
Potencia de cálculo (w)	4476,40	4076,38	4094,38	4085,38	3111,88	11021,56	10365,65
Cable alimentación	Sala usos múltiples	Aula 0-1	Aula 1-2	Aula 2-3	Sala psicomotricidad	Lavandería	Cocina

Tabla 51. Sala usos múltiples

<b>Circuito</b>	U.1	U.2	U.3	U.4	U.5	U.6
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,23	0,22	0,17	0,18	0,22	0,04
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	803,21	824,37	1058,93	995,67	819,09	4189,44
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	3	3	5	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,12	0,08	0,01	0,84	0,34	0,55
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,29	0,18	0,03	1,93	0,78	1,27
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	19,09	18,6	14,48	15,4	18,72	6,1
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	6	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,67	0,24	0,10	5,63	1,88	12,50
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,79	0,64	0,26	112,50	37,50	25,00
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	123,75	79,65	18,00	1035,00	345,00	2875,00

Tabla 52. Aula 0-1 año

<b>Circuito</b>	A01.1	A01.2	A01.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,14	0,17	0,07
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1298,3 3	1113,53	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,06	0,62	1,00
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,13	1,43	2,30
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	11,81	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,48	4,69	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,29	93,75	27,17
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	88,88	862,50	3125,00

Tabla 53. Aula 1-2 años

<b>Circuito</b>	A12.1	A12.2	A12.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,16	0,17	0,07
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1184,0 4	1113,53	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,07	0,62	1,00
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,17	1,43	2,30
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	12,95	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,58	4,69	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,55	93,75	27,17
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	106,88	862,50	3125,00

Tabla 54. Aula 2-3 años

<b>Circuito</b>	A23.1	A23.2	A23.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,15	0,17	0,07
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1224,71	1113,53	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,06	0,62	1,00
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,15	1,43	2,30
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	12,52	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,53	4,69	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,42	93,75	27,17
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	97,88	862,50	3125,00

Tabla 55. Sala psicomotricidad

<b>Circuito</b>	P.1	P.2	P.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,10	0,11	0,12
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1867,64	1648,75	1556,68
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	3
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,03	0,42	1,13
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,06	0,97	2,60
<b>Longitud del punto mas alejado (m)</b>	8,21	9,3	9,85
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	10
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,34	4,69	9,51
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	0,90	93,75	19,02
<b>Potencia de cálculo (w)</b>	61,88	862,50	2187,50

Tabla 56. Lavandería

Circuito	L.1	L.2	L.3	L.4	L.5	L.6	L.7	L.8
Intensidad del cable (A)	15	15	15	15	15	15	15	27
Tubo (mm)	16	16	16	16	16	16	16	16
Resistencia( $\Omega$ )	0,09	0,10	0,15	0,05	0,05	0,12	0,09	0,03
Sección (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4
Corriente de cortocircuito (A)	1960,78	1754,39	1222,75	4003,48	3650,79	1522,67	2159,62	5951,80
Caída de tensión máxima (%)	3	3	5	5	5	5	5	5
Caída de tensión (%)	0,75	0,51	0,80	0,06	0,09	0,82	0,05	0,61
Caída de tensión (V)	1,72	1,18	1,83	0,13	0,21	1,89	0,12	1,40
Longitud del punto mas alejado (m)	7,82	8,74	12,54	3,83	4,2	10,07	7,1	6,87
Interruptor Automático (A)	6	6	10	6	6	10	6	25
Intensidad de cálculo (A)	0,46	0,43	6,56	1,22	1,77	8,42	0,60	24,46
Intensidad Prevista (A)	1,24	1,16	131,25	2,45	3,53	16,85	1,20	97,83
Potencia de cálculo (w)	1825,31	1113,75	1207,50	281,25	406,25	1550,00	137,50	4500,00

Tabla 57. Cocina

Circuito	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.10	C.11	C.12
Intensidad del cable (A)	15	15	15	15	21	21	15	15	15	15	15	21
Tubo (mm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Resistencia( $\Omega$ )	0,13	0,16	0,14	0,17	0,11	0,05	0,05	0,09	0,13	0,11	0,11	0,07
Sección (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
Corriente de cortocircuito (A)	1427,7	1186,8	1275,65	1114,3	1726,7	4088,9	3833,3	2144,5	1381,4	1722,6	1614	2777,8
Caja de tensión máxima (%)	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Caja de tensión (%)	0,05	0,01	0,01	0,09	0,97	0,57	0,02	0,03	0,38	0,31	0,03	1,04
Caja de tensión (V)	0,11	0,03	0,02	0,21	2,22	1,30	0,06	0,07	0,88	0,70	0,08	2,40
Longitud del punto mas alejado (m)	10,74	12,92	12,02	13,76	14,8	6,25	4	7,15	11,1	8,9	9,5	9,2
Interruptor Automático (A)	6	6	6	6	16	16	6	6	6	6	6	20
Intensidad de cálculo (A)	0,45	0,05	0,05	0,67	11,25	12,50	0,52	0,35	2,85	3,56	0,30	19,57
Intensidad Prevista (A)	1,20	0,13	0,13	1,79	225,00	25,00	0,52	0,35	11,41	14,26	1,52	39,13
Potencia de cálculo (w)	82,5	16,2	16,2	123,75	2070	2875	118,75	81,25	656,25	655,75	70	3600

## 1.8 Orden de prioridad de los documentos básicos

Se establece un orden de prioridad de los diferentes documentos de este proyecto frente a las posibles discrepancias que puedan surgir entre las personas encargadas realizar los trabajos que en ellos se describen.

1. Planos.
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria.

## 1.9 Resumen del presupuesto de la instalación.

En la tabla 58 se presenta un resumen del coste de las instalaciones de las que está provisto el centro infantil

Tabla 58. Resumen de Presupuesto

<b>Presupuesto de las Instalaciones</b>	
Presupuesto ACS	12822,25 €
Presupuesto Climatización	9877,54 €
Presupuesto Iluminación	15336,18 €
Presupuesto Electricidad	11361,45 €
<b>Total</b>	<b>49397,42 €</b>

<b>Presupuesto Industrial</b>	
Beneficio Industrial (6%)	2963,85 €
Gastos Generales (13%)	6421,66 €
Gastos Financieros (4%)	1975,90 €
Impuestos (IGIC) (7%)	3457,82 €
<b>Presupuesto Total</b>	<b>64216,65 €</b>

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 2. ANEXOS

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González



## Índice

2.1 Anexo cálculos de iluminación.....	121
2.1.1 Iluminación interior.....	121
2.1.1.1 Criterios mínimos según la norma UNE 12464.1 .....	121
2.1.1.2 Criterios máximos según Documento Básico Ahorro de Energía HE3. ....	122
2.1.2 Iluminación de emergencia.....	125
2.1.2.1 Criterios según Reglamento Electrónico de Baja Tensión (REBT-28).....	125
2.2 Anexo cálculos de agua caliente sanitaria.....	127
2.2.1 Cálculo de demanda de agua caliente sanitaria.....	127
2.2.2 Cálculo de demanda de energía térmica. ....	127
2.2.3 Cálculo de la radiación sobre superficie inclinada. ....	128
2.2.4 Elección de captadores solares. ....	130
2.2.5 Cálculo del rendimiento del colector. ....	132
2.2.6 Cálculo de la energía aportada por los captadores.....	133
2.2.7 Cálculo del rendimiento medio mensual. ....	134
2.2.8 Estimación de la superficie de captación. ....	134
2.2.9 Cálculo del número de colectores.....	135
2.2.10 Superficie de captación recalculada.....	135
2.2.11 Cálculo de la fracción solar.....	135
2.2.12 Sistema de distribución. ....	137
2.2.12.1 Tuberías.....	137
2.2.12.2 Aislamiento. ....	138
2.2.13 Cálculo de pérdidas de carga en el circuito hidráulico.....	139
2.2.13.1 Pérdidas de carga en las tuberías.....	139
2.2.13.2 Pérdidas de carga en los accesorios. ....	141
2.2.13.3 Pérdidas de carga en los colectores. ....	142
2.2.13.4 Pérdidas de carga en el acumulador. ....	143
2.2.13.5 Pérdidas de carga en el calentador eléctrico. ....	143
2.2.14 Bombas hidráulicas. ....	144
2.2.15 Dimensionado del vaso de expansión.....	145
2.2.16 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.....	146
2.2.16.1 Ámbito de aplicación.....	146
2.2.16.2 Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	146
Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	117

2.2.16.3 Protección contra sobrecalentamientos.....	147
2.2.16.4 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras.....	147
2.2.16.5 Sistemas de medida de energía suministrada.....	148
2.2.16.6 Sistemas de acumulación solar.....	148
2.3 Anexo cálculos eléctricos de baja tensión.....	149
2.3.1 Potencia total del edificio.....	149
2.3.1.1 Potencia instalada.....	149
2.3.1.2 Potencia de cálculo.....	150
2.3.2. Propiedades utilizadas en los cálculos.....	154
2.3.2.1. Intensidad.....	154
2.3.2.2 Interruptor automático.....	155
2.3.2.3. Longitud.....	155
2.3.2.4. Caída de tensión y sección.....	155
2.3.2.5. Corriente de cortocircuito.....	157
2.3.2.6. Canalización.....	157
2.3.2.7. Acometida.....	157
2.3.2.8. Derivación individual.....	158
2.3.2.9. Circuitos interiores.....	159
2.4 Anexo cálculos luminotécnicos proporcionados por Dialux.....	167
2.4.1 Características de las luminarias.....	167
2.4.2 Cálculos luminotécnicos de iluminación interior.....	175
2.4.2.1 Almacén de Alimentos.....	175
2.4.2.2 Almacén exterior.....	176
2.4.2.3 Almacén de juguetes.....	177
2.4.2.4 Almacén de limpieza.....	178
2.4.2.5 Aula de 0 a 1 años.....	179
2.4.2.6 Aula de 1 a 2 años.....	180
2.4.2.7 Aula de 2 a 3 años.....	181
2.4.2.8 Baño 1.....	182
2.4.2.9 Baño 2.....	183
2.4.2.10 Baño 3.1.....	184
2.4.2.11 Baño 3.2.....	185
2.4.2.12 Cocina.....	186
2.4.2.13 Comedor.....	187
Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	118

2.4.2.14 Despacho.....	188
2.4.2.15 Lavandería.....	189
2.4.2.16 Pasillo.....	190
2.4.2.17 Aula Psicomotricidad.....	191
2.4.2.18 Sala de espera.....	192
2.4.2.19 Sala usos múltiples.....	193
2.4.2.20 Vestuario.....	194
2.4.2.21 Colores falsos e isolíneas de la iluminación interior.....	195
2.4.3 Cálculos luminotécnicos de iluminación de emergencia.....	196
2.4.3.1 Almacén de Alimentos.....	196
2.4.3.2 Almacén exterior.....	197
2.4.3.3 Almacén de juguetes.....	198
2.4.3.4 Almacén de limpieza.....	199
2.4.3.5 Aula de 0 a 1 años.....	200
2.4.3.6 Aula de 1 a 2 años.....	201
2.4.3.7 Aula de 2 a 3 años.....	202
2.4.3.8 Baño 1.....	203
2.4.3.9 Baño 2.....	204
2.4.3.10 Baño 3.1.....	205
2.4.3.11 Baño 3.2.....	206
2.4.3.12 Cocina.....	207
2.4.3.13 Comedor.....	208
2.4.3.14 Despacho.....	209
2.4.3.15 Lavandería.....	210
2.4.3.16 Pasillo.....	211
2.4.3.17 Aula Psicomotricidad.....	212
2.4.3.18 Sala de espera.....	213
2.4.3.19 Sala usos múltiples.....	214
2.4.3.20 Vestuario.....	215
2.4.3.21 Colores falsos e isolíneas de la iluminación emergencia.....	216
2.5 Estudio básico de seguridad y salud.....	217
2.5.1 Introducción.....	217
2.5.2 Memoria del estudio de seguridad y salud.....	218
2.5.2.1 Datos generales e identificativos de la obra.....	218
 Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	 119

2.5.2.2 Medidas de higiene personal e instalaciones del personal.....	219
2.5.2.3 Consideración general de riesgos .....	220
2.5.3 Normas de seguridad aplicables en la obra .....	220
2.5.4 Fases de la obra.....	221
2.5.5 Análisis y prevención de riesgo en las fases de obra .....	221
2.5.6 Trabajos posteriores.....	223
2.5.7 Normas generales de seguridad y salud. Disposiciones mínimas .....	224
2.5.7.1 Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra .....	224
2.5.7.2 Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud a aplicar en las obras.....	225
2.5.7.3 Sistemas de protección colectiva y señalización .....	234
2.5.7.4 Relación de equipos de protección individual .....	235

## 2.1 Anexo cálculos de iluminación.

### 2.1.1 Iluminación interior.

Para la realización de los cálculos luminotécnicos se ha utilizado el software Dialux evo en su versión 5. Dicho programa permite la definición geométrica en 3D del edificio, así como los acabados interiores y el mobiliario. Además evalúa los niveles de luminancia, iluminancia, deslumbramiento, y otros factores que con los que, al término de los cálculos, genera informes detallados de la instalación del edificio.

#### 2.1.1.1 Criterios mínimos según la norma UNE 12464.1

La norma europea sobre iluminación para interiores, UNE 12464-1, establece requisitos de iluminación, según la actividad, determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- Confort visual: En el que los usuarios tienen una sensación de bienestar.
- Prestaciones visuales: En el que los usuarios son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad: en el que los usuarios hacen uso de la instalación sin riesgos para su salud.

Los parámetros que se deben medir y tener en cuenta para satisfacer estas condiciones son:

- La iluminancia mantenida ( $E_m$ ): es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.
- Índice de deslumbramiento Unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior.

A continuación se presenta la tabla 1, que resume y compara los límites establecidos por la norma, y los resultados de los cálculos, proporcionados por el programa para cada local:

Tabla 1. Cálculos iluminación

Habitación	Iluminancia media horizontal (lux)	Iluminancia mantenida mínima (lux)	UGR	UGR Límite	Cumple
Sala de espera	572	200	21,5	22	✓
Baño 1	940	200	15,6	25	✓
Despacho	1855	500	18,5	19	✓
Usos múltiples	1388	300	18,1	22	✓
Baño 2	682	200	17,4	25	✓
Aula 0-1	1314	300	19,0	22	✓
Aula 1-2	1457	300	18,5	22	✓
Aula 2-3	1370	300	19,2	22	✓
Aula psicomotricidad	1392	300	18,1	22	✓
Comedor	1767	500	17,8	22	✓
Vestuario personal	1567	500	17,4	19	✓
Cocina	1764	500	17,4	22	✓
Almacén alimentos	662	200	16,4	25	✓
Pasillo	633	150	18,9	22	✓
Almacén juguetes	616	200	17,4	25	✓
Almacén limpieza	814	200	15,9	25	✓
Almacén exterior	787	200	16,3	25	✓
Baño 3.1	758	200	16,1	25	✓
Baño 3.2	795	200	15,4	25	✓
Lavandería	1205	300	17,9	25	✓

Para el cálculo de la iluminancia, se ha trabajado sobre un plano horizontal colocado a 0,80 metros sobre el suelo, considerando esta altura como la óptima para realizar las actividades de la guardería, y además es coincidente con la altura de las ventanas por donde entra luz solar que también se tiene en cuenta para el cálculo.

#### 2.1.1.2 Criterios máximos según Documento Básico Ahorro de Energía HE3. *Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.*

Al tratarse de un edificio de nueva construcción, se aplica lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, concretamente el documento básico de ahorro de energía, en la instrucción HE3 de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

##### - Valores de eficiencia energética de la instalación.

Este documento, limita los valores de eficiencia energética de la instalación (VEEI) por cada 100 lux, dependiendo de la actividad realizada en cada local. Para el cálculo de este parámetro se hace uso de la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} [W/m^2 \cdot 100lux]$$

Donde:

- P La potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]  
 S La superficie iluminada [m<sup>2</sup>]  
 E<sub>m</sub> La iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Se calcula la potencia total de cada local teniendo en cuenta el tipo de lámpara utilizado en cada uno de ellos:

Tabla 2. Potencia por módulo

Habitación	Tipo de Luminarias	Potencia [W]	Nº de Luminarias	Potencia por local [W]
Sala de espera	Tipo 1	54,5	1	54,5
Baño 1	Tipo 3	24	3	72
Despacho	Tipo 1	54,5	3	163,5
Usos múltiples	Tipo 1	54,5	6	327
Baño 2	Tipo 3	24	2	48
Aula 0-1	Tipo 1	54,5	3	235,5
	Tipo 3	24	3	
Aula 1-2	Tipo 1	54,5	3	283,5
	Tipo 3	24	5	
Aula 2-3	Tipo 1	54,5	3	259,5
	Tipo 3	24	4	
Aula psicomotricidad	Tipo 1	54,5	3	163,5
Comedor	Tipo 1	54,5	6	327
Vestuario personal	Tipo 1	54,5	3	163,5
Cocina	Tipo 1	54,5	4	218
Almacén alimentos	Tipo 2	118	1	118
Pasillo	Tipo 1	54,5	4	218
Almacén juguetes	Tipo 2	118	1	118
Almacén limpieza	Tipo 2	118	1	118
Almacén exterior	Tipo 2	118	1	118
Baño 3.1	Tipo 3	24	1	24
Baño 3.2	Tipo 3	24	1	24
Lavandería	Tipo 1	54,5	2	109

A continuación se presenta la tabla 3 en la que se comparan los valores de eficiencia energética calculados frente a los valores límites establecidos por el Código Técnico:

Tabla 3. Cálculo del valor VEEI

Habitación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (w)	Iluminancia media horizontal (lux)	VEEI (w/m <sup>2</sup> ·100lux)	VEEI Límite (w/m <sup>2</sup> ·100 lux)	Cumple
Sala de espera	19,50	54,5	572	0,489	4,0	✓
Baño 1	9,80	72,0	940	0,782	4,0	✓
Despacho	14,21	163,5	1855	0,620	3,5	✓
Usos múltiples	87,22	327,0	1388	0,270	3,5	✓
Baño 2	8,70	48,0	682	0,809	4,0	✓
Aula 0-1	40,50	235,5	1314	0,443	3,5	✓
Aula 1-2	40,50	283,5	1457	0,480	3,5	✓
Aula 2-3	40,50	259,5	1370	0,468	3,5	✓
Aula psicomotricidad	29,25	163,5	1392	0,402	3,5	✓
Comedor	35,20	327,0	1767	0,526	4,0	✓
Vestuario personal	17,10	163,5	1567	0,610	4,0	✓
Cocina	26,55	218,0	1764	0,465	4,0	✓
Almacén alimentos	9,00	118,0	662	1,981	4,0	✓
Pasillo	68,15	218,0	633	0,505	4,0	✓
Almacén juguetes	10,20	118,0	616	1,878	4,0	✓
Almacén limpieza	8,70	118,0	814	1,666	4,0	✓
Almacén exterior	11,60	118,0	787	1,293	4,0	✓
Baño 3.1	2,90	24,0	758	1,092	4,0	✓
Baño 3.2	2,50	24,0	795	1,208	4,0	✓
Lavandería	12,76	109,0	1205	0,709	4,0	✓



### - La potencia instalada en el edificio.

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2 del documento básico. Al tratarse de un edificio para uso docente, la potencia máxima establecida es de 15 W/m<sup>2</sup>.

En la tabla 4 se exponen los cálculos de la potencia total instalada en el edificio:

**Tabla 4. Potencia total instalada**

Potencia Instalada (w)	Área total (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (w/m <sup>2</sup> )	Límite Máximo (w/m <sup>2</sup> )	Cumple
3162,50	494,84	6,39	15,00	✓

### **2.1.2 Iluminación de emergencia.**

Al igual que para la iluminación interior, para los cálculos luminotécnicos correspondientes al alumbrado de emergencia, también se ha utilizado el software Dialux evo en su versión 5. Dichos cálculos se realizan con el fin de dotar el edificio de una instalación de emergencia cumpliendo con las siguientes normativas.

#### 2.1.2.1 Criterios según Reglamento Electrónico de Baja Tensión (REBT-28).

Al tratarse de un edificio destinado para una guardería, se considera un local de pública concurrencia y por lo tanto debe disponer de un alumbrado de emergencia. En cambio, no necesita disponer de suministro complementario, entendiéndose por tal, suministros de socorro y de reserva.

Las instalaciones destinadas al alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de alimentación al alumbrado normal, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar la situación de equipos y señales de protección existentes.

Se incluyen dentro de este tipo de alumbrado de emergencia el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

**Alumbrado de seguridad:** Garantiza la iluminación durante la evacuación de una zona, funciona con tensión inferior al 70% de la nominal.

- De evacuación: Permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación, proporciona 1 lux en el suelo en el eje de los pasos principales. Permite identificar los servicios contra incendios y cuadros de distribución (5lx). Tiempo mínimo de funcionamiento de 1 hora.
- Ambiente o Antipánico: permite identificación y acceso a las rutas de evacuación. Proporciona 0,5 lux en todo el espacio hasta 1 m de altura. Tiempo mínimo de funcionamiento de 1 hora.

Para cumplir los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y ambiente con un único equipo de alumbrado de emergencia, se instala éste, a 2,90 m por encima del suelo y proporcionando más de 5lx en toda la superficie.

A continuación se presenta la tabla 5 con la comparación entre la intensidad lumínica horizontal mínima proporcionada en cada local y la intensidad lumínica mínima exigida por la normativa antes citada:

Tabla 5. Intensidad lumínica

Habitación	Iluminancia mín. horizontal (lux)	Iluminancia mín. límite (lux)	Cumple
Sala de espera	37,8	5	✓
Baño 1	113	5	✓
Despacho	62,2	5	✓
Usos múltiples	36	5	✓
Baño 2	102	5	✓
Aula 0-1	62,9	5	✓
Aula 1-2	69,2	5	✓
Aula 2-3	61,8	5	✓
Aula psicomotricidad	70,4	5	✓
Comedor	55,3	5	✓
Vestuario personal	35,9	5	✓
Cocina	59,4	5	✓
Almacén alimentos	73,1	5	✓
Pasillo	69,3	5	✓
Almacén juguetes	34,2	5	✓
Almacén limpieza	45,3	5	✓
Almacén exterior	45,8	5	✓
Baño 3.1	144	5	✓
Baño 3.2	153	5	✓
Lavandería	53,9	5	✓

## 2.2 Anexo cálculos de agua caliente sanitaria.

### 2.2.1 Cálculo de demanda de agua caliente sanitaria.

Para calcular la demanda diaria y mensual de agua caliente sanitaria necesaria para el edificio objeto del proyecto se debe acudir al DB HE 4. En él se recogen los valores unitarios de las demandas siguiendo distintos criterios. En este caso se ha considerado a la guardería como una escuela con ducha. Además dispone de lavandería, cocina/comedor y un vestuario personal, el cual, sólo es utilizado por trabajadores del centro. Tomando como punto de partida la tabla 4.1 del DB HE 4 y estimando los valores de lavandería y comedor obtenemos la tabla 6:

Tabla 6. Demanda de ACS

Demanda de ACS				
Zona de consumo	Unidad	Número	Consumo (l/día)	Consumo total (l/día)
Centro infantil	Alumno	31	21	651
Vestuario	Persona	8	21	168
Cocina	Servicio	30	3	90
Lavandería	Kg de ropa	5	3	15
Total				924

La temperatura del agua de referencia es de 60° y se considera un perfil de consumo de 100% durante todos los meses del año. Para estimar el consumo de la lavandería se ha acudido al CTE antiguo en el que si viene recogido la lavandería dando lugar a los 3 l/d de consumo unitario y estimando una cantidad de ropa en torno a 5 kg de ropa sucia diaria da lugar al valor final de consumo.

En cuanto a la cocina/comedor se ha estimado que el número de comensales diario se situará en torno a 30 y considerando un consumo unitario de 3 l/d da lugar al valor final de consumo recogido en la tabla resumen.

De la anterior tabla, se extrae una demanda diaria de agua caliente sanitaria de 924 l/día o 0,924 m<sup>3</sup>/día.

### 2.2.2 Cálculo de demanda de energía térmica.

Para calcular la energía mensual necesaria en el edificio hay que tener en cuenta la temperatura de suministro del agua de la red, en la localidad de Santa Cruz de Tenerife, que han sido facilitados por el DB HE4 en la Tabla B.1. Además, se toma como temperatura de acumulación o de servicio del ACS de 60°C, que será la que se utilizará en la Escuela Infantil. Teniendo en cuenta estas puntualizaciones, la demanda de energía de ACS mensual queda:

$$Q_{ACS} = Q_d \cdot n \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_{ACS} - T_{red})$$

donde:

- $Q_{ACS}$  demanda de energía mensual para ACS (J/mes).  
 $Q_d$  demanda de ACS diaria ( $m^3/día$ ).  
 $n$  número de días del mes.  
 $\rho$  densidad del agua ( $kg/m^3$ ).  
 $C_e$  calor específico del agua ( $4187 J/kg \cdot ^\circ C$ ).  
 $T_{ACS}$  temperatura de servicio de ACS ( $^\circ C$ ).  
 $T_{red}$  temperatura del agua de red ( $^\circ C$ ).

En la tabla 7 se observa la demanda de energía y potencia calculada:

Tabla 7. Demanda de energía

Mes	Días	Perfil de Consumo (%)	Consumo ACS (l/día)	Demanda ACS (l/mes)	Temperatura agua fría ( $^\circ C$ )	Demanda energía (MJ/mes)	Demanda energía (Kcal·1000/mes)
Enero	31	100	924	28644	15	5396,96	1288,98
Febrero	28	100	924	25872	15	4874,67	1164,24
Marzo	31	100	924	28644	16	5277,03	1260,34
Abril	30	100	924	27720	16	5106,80	1219,68
Mayo	31	100	924	28644	17	5157,09	1231,69
Junio	30	100	924	27720	18	4874,67	1164,24
Julio	31	100	924	28644	20	4797,30	1145,76
Agosto	31	100	924	28644	20	4797,30	1145,76
Septiembre	30	100	924	27720	20	4642,55	1108,8
Octubre	31	100	924	28644	18	5037,16	1203,05
Noviembre	30	100	924	27720	17	4990,74	1191,96
Diciembre	31	100	924	28644	16	5277,03	1260,34
Media		100	924	28105	17,33	5019,11	1198,74
Anual			11088	337260		60229,29	14384,83

De la tabla se extrae un consumo medio de 28105 litros al mes y una demanda media de energía de 5019,11 MJ. Además se observa la necesidad de instalar equipos capaces de suministrar una potencia de 1910,51 W de media mensual.

### 2.2.3 Cálculo de la radiación sobre superficie inclinada.

La energía que incide en un día medio de cada mes sobre cada  $m^2$  de superficie horizontal de captación (H), puede conocerse a través de las tablas proporcionadas por distintos organismos, en este caso se extraen los datos de el "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT".

Como los captadores están inclinados un ángulo beta, se necesita saber la energía incidente (RI) en el plano de captación. Para ello se emplea un factor de corrección K, que también figura en dichas tablas en función del lugar de emplazamiento y del ángulo de inclinación beta.

$$RI = H \cdot K$$

donde:

- RI radiación incidente en el plano orientado (KJ/m<sup>2</sup>·día).
- H radiación incidente en el plano horizontal (KJ/m<sup>2</sup>·día).
- K factor de corrección.

Además se producen unas pequeñas pérdidas, ya que no toda la energía captada en todo momento se intercambia, debido a un ciclo de histéresis en la regulación. Éstas pérdidas se estiman en un 6%, por lo que se puede considerar un factor de valor 0,94 que multiplicado por RI nos ofrece un valor más real de la energía aprovechable.

Asimismo, también existen pérdidas de captación, debidas a una orientación e inclinación de los captadores distinta a la óptima. Para ello se emplea un factor de corrección FI.

Finalmente, la instalación también puede presentar pérdidas debidas a la existencia de sombras. Para evaluar éstas pérdidas se utiliza el factor de corrección FS.

Como consecuencia de la aplicación de estos factores de corrección, la expresión de la energía disponible en el campo solar es la siguiente:

$$RI = H \cdot K \cdot 0,94 \cdot FI \cdot FS$$

donde:

- RI radiación incidente en el plano orientado (KJ/m<sup>2</sup>·día).
- H radiación incidente en el plano horizontal (KJ/m<sup>2</sup>·día).
- K factor de corrección.
- FI factor de corrección de pérdidas por orientación e inclinación.
- FS factor de corrección de pérdidas por sombras.

En el caso de este edificio, al ser una instalación con consumo constante durante todo el año, la inclinación de los captadores coincide con la latitud del lugar de forma aproximada, siendo la latitud 28 grados y la inclinación 30 grados. Suponemos factor FI=1.

Además consideramos FS=1 ya que esta instalación no tiene pérdidas por sombras.

El cálculo de radiación solar, mensual y anual, se resume en la tabla 8:

Tabla 8. Radiación disponible

Mes	Días del mes	Radiación disponible en el plano horizontal (kw·h/m <sup>2</sup> ·día)	Radiación disponible en el plano horizontal (KJ/m <sup>2</sup> ·día)	K	Factor de histéresis	FI	FS	Radiación disponible en el plano orientado e inclinado (MJ/m <sup>2</sup> ·mes)
Enero	31	3,47	12492	1,22	0,94	1	1	444,1
Febrero	28	4,22	15192	1,15	0,94	1	1	459,8
Marzo	31	5,04	18144	1,07	0,94	1	1	565,7
Abril	30	6,11	21996	0,98	0,94	1	1	607,9
Mayo	31	6,59	23724	0,92	0,94	1	1	636,0
Junio	30	7,22	25992	0,89	0,94	1	1	652,4
Julio	31	7,6	27360	0,92	0,94	1	1	733,5
Agosto	31	7,02	25272	0,99	0,94	1	1	729,1
Sept.	30	5,9	21240	1,09	0,94	1	1	652,9
Oct.	31	4,79	17244	1,2	0,94	1	1	602,9
Nov.	30	3,7	13320	1,27	0,94	1	1	477,1
Dic.	31	3,17	11412	1,27	0,94	1	1	422,3
Anual								6983,7

### 2.2.4 Elección de captadores solares.

Se elige el captador comparando los rendimientos de tres modelos comerciales de diferentes fabricantes:

Tabla 9. Posibles captadores

Datos del fabricante			
Colector	Rendimiento óptico	Coefficiente global de pérdidas	Factor de eficiencia
Vitosol 100	0,840	3,36	0,013
Wagner VACO-CP7	0,645	1,016	0,002
Thermomax TMO500	0,810	1,2	0,007

Comparamos gráficamente representando las curvas de rendimiento del captador:

$$\eta = \eta_0 - \alpha_1 \cdot \frac{T_{trab} - T_m}{I} - \alpha_2 \cdot \frac{(T_{trab} - T_m)^2}{I}$$

donde:

- $\eta$  rendimiento mensual del colector (%).
- $\eta_0$  rendimiento óptico del colector (%).
- $\alpha_1$  coeficiente de transferencia de calor lineal (W/m<sup>2</sup>K).

- $\alpha_2$  coeficiente de transferencia de calor cuadrático ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^2$ ).  
 $T_m$  temperatura media del ambiente (K).  
 $T_{trab}$  temperatura de trabajo (K).  
 $I$  intensidad solar sobre la superficie del colector ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

El rendimiento óptico del colector, así como los coeficientes de transferencia de calor son datos proporcionados por el fabricante. Se considera una temperatura de funcionamiento de  $60^\circ\text{C}$  y la temperatura media del ambiente son datos obtenidos de la “Agencia Estatal de Meteorología”. La intensidad solar es el resultado de dividir la radiación incidente en el plano orientado e inclinado entre las horas útiles de sol diarias.

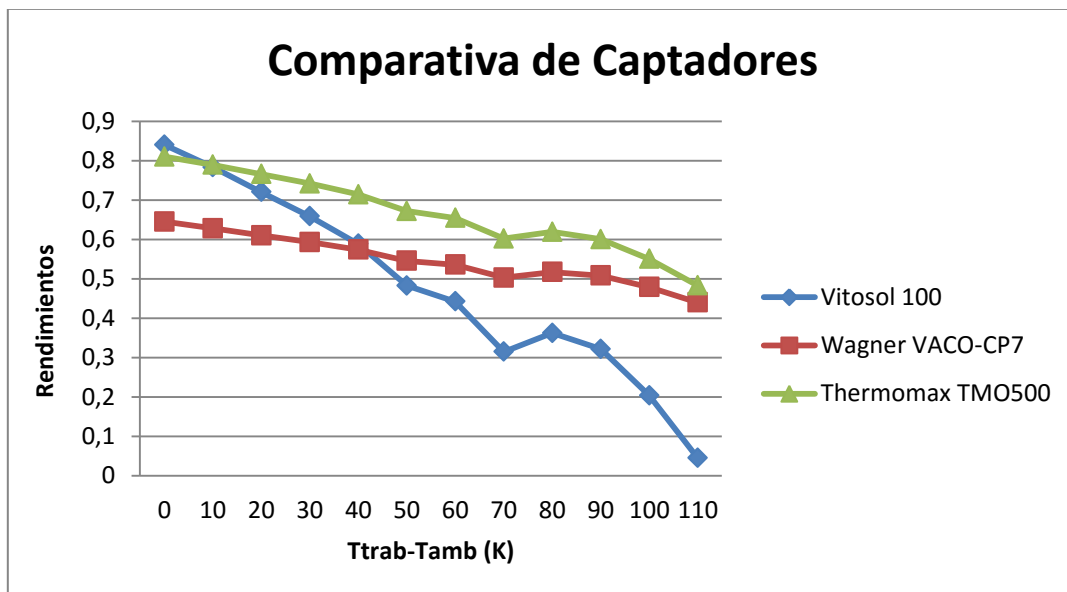



Figura 1. Comparativa de rendimientos de los captadores

Suponiendo una temperatura media del ambiente de  $20^\circ\text{C}$  y una temperatura de trabajo de  $60^\circ\text{C}$  se trabaja en un gradiente de temperatura ( $T_{trab}-T_{amb}$ ) de 40 K. Se observa que en este punto del gráfico los captadores Vitosol y Wagner proporcionan el mismo rendimiento, mientras que el rendimiento del captador de la marca Thermomax es ligeramente superior.

No obstante, como la diferencia de rendimientos es pequeña, se elige el Vitosol 100 debido un mayor desarrollo comercial en España de esta marca con respecto a las otras dos. Además, presenta la ventaja que no necesita inclinación para favorecer la circulación del fluido por el interior de los tubos.

-Colector seleccionado:

Tabla 10. Colector seleccionado

Tipo de Colector							
	Modelo	Tipo	Superficie Captación (m <sup>2</sup> )	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg)
	Viessman n Vitosol 100	s 2.5	2,50	1138	2385	102	60

### 2.2.5 Cálculo del rendimiento del colector.

Una vez elegido el modelo de captador a utilizar, se procede al cálculo de su rendimiento mensual:

$$\eta = \eta_0 - \alpha_1 \cdot \frac{T_{trab} - T_m}{I} - \alpha_2 \cdot \frac{(T_{trab} - T_m)^2}{I}$$

donde:

- $\eta$  rendimiento mensual del colector (%).
- $\eta_0$  rendimiento óptico del colector (%).
- $\alpha_1$  coeficiente de transferencia de calor lineal (W/m<sup>2</sup>K).
- $\alpha_2$  coeficiente de transferencia de calor cuadrático (W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>).
- $T_m$  temperatura media del ambiente (K).
- $T_{trab}$  temperatura de trabajo (K).
- $I$  intensidad solar sobre la superficie del colector (W/m<sup>2</sup>).

El rendimiento óptico del colector, así como los coeficientes de transferencia de calor son datos proporcionados por el fabricante. Se considera una temperatura de funcionamiento de 60°C y la temperatura media del ambiente son datos obtenidos de la “Agencia Estatal de Meteorología”. La intensidad solar es el resultado de dividir la radiación incidente en el plano orientado e inclinado entre las horas útiles de sol diarias.



Se presenta a continuación la tabla 11 con los rendimientos obtenidos para cada mes:

Tabla 11. Rendimiento del colector

Mes	Horas útiles de sol	Intensidad Solar (W/m <sup>2</sup> *día)	Temperatura ambiente media (°C)	Temperatura de Trabajo (°C)	Rendimiento del colector (%)
Enero	8,00	497,42	18,2	60	51
Febrero	8,50	536,68	18,3	60	54
Marzo	9,00	563,25	19	60	56
Abril	9,50	592,48	19,7	60	58
Mayo	10,00	569,90	21	60	58
Junio	11,00	549,11	22,9	60	58
Julio	11,50	571,52	25	60	61
Agosto	11,00	593,89	25,5	60	62
Septiembre	10,00	604,51	24,9	60	62
Octubre	9,00	600,35	23,4	60	61
Noviembre	8,50	519,65	21,3	60	55
Diciembre	7,50	504,58	19,4	60	53

Se observa que en los meses de verano es donde el colector presenta un mayor rendimiento y es debido a que al haber más radiación solar y más horas útiles de sol, la intensidad solar es mayor. Además, en invierno, la temperatura ambiente es menor, por lo tanto la diferencia de temperatura con respecto a la temperatura del fluido del captador aumenta y disminuye el rendimiento del colector.

### 2.2.6 Cálculo de la energía aportada por los captadores.

Una vez obtenida la radiación solar que incide sobre el plano orientado e inclinado de los captadores, y los rendimientos de los mismos, se calcula la energía real aportada por el sistema ( $Q_{\text{útil}}$ ) haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{útil}} = \eta \cdot RI$$

donde:

- $Q_{\text{útil}}$  energía real aportada por el sistema (MJ/m<sup>2</sup>\*mes).
- $\eta$  rendimiento mensual del colector (%).
- $RI$  radiación incidente en el plano orientado (MJ/m<sup>2</sup>\*mes).

Tabla 12. Energía aportada

Mes	Días del mes	Radiación incidente en el plano orientado e inclinado (MJ/m <sup>2</sup> *mes)	Rendimiento mensual de los colectores	Energía REAL aportada (MJ/m <sup>2</sup> *mes)
Enero	31	444,10	51	227,4
Febrero	28	459,83	54	246,8
Marzo	31	565,73	56	314,9
Abril	30	607,88	58	350,
Mayo	31	636,01	58	365,9
Junio	30	652,35	58	378,6
Julio	31	733,49	61	444,8
Agosto	31	729,062	62	451,1
Sept.	30	652,88	62	403,7
Oct.	31	602,99	61	365,5
Nov.	30	477,04	55	263,5
Dic.	31	422,33	53	222,6
Anual		6983,69	58	4034,9

### 2.2.7 Cálculo del rendimiento medio mensual.

Para calcular el rendimiento medio anual se divide la energía real aportada entre la radiación incidente en el plano en términos anuales, obteniendo:

$$\text{Rendimiento medio anual} = \frac{4034,949 \text{ (MJ/m}^2\text{)}}{6983,688 \text{ (MJ/m}^2\text{)}} \cdot 100 = 57,78\%$$

### 2.2.8 Estimación de la superficie de captación.

La superficie de captación necesaria ( $S_c$ ) se obtiene de la siguiente expresión:

$$S_c = \frac{\text{Contribución Solar mínima (\%)} \cdot \text{Demanda de Energía (MJ)}}{\text{Rendimiento medio anual (\%)} \cdot \text{Radiación Incidente (MJ/m}^2\text{)}}$$

Donde la contribución solar mínima es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada y la demanda energética anual. Como la energía solar aportada se expresa en función del área que aún no ha sido calculada, se toma un valor estimado de contribución solar mínima.

Dicho valor es un 60%, obtenido a partir de la Tabla 2.1 de DB HE 4, por encontrarse el edificio en Canarias, zona V, y exigir una demanda correspondiente al intervalo [50-5000 l/d].

$$S_c = \frac{60,00 \text{ (\%)} \cdot 60229,290 \text{ (MJ)}}{57,78 \text{ (\%)} \cdot 6983,688 \text{ (MJ/m}^2\text{)}} = 8,956 \text{ m}^2$$

### 2.2.9 Cálculo del número de colectores.

Para hallar el número de colectores necesarios para satisfacer las condiciones anteriormente mencionadas se divide la superficie de captación necesaria entre la superficie de un captador:

$$N^{\circ} \text{ Colectores} = \frac{\text{Superficie de captación}}{\text{Superficie de un captador}} = \frac{8,569 \text{ m}^2}{2,50 \text{ m}^2} = 3,5824 \equiv 4 \text{ colectores}$$

### 2.2.10 Superficie de captación recalculada.

Una vez obtenida la superficie de captación de forma estimada y a su vez el número de colectores, se procede a calcular la contribución solar mínima utilizando el área del colector proporcionada por el fabricante:

$$\begin{aligned} \text{Contribución solar mín.} &= \frac{4034,949 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}\right) \cdot 4 \text{ colectores} \cdot 2,50 \text{ m}^2}{60229,29 \text{ (MJ)}} \cdot 100 \\ &= 66,99\% \end{aligned}$$

La superficie de captación recalculada es:

$$S_c = \frac{66,99 (\%) \cdot 60229,290 \text{ (MJ)}}{57,78 (\%) \cdot 6983,688 \text{ (MJ/m}^2\text{)}} = 9,999 \cong 10 \text{ m}^2$$

### 2.2.11 Cálculo de la fracción solar.

Se calcula la fracción solar mínima que es el cociente de la energía aportada en la superficie de captación de los captadores entre la demanda de energía. Los resultados obtenidos mensualmente se resumen en la tabla 13:

Tabla 13. Fracción solar

Mes	Energía REAL aportada en el plano inclinado (MJ/mes)	Demanda energía (MJ/mes)	Fracción Solar
Enero	2273,73	5396,96	0,4213
Febrero	2468,42	4874,67	0,5064
Marzo	3148,95	5277,03	0,5967
Abril	3500,30	5106,80	0,6854
Mayo	3659,43	5157,09	0,7096
Junio	3786,23	4874,67	0,7767
Julio	4447,65	4797,30	0,9271
Agosto	4511,14	4797,30	0,9403
Sept.	4037,47	4642,55	0,8697
Oct.	3655,02	5037,16	0,7256
Nov.	2634,73	4990,74	0,5279
Dic.	2226,44	5277,03	0,4219
Anual	40349,49	60229,29	0,6699

Representación gráfica:

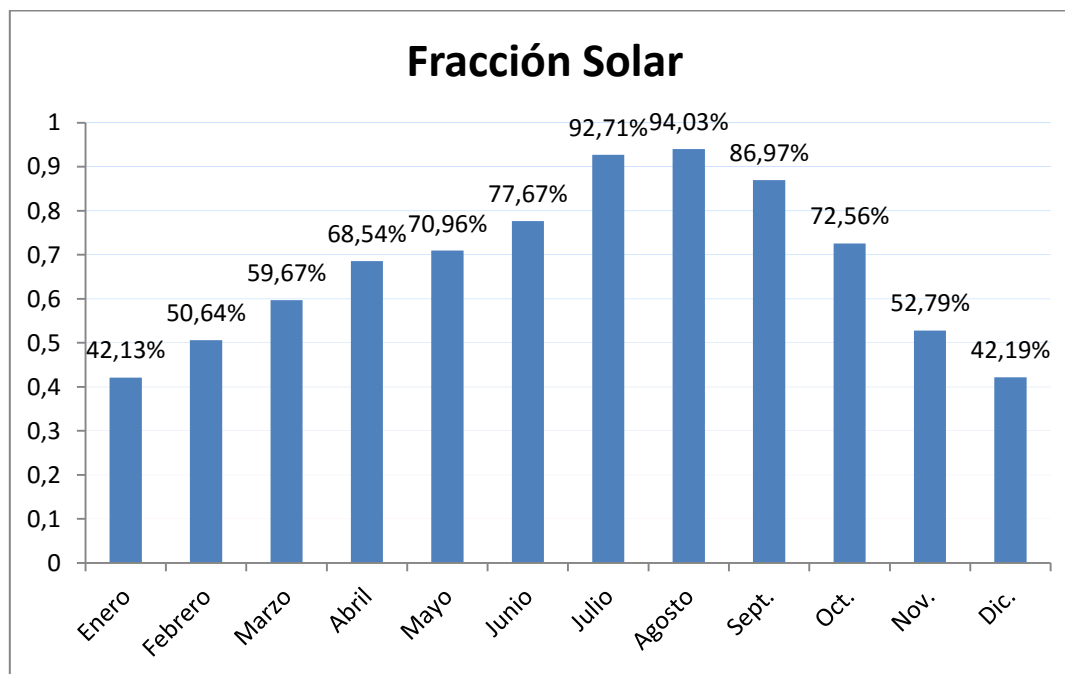


Figura 2. Fracción solar

## 2.2.12 Sistema de distribución.

### 2.2.12.1 Tuberías

El fabricante de colectores proporciona una serie de datos de operación recomendados, que se recogen en la tabla 14:

Tabla 14. Datos de operación del colector

		Unidades
Nº de Colectores	4	-
Velocidad del fluido	0,4-0,7	m/s
Volumen del fluido	6,7	l/min
Tubería de cobre	22x1	mm
Caída de presión	1,0-2,5	mbar/m

El caudal:

$$Q = 6,7 \frac{l}{min} = 1,1167 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Para 4 colectores:

$$Q = 1,1167 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s} \cdot 4 = 4,4467 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Para la velocidad se toma un valor recomendado por la normativa:

$$V = 1,5 \frac{m}{s}$$

Con ambos datos se recurre a la siguiente expresión para calcular el diámetro teórico necesario en las tuberías:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,4467 \cdot \frac{10^{-4} m^3}{s}}{1,5 \frac{m}{s} \cdot \pi}} = 1,943 \cdot 10^{-2} m = 19,43 mm$$

En la tabla 15 se recogen los diámetros normalizados para las tuberías de cobre:

Tabla 15. Diámetros y espesores tuberías de cobre

Diámetros interiores y espesores- Cobre						
Diámetro exterior (mm)	Espesores (mm)					
	0,75	1	1,2	1,5	2	2,5
	Diámetro interior (mm)					
6	4,5	4				
8	6,5	6				
10	8,5	8				
12	10,5	10				
15	13,5	13				
18	16,5	16				
22		20	19,6	19		
28		26	25,6	25		
35		33	32,6	32		
42		40	39,6	39		
54			51,6	51		
63				60	59	
80				77	76	
100					96	95

El diámetro normalizado más próximo es el de 22 mm con diámetro interior 20 mm según la norma UNE-37-141-76 referente a la normalización de los diámetros y espesores en tuberías de cobre, que cumple las condiciones exigidas satisfactoriamente.

Para hallar la velocidad real se usa el diámetro previamente elegido y se sustituye en la siguiente expresión:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 4,4467 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (22 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = 1,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad no cumple con los valores recomendados por el fabricante pero es un valor muy razonable siguiendo las recomendaciones estipuladas en la normativa.

#### 2.2.12.2 Aislamiento.

El aislamiento se diseña según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se podrá optar por el procedimiento simplificado o por el alternativo.

En el procedimiento simplificado los espesores mínimos de aislamiento térmicos, 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 conductividad térmica de referencia a 10° C de 0,040 W/(m.K) deben ser los indicados en la tabla 16:

Tabla 16. Espesores mínimos

Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)		
	[40-60]	[>60-100]	[>100-150]
$D \leq 35$	35 mm	35 mm	40 mm
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento todo el año, como redes de agua caliente sanitaria, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.

El espesor del aislamiento es de:

$$Espesor_{mínimo} = 35mm + 5mm = 40mm$$

### 2.2.13 Cálculo de pérdidas de carga en el circuito hidráulico.

En el circuito primario las pérdidas de carga las podemos dividir en cinco tipos:

#### 2.2.13.1 Pérdidas de carga en las tuberías.

Para hallar las pérdidas de carga en las tuberías del circuito primario se hace uso de la fórmula de Darcy-Weissbach:

$$\Delta p_{f(tuberías)} = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{D_{int} \cdot 2} \cdot L$$

donde:

$f$	coeficiente de fricción
$v$	velocidad del fluido (m/s)
$\rho$	densidad del fluido (kg/m <sup>3</sup> )
$D_{int}$	diámetro interior de la tubería (m)
$L$	longitud equivalente (m)

Para determinar el factor de fricción se debe recurrir al diagrama de Moody y para ello se requiere determinar el número de Reynolds y la rugosidad relativa  $\varepsilon/D_{int}$ .

-En primer lugar el número de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot D_{int}}{\nu}$$

donde:

$v$  velocidad del fluido (m/s)

$D_{int}$  diámetro interior de la tubería (m)

$\nu$  viscosidad cinemática del agua (60°C) ( $m^2/s$ )

Siendo la velocidad 1,17 m/s y la viscosidad cinemática del agua  $0,474 \cdot 10^{-6} m^2/s$ :

$$Re = \frac{v \cdot D_{int}}{\nu} = \frac{1,17 \frac{m}{s} \cdot 20 \cdot 10^{-3} m}{0,474 \cdot 10^{-6} m^2/s} = 49367,1 \cong 4,9 \cdot 10^4$$

-En segundo lugar la rugosidad relativa:

Siendo la rugosidad absoluta para el cobre,  $\varepsilon = 0,0015 mm$  (dato tabulado)

$$\frac{\varepsilon}{D_{int}} = \frac{0,0015 mm}{20 mm} = 0,000075$$

- En tercer lugar, con ambos datos se recurre al diagrama de Moody y se extrae el valor del coeficiente de fricción:

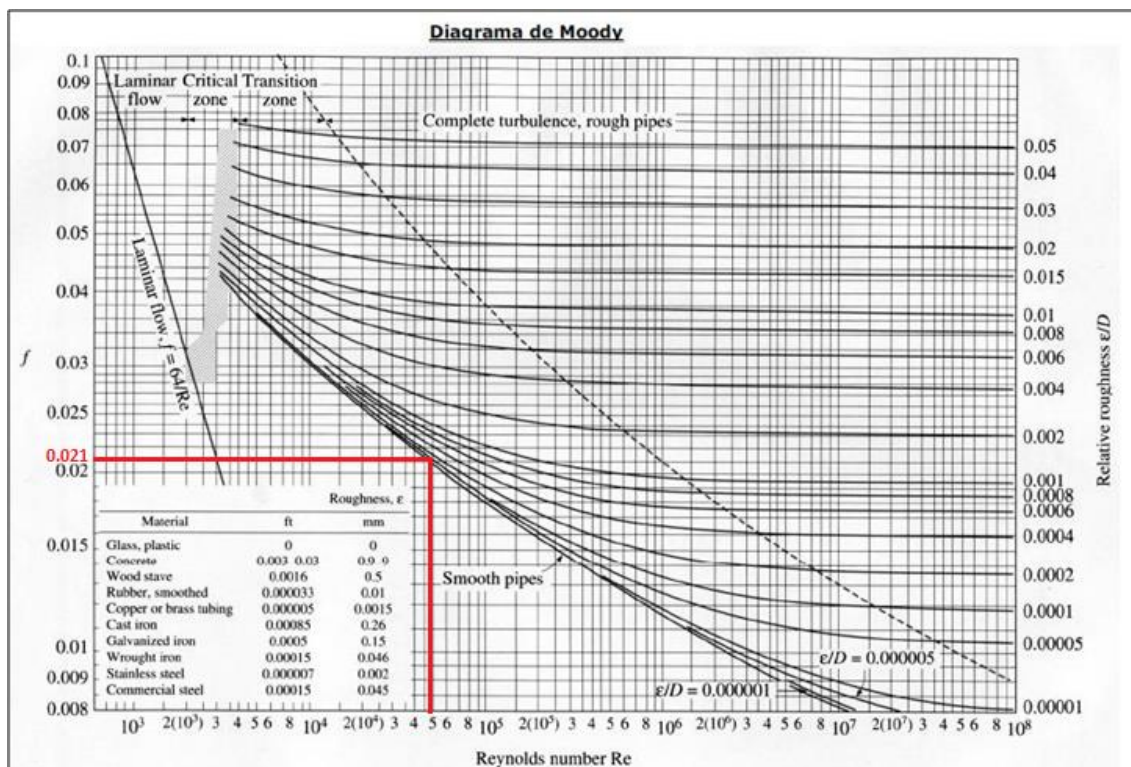


Figura 3. Diagrama de Moody



El coeficiente de fricción obtenido es de  $f = 0,021$ .

### 2.2.13.2 Pérdidas de carga en los accesorios.

Para calcular las pérdidas de carga en los accesorios se utiliza el método de longitud equivalente que consiste en sustituir, a efectos de cálculo, el accesorio por una longitud equivalente de tubería, que origine por rozamiento la misma pérdida. Dichas equivalencias son obtenidas de la figura 4:

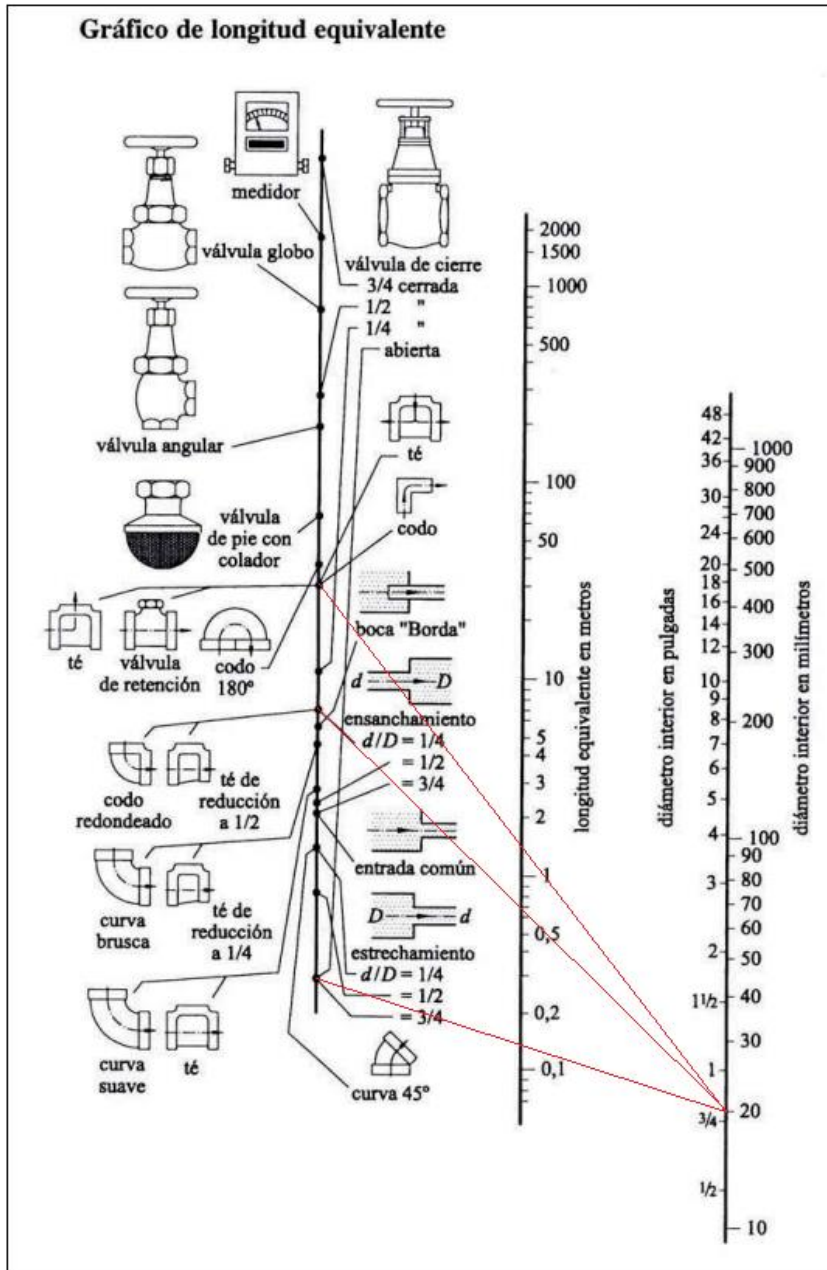


Figura 4. Longitudes equivalentes

Las longitudes equivalentes obtenidas se resumen en la tabla 17:

Tabla 17. Longitudes equivalentes obtenidas

Accesorios	Número	Longitud Equivalente (m)	Total (m)
Válvula de cierre	7	0,4	2,8
Codo de 90º	5	0,7	3,5
T estándar	2	1,4	2,8

La longitud equivalente total de los accesorios se suma a la longitud de las tuberías que es 8,24m:

$$L = L_{\text{accesorios}} + L_{\text{tubería}} = 2,8 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 2,8 \text{ m} + 8,24 \text{ m} = 17,34 \text{ m}$$

Una vez obtenidos estos valores se sustituyen en la fórmula de Darcy-Weissbach anteriormente mencionada:

$$\Delta p_{f(\text{tuberías})} = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{D_{\text{int}} \cdot 2} \cdot L = 0,021 \cdot \frac{1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(1,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{20 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 2} \cdot 17,34 \text{ m} = 12461,78 \text{ Pa}$$

### 2.2.13.3 Pérdidas de carga en los colectores.

A partir del diagrama facilitado por el fabricante y sabiendo que el caudal por cada colector es de 6,7 litros por minuto:

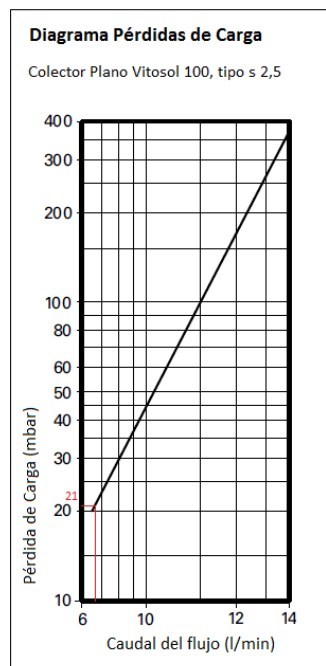


Figura 5. Pérdidas de carga del colector

Se obtiene una pérdida de carga de 21 mbar por cada captador, entonces, la pérdida de carga total en el sistema de captadores es:

$$\Delta p_{f(\text{colectores})} = 21 \text{ mbar} \cdot 4 = 84 \text{ mbar} \equiv 8400 \text{ Pa}$$

#### 2.2.13.4 Pérdidas de carga en el acumulador.

Como el caudal volumétrico del circuito es de 402 l/h y la gráfica para un acumulador de 1000 l de capacidad solo llega hasta 800 l/h, se coge el valor que recoge la gráfica como pérdida mínima:

$$\Delta p_{f(\text{interacumulador})} = 0,9 \text{ mbar} \equiv 90 \text{ Pa}$$

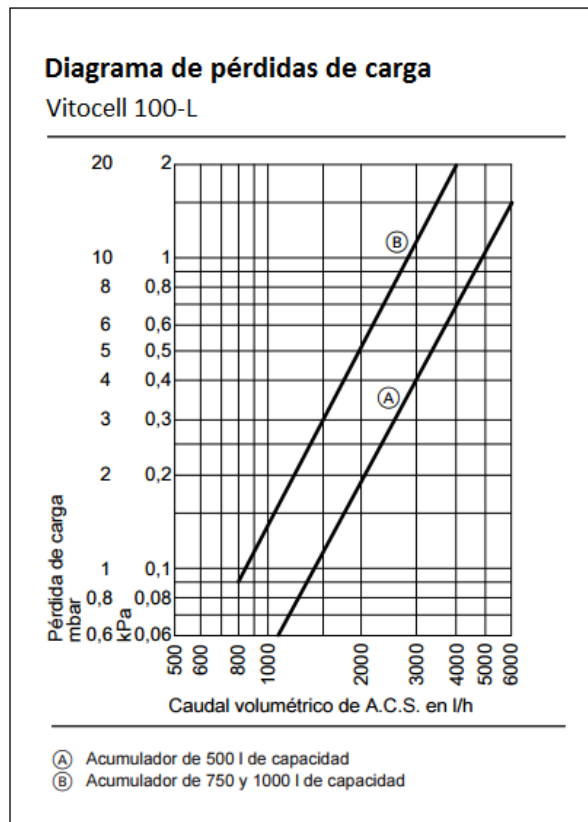


Figura 6. Pérdidas de carga del acumulador

#### 2.2.13.5 Pérdidas de carga en el calentador eléctrico.

Se escoge un calentador instantáneo completamente eléctrico, para el cual el fabricante presenta las pérdidas de carga en función del caudal volumétrico:

<b>Pérdida de carga del calentador eléctrico</b>							
<b>Modelo Stiebel Eltron DHE 18</b>							
Caudal	l/min	2	4	6	8	10	12
Pérdida de carga	bar	0,15	0,30	0,70	1,20	1,80	2,60

Figura 7. Pérdidas de carga calentador eléctrico

Para un caudal de 6,7 l/min se hace una interpolación para la cual se obtiene una pérdida de carga en el calentador de:

$$\Delta p_{f(\text{Calentador})} = 0,875 \text{ bar} \equiv 87.500 \text{ Pa}$$

### Pérdidas de carga en el circuito primario

Una vez conocidas las pérdidas de carga para cada equipo se procede a hallar la pérdida total en el circuito:

$$\Delta p_{f(\text{primario,totales})} = \Delta p_{f(\text{tuberías})} + \Delta p_{f(\text{colectores})} + \Delta p_{f(\text{interacumulador})} + \Delta p_{f(\text{Calentador})}$$

$$\Delta p_{f(\text{primario,totales})} = (12461,78 + 8400 + 90 + 87.500) \text{ Pa} = 108,45 \text{ kPa}$$

### Pérdidas de carga en el circuito secundario

Las pérdidas de carga del circuito secundario se calculan análogamente a las del primario, teniendo en cuenta que se estudia el tramo de tubería más alejado de la bomba, ya que es éste, el tramo más desfavorable por tener mayores pérdidas de carga.

Dicho circuito consta de una tubería de 50 metros de longitud y 6 codos de 90°, lo que supone una pérdida de carga de:

$$L = L_{\text{accesorios}} + L_{\text{tubería}} = 4,2 + 50 \text{ m} = 54,2 \text{ m}$$

$$\Delta p_{f(\text{secundario,totales})} = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{D_{\text{int}} \cdot 2} \cdot L = 0,021 \cdot \frac{1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(1,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{20 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 2} \cdot 54,2 \text{ m} = 38.952,05 \text{ Pa}$$

#### **2.2.14 Bombas hidráulicas.**

Para ambos circuitos, la bomba se destina únicamente a vencer las pérdidas de carga, por lo tanto se deberá cumplir la siguiente igualdad:

$$H_B = H_I$$

donde,

$H_B$  pérdidas a vencer por la bomba.

$H_I$  pérdidas en el circuito cerrado.

El fabricante de bombas Inoxpa proporciona gráficas para elegir la bomba adecuada en función del caudal y las pérdidas de carga.

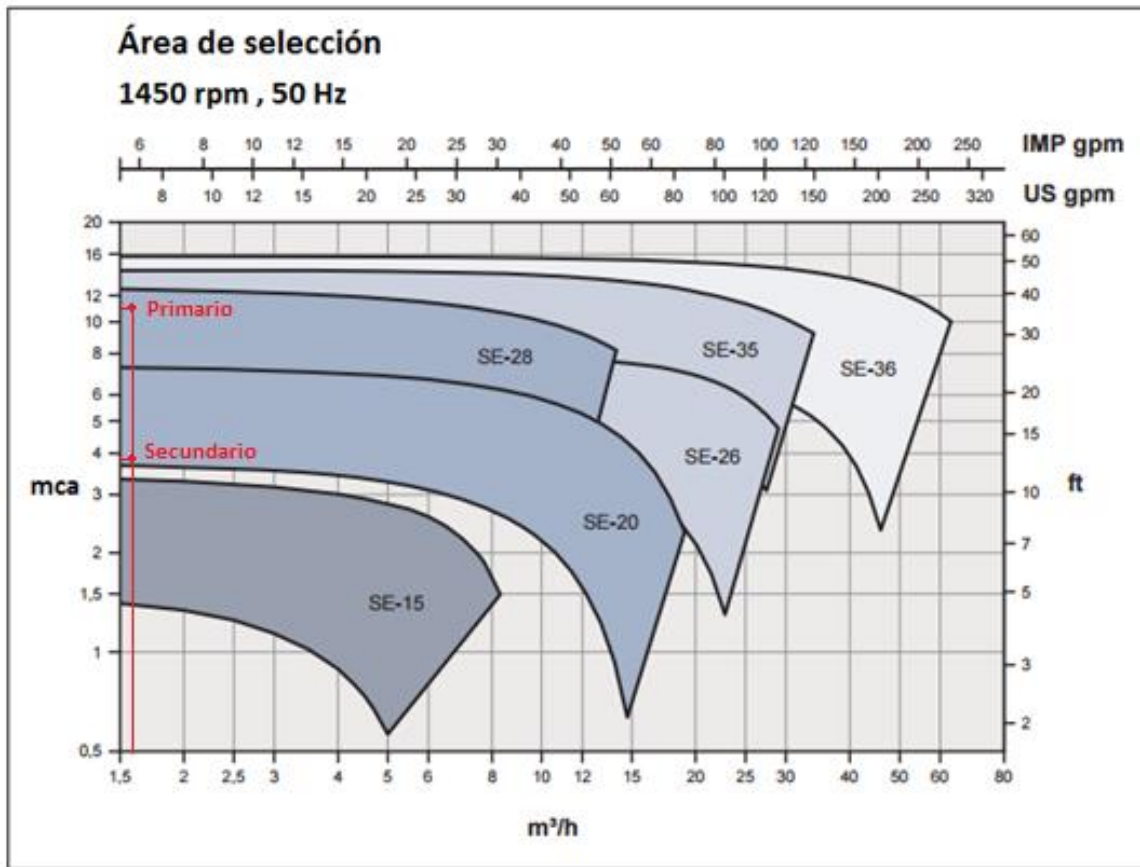


Figura 8. Curvas de las bombas

- Para el circuito primario, como necesita vencer unas pérdidas correspondientes a 11,06 mca se selecciona el modelo SE-28.
- Para el secundario, como necesita vencer unas pérdidas de 3,97 mca se escoge el modelo SE-20 que es un modelo de menores dimensiones.

### 2.2.15 Dimensionado del vaso de expansión.

Para dimensionar el vaso de expansión se debe tener en cuenta el volumen total de agua contenida en el circuito, además de la temperatura máxima y mínima del agua en el interior del mismo y a su vez sus respectivas densidades. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_{\text{vaso}} = \frac{V_{\text{circuito}}}{\rho_{\text{min}}} \cdot (\rho_{\text{min}} - \rho_{\text{max}})$$

donde,

- $V_{\text{vaso}}$  volumen total de expansión ACS (l)
- $V_{\text{circuito}}$  volumen total de agua del circuito (l)

$\rho_{\min}$  densidad del agua a la Tª mínima de la instalación ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_{\max}$  densidad del agua a la Tª máxima de la instalación ( $\text{kg/m}^3$ )

Para hallar el volumen del circuito recurrimos a la ecuación de volumen de una tubería:

$$V = L \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) = 8,24 \text{ m} \cdot \left( \frac{\pi \cdot 0,02^2 \text{ m}^2}{4} \right) = 2,589 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

donde,

L Longitud de tubería (m)

D Diámetro interior de la tubería (m)

Para saber la densidad máxima y mínima vamos a suponer que la Tª máxima del agua en el circuito es de 70°C y la mínima de 10°C y obtenemos:

$$\rho_{\min}: 999,77 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\max}: 977,63 \text{ kg/m}^3$$

Obtenidos estos valores se acude a la ecuación inicial:

$$V_{\text{vaso}} = \frac{2,589 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{999,77 \text{ kg/m}^3} \cdot \frac{(999,77 - 977,63) \text{ kg}}{\text{m}^3} = 5,733 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,06 \text{ l}$$

Se aplica un coeficiente de seguridad de 2:

$$V_{\text{vaso}} = 2 \cdot 0,06 \text{ l} = 0,12 \text{ l}$$

### 2.2.16 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

A continuación, se comprueba que los parámetros anteriormente calculados cumplen con los requisitos mínimos establecidos en el DB Ahorro de energía HE 4.

#### 2.2.16.1 Ámbito de aplicación.

Se aplica la sección HE 4 del Documento Básico al tratarse de nueva construcción, tanto el edificio, como la instalación térmica, y además teniendo una demanda superior a 50 l/d de agua caliente sanitaria. La instalación térmica no se utiliza para climatizar piscinas ni para climatizar superficies, únicamente para alimentar al edificio de ACS.

#### 2.2.16.2 Caracterización y cuantificación de las exigencias.

Por tratarse de un edificio nuevo, para caracterizar la exigencia se establece una contribución mínima, según la zona donde esté ubicado éste, y según la demanda de ACS diaria. En este caso se encuentra en Canarias, zona V, y la demanda se corresponde al intervalo [50-5000 l/d].

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS, obtenidos a partir de los valores mensuales. Con ambos datos, a partir de la Tabla 2.1 de DB HE 4, se concluye que el porcentaje mínimo de *contribución solar* se sitúa en el 60%.

### 2.2.16.3 Protección contra sobrecalentamientos.

Para dimensionar la instalación se debe considerar que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y a su vez en no más de tres meses el 100% y además no se tendrán en cuenta aquellos meses dónde la demanda energética no supere el 50% de la media del resto de meses.

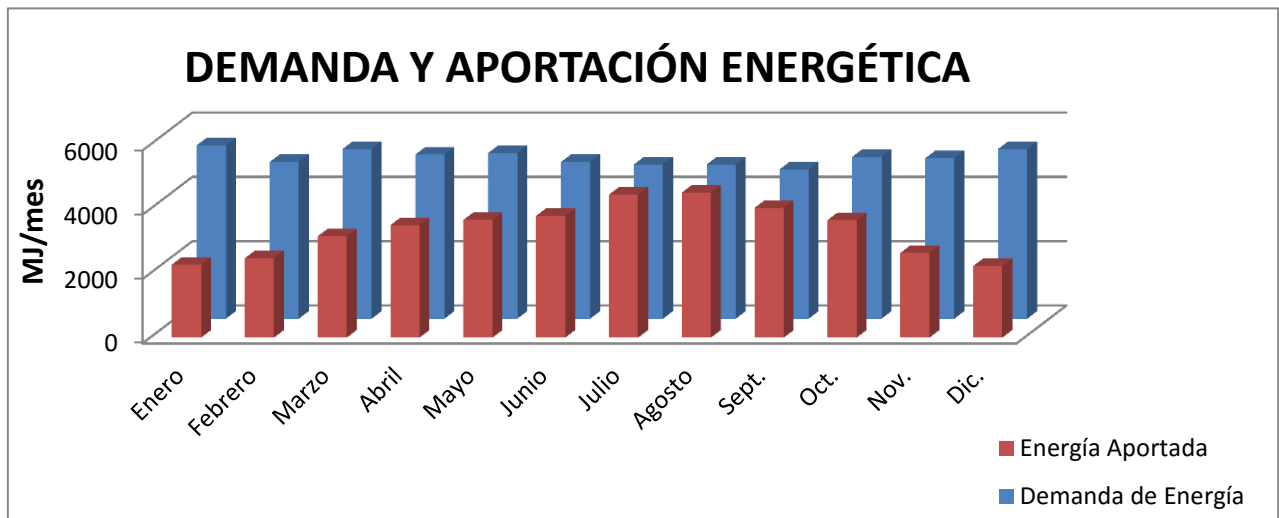


Figura 9. Demanda frente aportación energética

Se comprueba que para el edificio la fracción solar no supera en ningún mes el 100% y por lo tanto cumple con la normativa.

Si existiera la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor se deberá dimensionar el vaso de expansión con una capacidad suficiente para alimentar los captadores completos y las tuberías además de un 10% extra.

La instalación térmica incorpora un sistema de llenado manual o automático.

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

Las pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar. En este caso, se posicionan los captadores orientados al sur a una inclinación recomendada por el fabricante de 30°. No se tiene pérdidas por sombras ya que no se tiene ningún edificio colindante que las pueda ocasionar. Las pérdidas quedan recogidas en la tabla 18 en las que los valores máximos han sido extraídos del DB HE 4. Tabla 2.3.

Tabla 18. Pérdidas

Pérdidas	Previstas	Máximas	Cumple
Orientación e inclinación	≈0	10	✓
Sombras	0	10	✓
Total	0	15	✓

Como se puede observar la elección de la posición de los captadores es realmente buena ya que sus pérdidas por orientación, inclinación y sombras son prácticamente nulas.

#### 2.2.16.5 Sistemas de medida de energía suministrada.

Las instalaciones solares de más de 14 kW tendrán un sistema de medida para poder verificar el cumplimiento del programa de gestión energética y sus respectivas inspecciones.

Dicho sistema debe ser sencillo, claro y de fácil manejo para su correcta comprobación diaria.

#### 2.2.16.6 Sistemas de acumulación solar.

Para dimensionar el sistema de acumulación solar se deben considerar varios aspectos no sólo la potencia del generador. Para la aplicación de ACS se debe cumplir la siguiente condición:

$$50 < V/A < 180$$

donde:

V volumen de la acumulación solar [litros].

A suma de las áreas de los captadores [m<sup>2</sup>].

En el caso del centro infantil:

Tabla 19. Comprobación rango

V [l]	A [m <sup>2</sup> ]	V/A [l/m <sup>2</sup> ]	Rango	Cumple
1000	10	100	50 < V/A < 180	✓



## 2.3 Anexo cálculos eléctricos de baja tensión

### 2.3.1 Potencia total del edificio

#### 2.3.1.1 Potencia instalada

Para calcular la potencia instalada se ha recurrido a las fichas proporcionadas por el fabricante, de las cuales se ha extraído los valores de potencia de cada equipo. La potencia proporcionada, multiplicada por el número de unidades da lugar a la potencia instalada. En la tabla 20 se ha separado según el tipo de instalación para así saber que potencia proporciona cada instalación por separado. Finalmente la suma de todas estas potencias instaladas da lugar a la potencia instalada total.

Tabla 20. Resumen potencia instalada

Potencia instalada				
Instalación	Equipo	Unidades	Potencia (kW)	Potencia Instalada (kW)
Lumínica	Luminaria Tipo 1	41	0,055	2,235
	Luminaria Tipo 2	4	0,118	0,472
	Luminaria Tipo 3	19	0,024	0,456
	Luminaria Tipo 4	55	0,02	1,1
				4,263
ACS	Calentador Eléctrico	1	18	18
	Bomba primario	1	0,11	0,11
	Bomba secundario	1	0,11	0,11
				18,22
Climatización	Unidad exterior	1	14	14
	Unidad Interior techo 1	1	3,5	3,5
	Unidad Interior techo 2	2	4,6	9,2
	Unidad interior pared 1	3	5	15
	Unidad interior pared 2	1	1,5	1,5
				43,2
Electrodoméstico	Frigorífico	1	0,065	0,065
	Congelador	1	0,095	0,095
	Lavavajillas	1	2,1	2,1
	Microondas	1	1,45	1,45
	Vitrocerámica	1	7,2	7,2
	Extractor	1	0,28	0,28
	Horno	1	2,623	2,623
	Secadora	1	0,65	0,65
	Lavadora	1	0,45	0,45
	Plancha	1	3,1	3,
				18,013
<b>Instalación completa</b>		140		<b>83,696</b>

### 2.3.1.2 Potencia de cálculo

Para hallar la potencia de cálculo se han tenido en cuenta una serie de factores de corrección. Los valores de estos factores se han elegido teniendo en cuenta la actividad a la que está destinada el centro.

-Factor de mayorización: es un coeficiente de seguridad destinado a cubrir las subidas de tensión propias del arranque de un motor por ejemplo. Es un valor mayor que uno. Toma el valor de 1,25 para motores y 1,8 para luminarias fluorescentes.

-Factor de simultaneidad: es el cociente entre la potencia máxima instalada en un sistema y la potencia real de uso, es un valor menor que uno y mayor que 0.

-Factor de utilización: es un coeficiente medio de la utilización de la potencia máxima disponible. Es un valor entre cero y uno.

La potencia de cálculo se define como:

$$P_{cal} = P_{prev} \cdot n \cdot F_s \cdot F_u \cdot F_m$$

Donde:

$P_{cal}$	Potencia de cálculo (w).
$P_{prev}$	Potencia prevista (w)
n	Número de equipos.
Fs	Factor de simultaneidad.
Fu	Factor de utilización.
Fm	Factor de mayorización.

Para hallar la potencia de cálculo se ha dividido por subcuadros y a su vez se ha dividido en circuitos dando lugar a subtotaes de potencias de cálculo. De la tabla 21 a la 26 se muestra lo explicado anteriormente.

Nota: en el subcuadro de la lavandería se ha utilizado un factor de mayorización igual a uno para una luminaria fluorescente porque se ha equilibrado con los factores de utilización y simultaneidad para ese circuito concreto.

Para el cuadro general:

Tabla 21. Cuadro general

Cuadro General							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
G.1	Luminaria tipo 1	55	5	0,75	0,5	1	103,13
G.2	Luminaria tipo 3	24	3	0,75	0,5	1	27
G.3	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	61,88
G.4	Toma de uso general	3450	21	0,2	0,25	1	3622,5
G.5	Aire acondicionado	1500	1	1	0,5	1,25	937,5
G.6	Aire acondicionado	14000	1	1	0,5	1,25	8750
<b>Subtotal</b>							<b>13502</b>

Para la sala de usos múltiples:

Tabla 22. Sala usos múltiples

Subcuadro Usos Múltiples							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
U.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	1	123,75
U.2	Luminaria tipo 2	118	1	0,75	0,5	1,8	79,65
U.3	Luminaria tipo 3	24	2	0,75	0,5	1	18
U.4	Toma de uso general	3450	6	0,2	0,25	1	1035
U.5	Toma de uso general	3450	2	0,2	0,25	1	345
U.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	1,25	2875
<b>Subtotal</b>							<b>4476,4</b>

Para el aula de 0-1 años:

Tabla 23. Aula 0-1 año

Subcuadro Aula 0-1							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A01.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	88,88
	Luminaria tipo 3	24	3				
A01.3	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A01.4	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4076,38</b>

Para el aula de 1-2 años:

Tabla 24. Aula 1-2 años

Subcuadro Aula 1-2							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A12.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	106,88
	Luminaria tipo 3	24	5				
A12.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A12.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4094,38</b>

Para el aula de 2-3 años:

Tabla 25. Aula 2-3 años

Subcuadro Aula 2-3							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
A23.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	97,88
	Luminaria tipo 3	24	4				
A23.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
A23.3	Aire acondicionado	5000	1	1	0,5	1,25	3125
<b>Subtotal</b>							<b>4085,38</b>

Para la sala de psicomotricidad:

Tabla 26. Sala psicomotricidad

Subcuadro Psicomotricidad							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
P.1	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	61,88
P.2	Toma de uso general	3450	5	0,2	0,25	1	862,5
P.3	Aire acondicionado	3500	1	1	0,5	1,25	2187,5
<b>Subtotal</b>							<b>3111,88</b>

Para la lavandería:

Tabla 27. Lavandería

Subcuadro Lavandería							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
L.1	Luminaria tipo 1	55	2	0,75	0,5	1	1825,3
	Luminaria tipo 2	118	1				
L.2	Luminaria tipo 1	55	3	0,75	0,5	1	1113,75
	Luminaria tipo 3	24	2				
L.3	Toma de uso general	3450	7	0,2	0,25	1	1207,5
L.4	Lavadora	450	1	1	0,5	1,25	281,25
L.5	Secadora	650	1	1	0,5	1,25	406,25
L.6	Plancha	3100	1	1	0,5	1	1550
L.7	Bombas ACS	110	2	1	0,5	1,25	137,5
L.8	Calentador ACS	18000	1	1	0,25	1	4500
<b>Subtotal</b>							<b>11021,56</b>

Para la cocina:

Tabla 28. Cocina

Subcuadro Cocina							
Circuito	Equipo	Potencia Prevista (w)	Nº de equipos	Factor simultaneidad [Fs]	Factor Utilización [Fu]	Factor Mayorización [Fm]	Potencia de cálculo (w)
C.1	Luminaria tipo 1	55	4	0,75	0,5	1	82,5
C.2	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	1,8	16,2
C.3	Luminaria tipo 2	24	1	0,75	0,5	1,8	16,2
P.1	Luminaria tipo 1	55	6	0,75	0,5	1	123,75
C.5	Toma de uso general	3450	12	0,2	0,25	1	2070
C.6	Aire acondicionado	4600	1	1	0,5	1,25	2875
C.7	Congelador	95	1	1	1	1,25	118,75
C.8	Frigorífico	65	1	1	1	1,25	81,25
C.9	Lavavajillas	2100	1	1	0,25	1,25	656,25
C.10	Horno	2623	1	1	0,25	1	655,75
C.11	Extractor	280	1	1	0,2	1,25	70
C.12	Vitrocerámica	7200	1	1	0,5	1	3600
<b>Subtotal</b>							<b>10365,65</b>

Y finalmente la potencia total de cálculos simplemente es la suma de los subtotales de cada subcuadro más el cuadro general dando lugar a la tabla 29:

Tabla 29. Potencia de cálculo

Potencia total de cálculo	54733,61 w
---------------------------	------------

## 2.3.2. Propiedades utilizadas en los cálculos

### 2.3.2.1. Intensidad

#### Intensidad prevista

Es la intensidad que circula por los cables y se calcula de la siguiente manera:

Para alimentación trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cos } \phi}$$

Para alimentación monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \text{Cos } \phi}$$

Donde:

- P Potencia de cálculo de la línea
- V Tensión simple fase-neutro.
- Cos  $\phi$  Factor de potencia de la instalación (Se considera valor de 0,8)

#### Intensidad de cálculo

Es la intensidad prevista multiplicada por unos factores y sigue la siguiente ecuación:

$$I_{cal} = I_{prev} \cdot Fu \cdot Fs$$

Donde:

- $I_{cal}$  Intensidad de cálculo (w).
- $I_{prev}$  Intensidad prevista (w)
- Fs Factor de simultaneidad.
- Fu Factor de utilización.

#### Intensidad máxima admisible del cable

Es la intensidad máxima que puede aguantar el cable antes de quemarse, viene determinada en función de la sección y del tipo de cable. Se recoge en la tabla 1 de la ITC-BT-19. En este caso se ha escogido la columna 5. La cual se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Intensidades admisibles cobre

Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad admisible (A)
1,5	15
2,5	21
4	27
6	36
10	50
16	66
25	84
35	104
50	125
70	160
95	194
120	225
150	260
185	297
240	350
300	404

### 2.3.2.2 Interruptor automático

Se han escogido según la intensidad de cálculo, superior a ésta el inmediatamente posterior. Hay que tener en cuenta que esta intensidad debe estar comprendida entre la intensidad de cálculo y la intensidad admisible del cable de manera que:

$$I_{cal} \leq I_{PIA} \leq I_{adm}$$

### 2.3.2.3. Longitud

La longitud escogida es la más desfavorable posible dentro de cada circuito, siendo ésta la más lejana.

### 2.3.2.4. Caída de tensión y sección

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida podemos aplicar las formulas simplificadas siguientes:

Para alimentación trifásica:

$$S = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{\Delta V_{ui} \cdot V_i}$$

Para alimentación monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot \rho}{\Delta V_{ui} \cdot V_i}$$

Donde:

- S Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible [mm<sup>2</sup>]  
 ρ Resistividad del conductor a temperatura máxima prevista para el conductor (Ω·mm<sup>2</sup>/m).  
 ΔV<sub>III</sub> Caída de tensión máxima admisible en líneas trifásicas. (V)  
 ΔV<sub>I</sub> Caída de tensión máxima admisible en líneas monofásicas. (V)  
 P Potencia en la línea. (w)  
 L Longitud del punto más alejado del circuito. (m)

Siendo ρ= 0,018 Ω·mm<sup>2</sup>/m para el cobre a temperatura ambiente.

Los límites de caída de tensión para cada tipo de línea e usuario viene recogido en la tabla 31:

Tabla 31. Caída de tensión

Tipo	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro	ΔU <sub>III</sub>	ΔU <sub>I</sub>
LGA	Un solo usuario	No existe		
	Contadores concentrados	0,5%	2V	
	Centralización parcial de contadores	1%	4V	
DI	Un solo usuario	1,5%	6V	3,45V
	Contadores concentrados	1%	4V	2,3V
	Centralización parcial de contadores	0,5%	2V	1,15V
Circuitos interiores	Circuitos interiores viviendas	3%	12V	6'9V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12V	6'9V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20V	11'5V

Para comprobar que no se supera la caída de tensión máxima podemos recurrir a la siguiente ecuación:

Para alimentación trifásica:

$$e(\%) = \frac{L \cdot P}{c \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$$

Para alimentación monofásica:

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{c \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$$



Donde:

- S Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible [mm<sup>2</sup>]
- $\rho$  Resistividad del conductor a temperatura máxima prevista para el conductor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ).
- V Tensión simple fase-neutro. (V)
- P Potencia en la línea. (w)
- L Longitud del punto más alejado del circuito. (m)
- c Conductividad del cable. (Se toma 48 como calor para cable de cobre a una temperatura media de 70°C)

#### 2.3.2.5. Corriente de cortocircuito

Se calculará según lo dispuesto en la norma UNE-20460.

Como simplificación del proceso de cálculo se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

- $I_{cc}$  Corriente de cortocircuito máxima. (A)
- R Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación. ( $\Omega$ )
- U Tensión simple fase-neutro. (V)

#### 2.3.2.6. Canalización

Para la elección y el cálculo de las canalizaciones se seguirá lo dispuesto en la Norma UNE-20.460, así como lo dispuesto en la ITC-BT-20.

#### 2.3.2.7. Acometida

Teniendo en cuenta la ITC-BT-07 se ha dimensionado la acometida.

A continuación en la tabla 32 se muestra un resumen de cálculos de la acometida.

Tabla 32. Cálculos acometida

<b>Acometida</b>	
Potencia de cálculo (w)	54733,6
Potencia contratada (w)	55000
Intensidad (A)	99,23
Sección (mm <sup>2</sup> )	120
Conductividad (m/mm <sup>2</sup> )	48
Longitud (m)	60
Voltaje (V)	400
<b>Resultados Acometida</b>	
Caída de tensión (V)	2,85
Caída de tensión (%)	1,24
Caída de tensión máxima (%)	1,5
Intensidad de cortocircuito(A)	35555,6
Resistencia (Ω)	0,009
Tubo (mm)	160

### 2.3.2.8. Derivación individual

A continuación en la tabla 33 se muestra un resumen de cálculos de la derivación individual.

Tabla 33. Derivación individual

<b>Derivación Individual</b>	
Potencia de cálculo (w)	54733,6
Potencia contratada (w)	55000
Intensidad (A)	99,23
Sección (mm <sup>2</sup> )	35
Conductividad (m/mm <sup>2</sup> )	48
Longitud (m)	10
Voltaje (V)	400
Intensidad del cable (A)	104
<b>Resultados DI</b>	
Caída de tensión (V)	1,63
Caída de tensión (%)	0,71
Caída de tensión máxima (%)	1,5
Intensidad de cortocircuito(A)	62222,22
Resistencia (Ω)	0,0051429
Tubo (mm)	90

## 2.3.2.9. Circuitos interiores

A continuación se adjuntan una serie de tablas en las cuales aparecen los cálculos realizados para el cuadro general y para los subcuadros, así como para las líneas de alimentación de estos últimos.

Para conocer el punto más alejado y por lo tanto el más desfavorable a la hora de estimar la longitud se ha tenido en cuenta que los cuadros generales están situados a 1,80m sobre el suelo y los enchufes a 1,50m del mismo.

Para alimentar de corriente a la instalación de ACS no se ha tenido en cuenta la longitud de la propia instalación, simplemente un punto de enlace situado en la lavandería.

Tabla 34. Cuadro general

<b>Circuito</b>	G.1	G.2	G.3	G.4	G.5	G.6
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15	21	15	50
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,411	0,119	0,166	0,269	0,142	0,028
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5	10
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	447,82	1541,04	1111,11	684,58	1293,95	6586,48
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	3	3	5	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,1854	0,0141	0,0448	4,26	0,583	1,07
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,4264	0,0324	0,1031	9,799	1,341	2,46
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	34,24	9,95	13,8	37,33	11,85	15,52
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	6	20	6	40
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,5605	0,1467	0,3363	19,69	4,076	38,04
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,4946	0,3913	0,8967	393,75	8,152	76,087

Tabla 35. Líneas de alimentación

Cable alimentación	Sala usos múltiples	Aula 0-1	Aula 1-2	Aula 2-3	Sala psicomotricidad	Lavandería	Cocina
Intensidad del cable (A)	27	21	21	21	15	66	66
Tubo (mm)	16	16	16	16	16	20	16
Resistencia( $\Omega$ )	0,04	0,10	0,14	0,18	0,37	0,04	0,04
Sección (mm <sup>2</sup> )	4	2,5	2,5	2,5	1,5	16	16
Corriente de cortocircuito (A)	7234,09	3058,81	2218,89	1740,87	859,38	7459,86	8888,89
Caída de tensión máxima (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Caída de tensión (%)	0,14	0,31	0,43	0,54	0,84	0,34	0,27
Caída de tensión (V)	0,57	1,23	1,71	2,17	3,35	1,37	1,08
Interruptor Automático (A)	25	20	20	20	16	50	63
Intensidad Cálculo	21,01	18,76	18,86	18,81	14,53	43,93	52,13
Longitud (m)	9,83	14,53	20,03	25,53	31,03	38,13	32
Potencia de cálculo (w)	4476,40	4076,38	4094,38	4085,38	3111,88	11021,56	10365,65

Tabla 36. Sala de usos múltiples

<b>Circuito</b>	U.1	U.2	U.3	U.4	U.5	U.6
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,229	0,223	0,173	0,185	0,225	0,044
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	803,21	824,37	1058,93	995,67	819,09	4189,44
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	3	3	5	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,124	0,0778	0,0137	0,837	0,339	0,553
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,285	0,179	0,0315	1,925	0,78	1,271
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	19,09	18,6	14,48	15,4	18,72	6,1
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	6	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,673	0,24	0,0978	5,625	1,875	12,5
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,795	0,641	0,2609	112,5	37,5	25

Tabla 37. Aula 0-1 años

<b>Circuito</b>	A01.1	A01.2	A01.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,142	0,165	0,07
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1298,3	1113,5	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,055	0,624	0,999
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,1268	1,43	2,298
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	11,81	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,483	4,688	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,288	93,75	27,17

Tabla 38. Aula 1-2 años

<b>Circuito</b>	A12.1	A12.2	A12.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,155	0,165	0,073
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1184,1	1113,5	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,073	0,624	0,999
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,167	1,43	2,298
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	12,95	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,581	4,6875	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,55	93,75	27,17

Tabla 39. Aula 2-3 años

<b>Circuito</b>	A23.1	A23.2	A23.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	21
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,15	0,165	0,073
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	2,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1224,7	1113,5	2517,79
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,064	0,62	0,999
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,148	1,43	2,298
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	12,52	13,77	10,15
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	16
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,532	4,6875	13,59
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,418	93,75	27,17

Tabla 40. Sala Psicomotricidad

<b>Circuito</b>	P.1	P.2	P.3
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,099	0,111	0,118
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1867,64	1648,75	1556,68
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	5	3
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,027	0,42	1,13
<b>Caída de tensión (V)</b>	0,061	0,969	2,6
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	8,21	9,3	9,85
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	10
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,336	4,6875	9,51
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	0,897	93,75	19,02



Tabla 41. Lavandería

<b>Circuito</b>	L.1	L.2	L.3	L.4	L.5	L.6	L.7	L.8
<b>Intensidad del cable (A)</b>	15	15	15	15	15	15	15	27
<b>Tubo (mm)</b>	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>Resistencia(<math>\Omega</math>)</b>	0,09	0,1045	0,15	0,046	0,05	0,12	0,085	0,03
<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	1960,78	1754,39	1222,75	4003,5	3650,79	1522,7	2159,6	5951,8
<b>Caída de tensión máxima (%)</b>	3	3	5	5	5	5	5	5
<b>Caída de tensión (%)</b>	0,75	0,51	0,795	0,057	0,09	0,82	0,051	0,609
<b>Caída de tensión (V)</b>	1,724	1,176	1,829	0,13	0,206	1,88	0,118	1,4
<b>Longitud del punto más alejado (m)</b>	7,82	8,74	12,54	3,83	4,2	10,07	7,1	6,87
<b>Interruptor Automático (A)</b>	6	6	10	6	6	10	6	25
<b>Intensidad de cálculo (A)</b>	0,465	0,434	6,56	1,223	1,766	8,42	0,598	24,457
<b>Intensidad Prevista (A)</b>	1,239	1,158	131,25	2,446	3,533	16,85	1,196	97,83

Tabla 42. Cocina

Circuito	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.10	C.11	C.12
Intensidad del cable (A)	15	15	15	15	21	21	15	15	15	15	15	21
Tubo (mm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Resistencia( $\Omega$ )	0,129	0,155	0,144	0,165	0,107	0,045	0,048	0,086	0,133	0,107	0,114	0,067
Sección (mm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
Corriente de cortocircuito (A)	1427,7	1186,8	1275,7	1114,3	1726,7	4088,9	3833,3	2144,5	1381,4	1722,9	1614	2777,8
Caída de tensión máxima (%)	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Caída de tensión (%)	0,047	0,01	0,01	0,089	0,965	0,566	0,025	0,03	0,383	0,306	0,035	1,043
Caída de tensión (V)	0,107	0,025	0,024	0,206	2,22	1,3	0,057	0,07	0,879	0,7045	0,08	2,4
Longitud del punto más alejado (m)	10,74	12,92	12,02	13,76	14,8	6,25	4	7,15	11,1	8,9	9,5	9,2
Interruptor Automático (A)	6	6	6	6	16	16	6	6	6	6	6	20
Intensidad de cálculo (A)	0,448	0,049	0,049	0,672	11,25	12,5	0,516	0,353	2,85	3,564	0,304	19,57
Intensidad Prevista (A)	1,196	0,13	0,13	1,79	225	25	0,516	0,353	11,41	14,26	1,52	39,13

## 2.4 Anexo cálculos luminotécnicos proporcionados por Dialux.

### 2.4.1 Características de las luminarias.

# DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR  
1xLED66S/840/- / Hoja de datos de luminarias (1xLED66S/840/-)

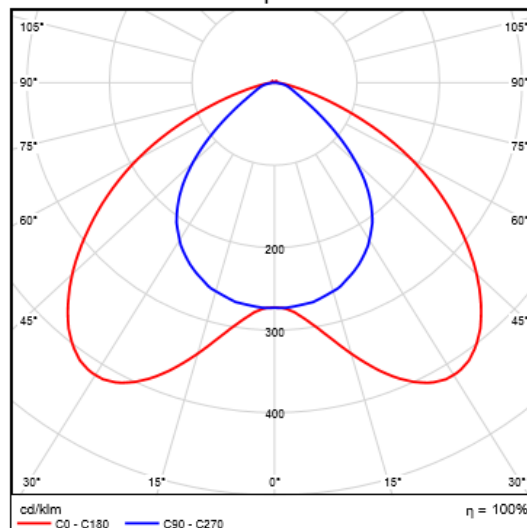
Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR 1xLED66S/840/-



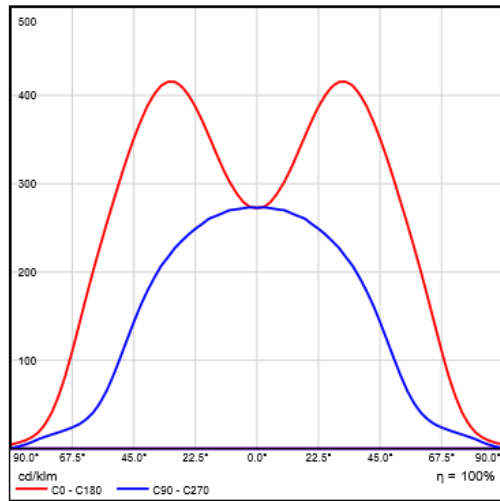
Maxos LED Industry – innovative, flexible solution delivers ideal light output  
Customers in the industrial and retail sectors are looking for general lighting solutions with a justifiable payback, while meeting all relevant norms for supermarkets and industry applications. For a limited investment, Maxos LED Industry offers best-in-class energy savings while delivering high lux levels at the required color temperatures and glare factors  
The minimalistic Maxos LED Industry system comprises exchangeable mid-power LED boards mounted on a standard Maxos trunking rail. A choice of wide and medium-beam lenses means flexibility in light distribution. Compared with a conventional fluorescent installation, this highly efficient LED solution offers full payback in less than three years. And the benefits keep coming: the use of our upgradable LED engine platform makes Maxos LED Industry a truly future-proof solution

Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99%  
Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm  
Potencia: 54.5 W  
Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

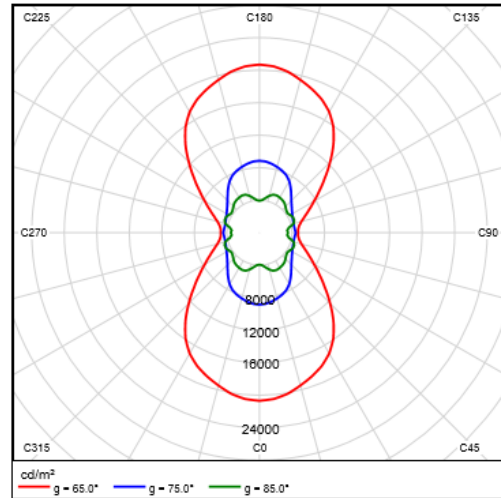
Emisión de luz 1 / CDL polar



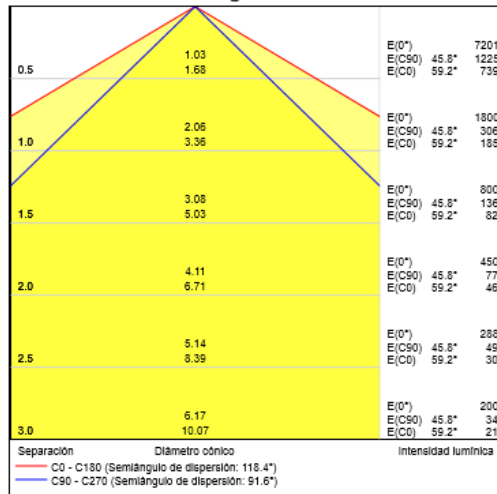
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
amaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	25.2	26.4	25.5	26.7	26.9	20.8	22.1	21.1	22.3	22.6
	3H	25.9	27.0	26.2	27.3	27.6	20.9	22.0	21.3	22.3	22.6
	4H	26.0	27.1	26.4	27.4	27.7	21.0	22.0	21.3	22.3	22.6
	6H	26.0	27.0	26.4	27.3	27.6	21.1	22.0	21.4	22.3	22.7
	8H	26.0	26.9	26.4	27.3	27.6	21.1	22.0	21.4	22.3	22.7
	12H	26.0	26.9	26.4	27.2	27.6	21.1	21.9	21.5	22.3	22.6
4H	2H	25.3	26.3	25.7	26.6	26.9	21.7	22.8	22.1	23.1	23.4
	3H	26.1	27.0	26.5	27.3	27.7	21.9	22.8	22.3	23.1	23.5
	4H	26.3	27.1	26.7	27.4	27.8	22.0	22.8	22.4	23.1	23.5
	6H	26.4	27.0	26.8	27.4	27.8	22.1	22.8	22.5	23.2	23.6
	8H	26.4	27.0	26.8	27.4	27.8	22.2	22.8	22.6	23.2	23.6
	12H	26.4	26.9	26.8	27.4	27.8	22.2	22.7	22.6	23.1	23.6
8H	4H	26.3	26.9	26.7	27.3	27.7	22.1	22.8	22.6	23.2	23.6
	6H	26.4	26.9	26.8	27.3	27.8	22.3	22.8	22.8	23.3	23.7
	8H	26.4	26.8	26.9	27.3	27.8	22.4	22.8	22.9	23.3	23.8
	12H	26.4	26.8	26.9	27.3	27.8	22.5	22.8	23.0	23.3	23.9
12H	4H	26.2	26.8	26.7	27.2	27.7	22.1	22.7	22.6	23.1	23.6
	6H	26.3	26.8	26.8	27.2	27.7	22.3	22.8	22.8	23.2	23.7
	8H	26.4	26.8	26.9	27.3	27.8	22.5	22.8	23.0	23.3	23.8

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias		
S = 1.0H	+0.3 / -0.3	+0.8 / -1.0
S = 1.5H	+0.6 / -0.9	+2.3 / -3.0
S = 2.0H	+1.4 / -2.2	+2.9 / -4.1

Tabla estándar	BK02	BK02
ando de corrección	3.6	4.4

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6800lm Flujo luminoso total

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C 2xTL5-54W/452 / Hoja de datos de luminarias (2xTL5-54W/452)

# DIALux

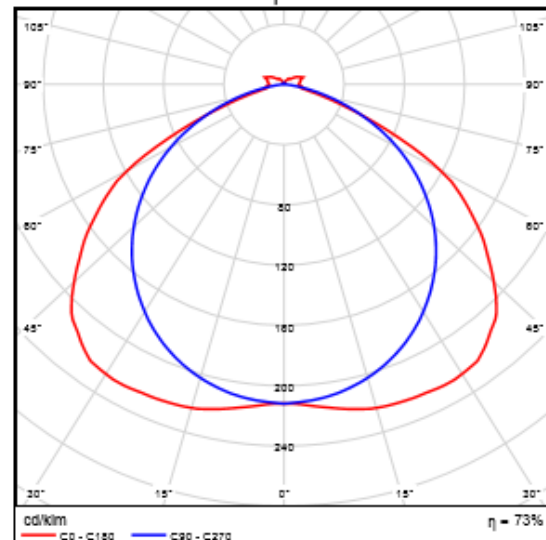
## Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C 2xTL5-54W/452



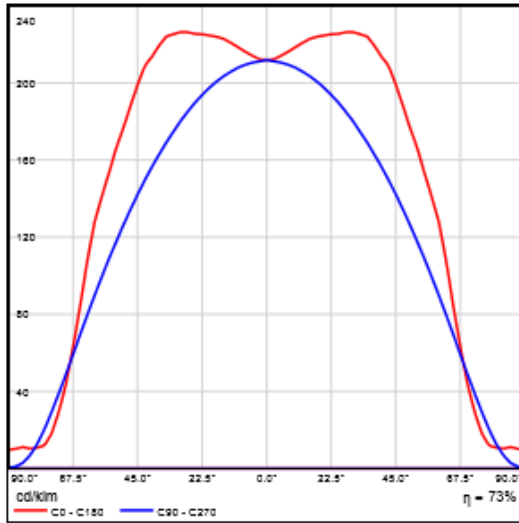
Pacific Performer WT360C – excellent, efficient and easy  
If you want to reduce your energy costs and join a growing number of companies doing their part for sustainability, then the Pacific Performer WT360C is for you. Featuring a fresh new design, this waterproof luminaire combines highly energy-efficient T5 lamp technology with a new reflector system offering excellent beam control. What's more, installation is quick and easy, thanks to the flexible ceiling brackets and smart end-caps. And because the light engine itself can be replaced, it will be possible to upgrade to LEDs in the future without having to change the entire luminaire

Grado de eficacia de funcionamiento: 73.00%  
Flujo luminoso de lámparas: 7600 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 5548 lm  
Potencia: 118.0 W  
Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W

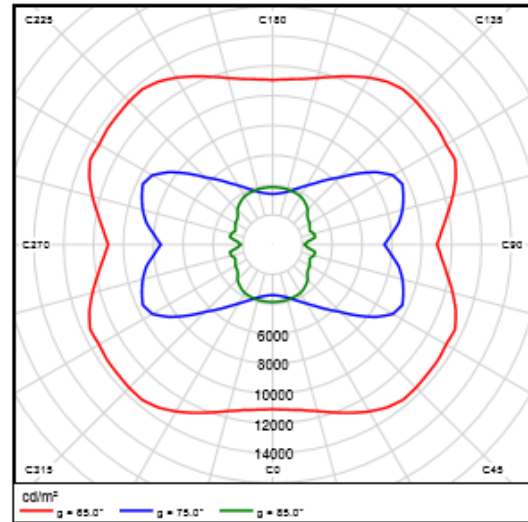
Emisión de luz 1 / CDL polar



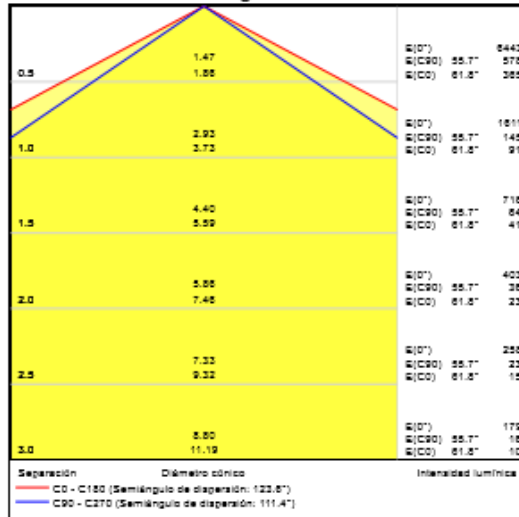
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensión del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	22.5	23.7	22.8	24.0	24.4	21.6	22.8	21.9	23.1	23.5
	3H	23.2	24.3	23.5	24.6	25.0	22.8	24.0	23.2	24.3	24.7
	4H	23.2	24.3	23.6	24.6	25.0	23.2	24.3	23.6	24.6	25.0
	6H	23.2	24.2	23.6	24.5	24.9	23.4	24.3	23.8	24.7	25.1
	8H	23.2	24.1	23.6	24.5	24.9	23.4	24.3	23.8	24.7	25.1
	12H	23.2	24.1	23.6	24.5	24.9	23.3	24.2	23.8	24.6	25.1
4H	2H	23.1	24.1	23.5	24.5	24.9	22.4	23.5	22.8	23.8	24.2
	3H	23.9	24.8	24.3	25.2	25.6	23.8	24.7	24.3	25.1	25.6
	4H	23.9	24.7	24.4	25.2	25.6	24.3	25.1	24.8	25.6	26.0
	6H	23.9	24.6	24.4	25.1	25.6	24.6	25.3	25.1	25.7	26.2
	8H	23.9	24.6	24.4	25.1	25.6	24.6	25.2	25.1	25.7	26.2
	12H	24.0	24.6	24.5	25.0	25.6	24.6	25.2	25.1	25.7	26.2
8H	4H	24.1	24.7	24.6	25.2	25.7	24.4	25.1	24.9	25.5	26.0
	6H	24.1	24.6	24.6	25.1	25.6	24.7	25.2	25.2	25.7	26.3
	8H	24.1	24.6	24.7	25.1	25.7	24.8	25.2	25.3	25.8	26.3
	12H	24.2	24.6	24.8	25.1	25.7	24.8	25.2	25.4	25.7	26.3
12H	4H	24.0	24.6	24.6	25.1	25.6	24.4	25.0	24.9	25.4	26.0
	6H	24.1	24.5	24.6	25.1	25.6	24.7	25.2	25.2	25.7	26.2
	8H	24.1	24.5	24.7	25.1	25.6	24.8	25.2	25.3	25.7	26.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.4 / -0.5					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H	+1.1 / -2.0					+0.8 / -1.4					
Tabla estándar	BK03					BK04					
Índice de corrección	5.7					6.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 7600lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

## Philips Lighting BCS490 1xLLED-3000 C 1xLLED-3000



LuxSpace Surface-mounted – top-quality, energy-saving LED light

With rising energy prices and growing awareness of environmental impact, customers are searching for more energy-efficient alternatives to light spaces and save operating costs – without sacrificing light quality, or having to reconfigure their ceilings

LuxSpace Surface-mounted is designed for general lighting applications in

offices and retail outlets. It features the latest LED technology, resulting in

low power consumption compared to a typical CFL downlight, and delivers

consistent light output, stable color performance and high color rendering. It

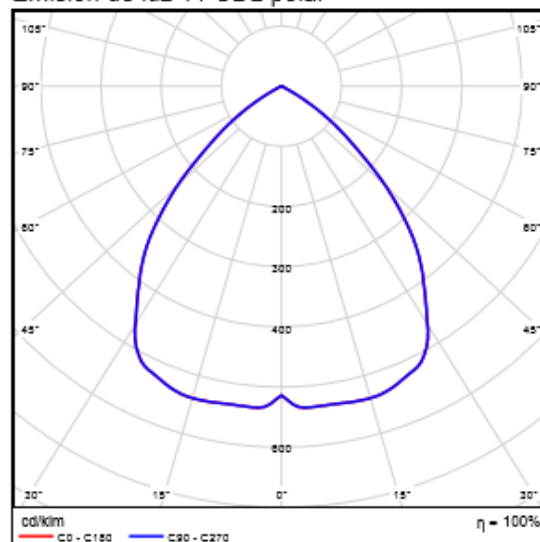
is available in Mini and Compact versions. All offer a compact look and feel,

and a perfect fit. They are very easy to install, and their long lifetime means

an end to the hassle of relamping

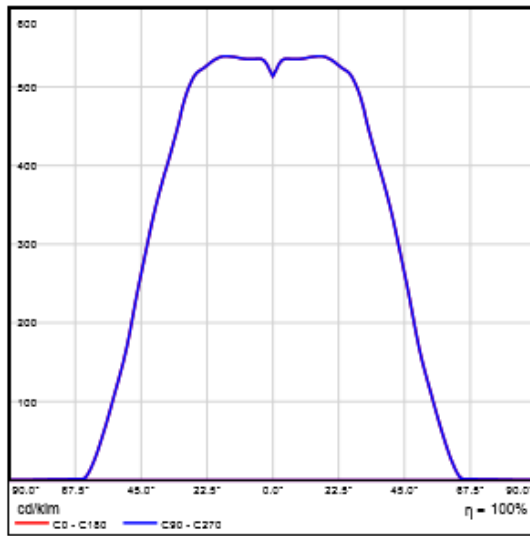
Grado de eficacia de funcionamiento: 100%  
Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm  
Potencia: 24.0 W  
Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar

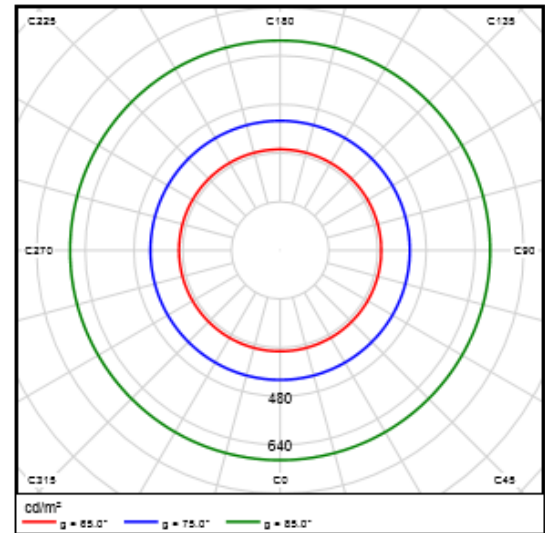




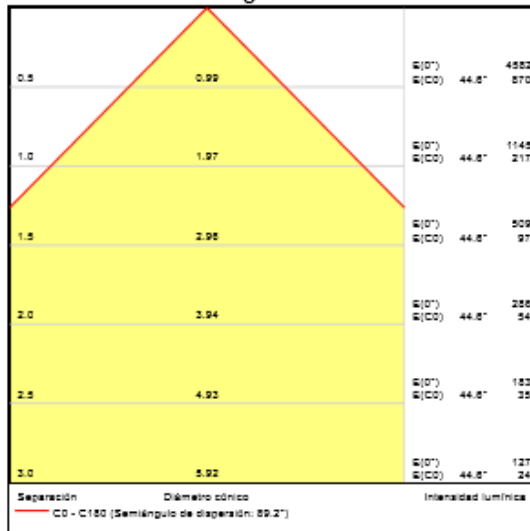
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR												
Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	21.7	22.7	22.0	22.9	23.1	21.7	22.7	22.0	22.9	23.1
	3H	21.6	22.4	21.9	22.7	22.9	21.6	22.4	21.9	22.7	22.9	21.6
	4H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5
	6H	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8	21.5	22.2	21.8	22.5	22.8	21.5
	8H	21.4	22.1	21.8	22.4	22.7	21.4	22.1	21.8	22.4	22.7	21.4
4H	2H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4
	3H	21.6	22.4	22.0	22.7	23.0	21.6	22.4	22.0	22.7	23.0	21.6
	4H	21.5	22.1	21.8	22.5	22.8	21.5	22.1	21.8	22.5	22.8	21.5
	6H	21.4	22.0	21.8	22.3	22.7	21.4	22.0	21.8	22.3	22.7	21.4
	8H	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	21.4	21.8	21.8	22.2	22.6	21.4
8H	2H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3
	3H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3
	4H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3
	6H	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5	21.2
	8H	21.2	21.5	21.7	21.9	22.4	21.2	21.5	21.7	21.9	22.4	21.2
12H	2H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1
	3H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1
	4H	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5	21.3
	6H	21.2	21.5	21.7	21.9	22.4	21.2	21.5	21.7	21.9	22.4	21.2
	8H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	21.1
Variación de la posición del espectador para separaciones B entre luminarias												
S = 1.0H	+1.3 / -2.8				+1.3 / -2.8							
S = 1.5H	+3.0 / -15.6				+3.0 / -15.6							
S = 2.0H	+5.0 / -20.9				+5.0 / -20.9							
Tabla estándar	BK00				BK00							
Factor de corrección	3.2				3.2							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2230lm Flujo luminoso total												

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Beghelli 2079 Lungaluze 2xQT6 10W / Hoja de datos de luminarias (2xQT6 10W)

## Beghelli 2079 Lungaluze 2xQT6 10W



Cod. ord. 2079 / Desc. LUNGALUCE 20W 626AT-SE1P 2 x 10W, HAL, G4

TECHNICAL FEATURES: emergency lighting fitting not maintained (SE) AUTOTEST. The device operates periodically operational (every week) and duration test (every six months) by a 8 bit microprocessor, both by signalling the status with a multicolor Led (battery, tube, circuit). Emergency inhibition by local command.

BODY: self extinguishing plastic material (EN 60598-1, UL94 standars).

REFLECTOR: self extinguishing polycarbonate reflector matching UL94 standards. It features a complex profile that ensures optimisation of lighting performance. The reflector has a very high reflective factor, obtained by vacuum metalization.

DIFFUSER: self-extinguishing (UL94 standards), highly impact resistant and transparent, with prismatic internal finish for an easy cleaning.

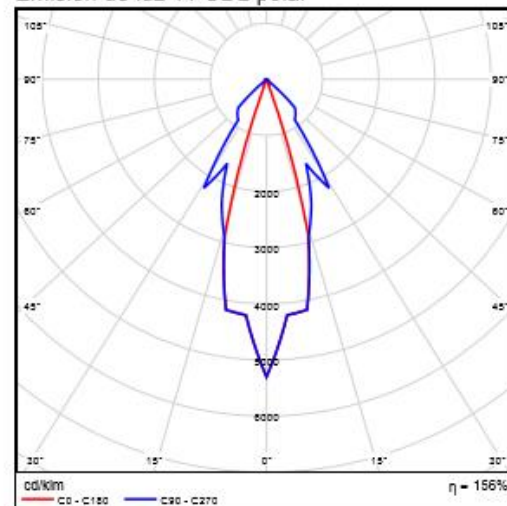
INSTALLATION: on normally flammable surfaces (F).

IP PROTECTION DEGREE: IP65

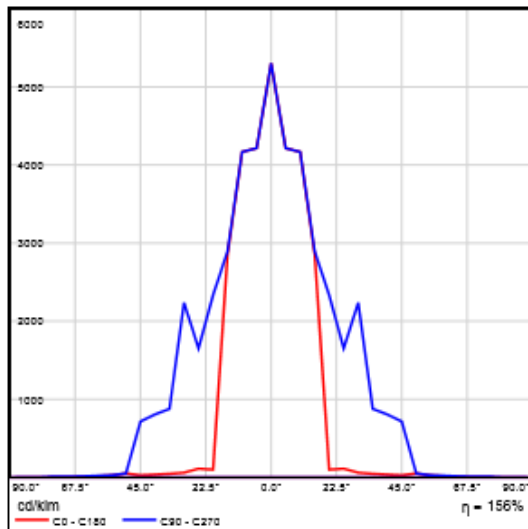
Duration (h): 1

Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92%  
Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
Potencia: 20.0 W  
Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

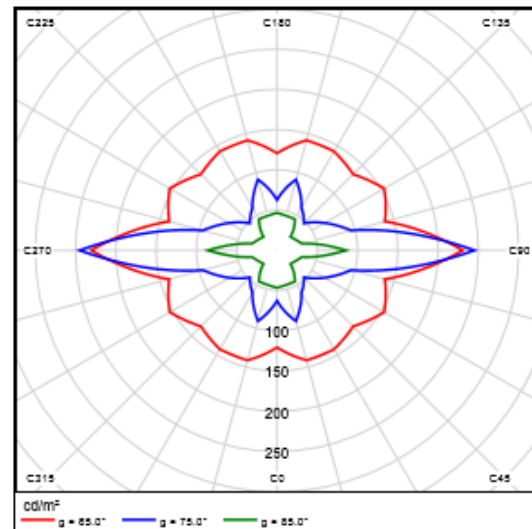
Emisión de luz 1 / CDL polar



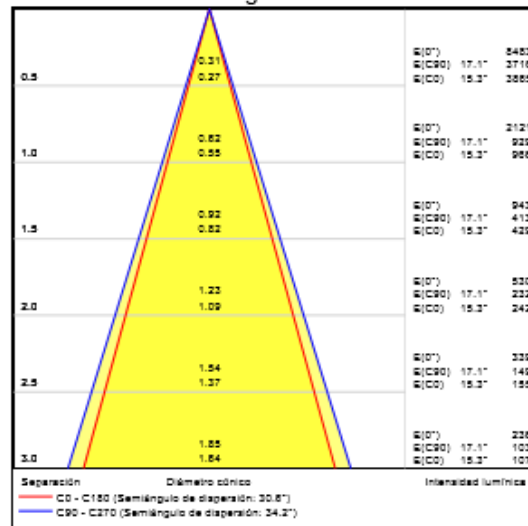
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	-0.3	0.4	-0.1	0.6	0.8	10.0	10.7	10.2	10.9	11.1
	3H	0.1	0.7	0.3	0.9	1.2	9.9	10.5	10.2	10.7	11.0
	4H	0.2	0.8	0.5	1.0	1.3	9.8	10.4	10.1	10.7	11.0
	6H	0.2	0.8	0.6	1.1	1.4	9.8	10.3	10.1	10.6	10.9
	8H	0.3	0.8	0.6	1.1	1.4	9.7	10.3	10.1	10.6	10.9
	12H	0.3	0.8	0.6	1.1	1.4	9.7	10.2	10.1	10.5	10.8
4H	2H	-0.1	0.5	0.2	0.8	1.1	9.8	10.4	10.1	10.6	10.9
	3H	0.4	0.9	0.8	1.2	1.6	9.7	10.2	10.0	10.5	10.8
	4H	0.6	1.1	1.0	1.4	1.8	9.7	10.1	10.0	10.4	10.8
	6H	0.7	1.1	1.1	1.5	1.9	9.6	10.0	10.0	10.3	10.7
	8H	0.8	1.1	1.2	1.5	1.9	9.6	9.9	10.0	10.3	10.7
	12H	0.8	1.1	1.3	1.5	1.9	9.5	9.8	10.0	10.2	10.7
8H	4H	0.6	0.9	1.0	1.3	1.7	9.6	9.9	10.0	10.3	10.7
	6H	0.8	1.0	1.2	1.4	1.9	9.5	9.7	10.0	10.2	10.6
	8H	0.8	1.0	1.3	1.5	1.9	9.5	9.7	9.9	10.1	10.6
	12H	0.9	1.0	1.4	1.5	2.0	9.4	9.6	9.9	10.1	10.6
12H	4H	0.6	0.9	1.0	1.3	1.7	9.5	9.8	10.0	10.2	10.6
	6H	0.7	0.9	1.2	1.4	1.9	9.5	9.7	9.9	10.1	10.6
	8H	0.8	1.0	1.3	1.4	1.9	9.4	9.6	9.9	10.0	10.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.7 / -0.6					+5.5 / -3.7				
S = 1.5H		+1.8 / -1.8					+8.2 / -9.5				
S = 2.0H		+3.2 / -3.3					+10.2 / -10.6				
Tabla estándar		BK02					BK00				
Índice de corrección		-15.6					-7.0				

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 400lm Flujo luminoso total  
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

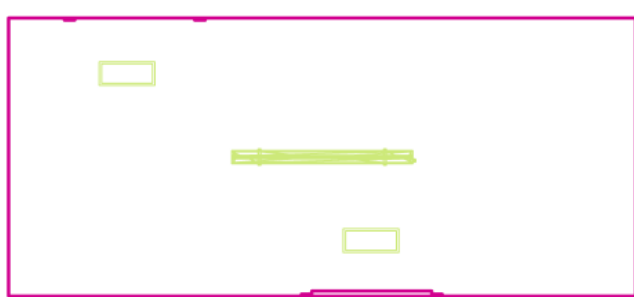
## 2.4.2 Cálculos luminotécnicos de iluminación interior.

### 2.4.2.1 Almacén de Alimentos



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Alimentos / Sinopsis de locales / Iluminación General

#### Almacén Alimentos



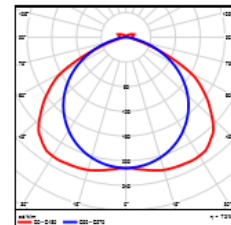
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	643 (200)	485	783	0.754	0.619

Nº	Número de unidades
1	1

Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C Grado de eficacia de funcionamiento: 73.00% Flujo luminoso de lámparas: 7600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 5548 lm Potencia: 118.0 W Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W
--



Flujo luminoso total de lámparas: 7600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5548 lm, Potencia total: 118.0 W, Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W

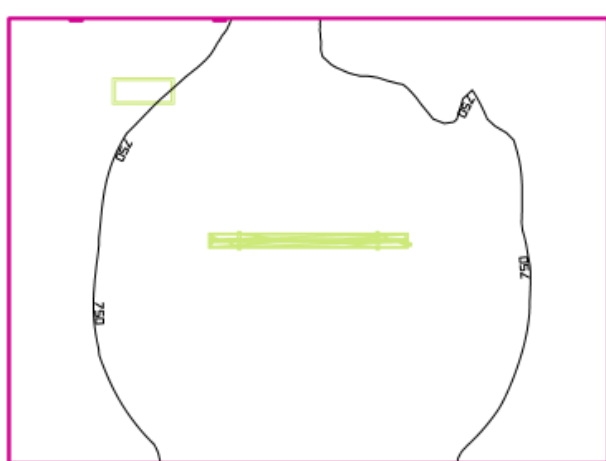
Potencia específica de conexión:  $12.87 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $9.17 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.2 Almacén exterior.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Exterior / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Almacén Exterior



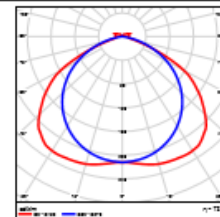
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	773 (200)	535	900	0.692	0.594

Nº	Número de unidades
1	1

Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C  
 Grado de eficacia de funcionamiento: 73.00%  
 Flujo luminoso de lámparas: 7600 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 5548 lm  
 Potencia: 118.0 W  
 Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 7600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5548 lm, Potencia total: 118.0 W, Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W

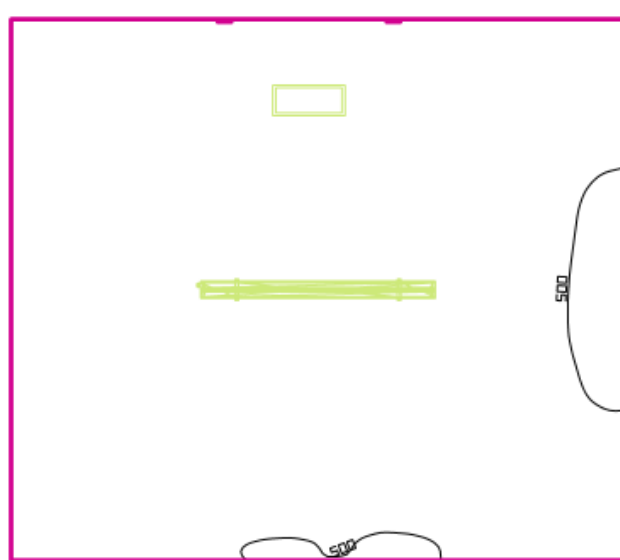
Potencia específica de conexión:  $10.36 \text{ W/m}^2 = 1.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $11.39 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.3 Almacén de juguetes.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Juguetes / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Almacén Juguetes



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 9	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	607 (200)	423	723	0.697	0.585

Nº	Número de unidades			
1	1	Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C Grado de eficacia de funcionamiento: 73.00% Flujo luminoso de lámparas: 7600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 5548 lm Potencia: 118.0 W Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 7600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5548 lm, Potencia total: 118.0 W, Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W

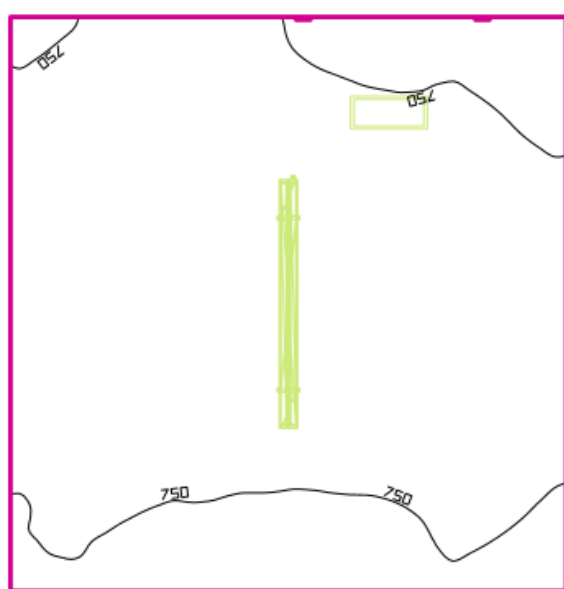
Potencia específica de conexión:  $11.48 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 10.28 m<sup>2</sup>)

2.4.2.4 Almacén de limpieza.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Limpieza / Sinopsis de locales / Iluminación General

Almacén Limpieza



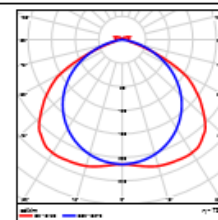
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 22	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	799 (200)	570	903	0.713	0.631

Nº	Número de unidades
1	1

Philips Lighting WT360C 2xTL5-54W HFP C  
Grado de eficacia de funcionamiento: 73.00%  
Flujo luminoso de lámparas: 7600 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 5548 lm  
Potencia: 118.0 W  
Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 7600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5548 lm, Potencia total: 118.0 W, Rendimiento lumínico: 47.0 lm/W

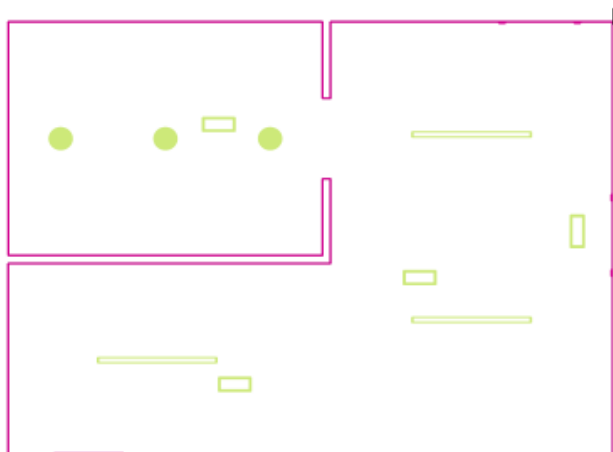
Potencia específica de conexión: 13.44 W/m² = 1.68 W/m²/100 lx (Base 8.78 m²)

## 2.4.2.5 Aula de 0 a 1 años.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 0-1 / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Aula 0-1



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 14	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1285 (300)	783	1559	0.609	0.502

Nº	Número de unidades			
1	3	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W		
2	3	Philips Lighting BCS490 1xLLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 26490 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 26487 lm, Potencia total: 235.5 W, Rendimiento lumínico: 112.5 lm/W

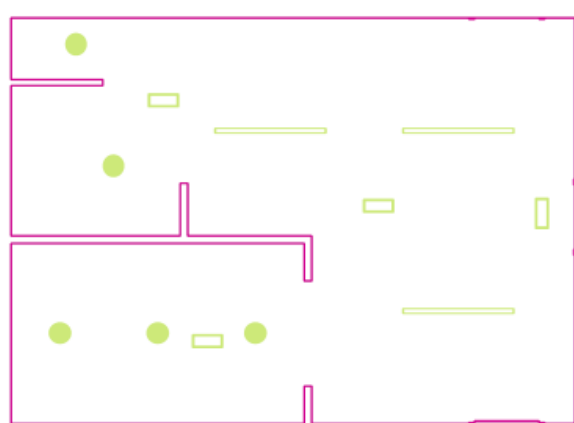
Potencia específica de conexión:  $5.88 \text{ W/m}^2 = 0.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 40.07 m<sup>2</sup>)

2.4.2.6 Aula de 1 a 2 años.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 1-2 / Sinopsis de locales / Iluminación General

Aula 1-2



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 15	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1425 (300)	870	1700	0.611	0.512

Nº	Número de unidades			
1	3	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W		
2	5	Philips Lighting BCS490 1xLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 30950 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 30947 lm, Potencia total: 283.5 W, Rendimiento lumínico: 109.2 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.09 W/m² = 0.50 W/m²/100 lx (Base 39.99 m²)



2.4.2.7 Aula de 2 a 3 años.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 2-3 / Sinopsis de locales / Iluminación General

Aula 2-3



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 17	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1346 (300)	785	1696	0.583	0.463

Nº	Número de unidades			
1	3	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W		
2	4	Philips Lighting BCS490 1xLLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 28720 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 28717 lm, Potencia total: 259.5 W, Rendimiento lumínico: 110.7 lm/W

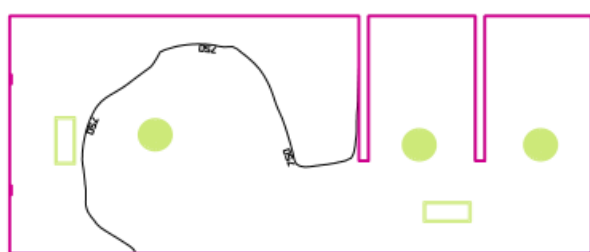
Potencia específica de conexión: 6.47 W/m² = 0.48 W/m²/100 lx (Base 40.08 m²)

## 2.4.2.8 Baño 1.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño1 / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Baño1



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 12	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	914 (200)	611	1347	0.668	0.454

Nº	Número de unidades		
1	3	Philips Lighting BCS490 1xLLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 6690 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6690 lm, Potencia total: 72.0 W, Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W

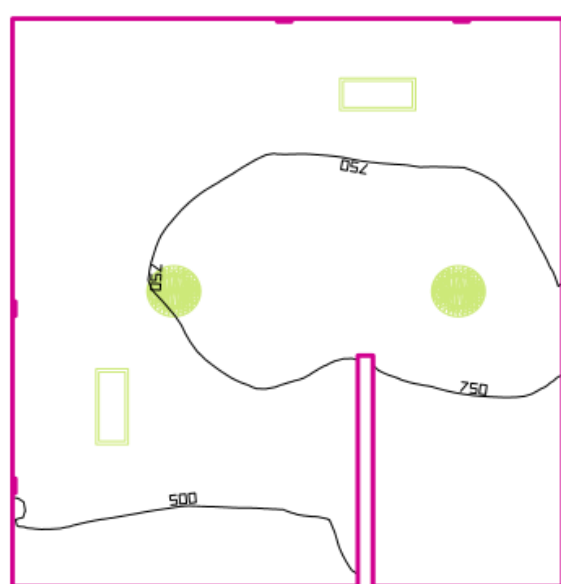
Potencia específica de conexión:  $7.44 \text{ W/m}^2 = 0.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 9.68 m<sup>2</sup>)

2.4.2.9 Baño 2.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño2 / Sinopsis de locales / Iluminación General

Baño2



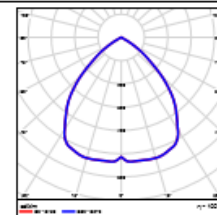
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 13	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	668 (200)	382	850	0.572	0.449

N° Número de unidades

1	2	Philips Lighting BCS490 1xLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W
---	---	--



Flujo luminoso total de lámparas: 4460 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4460 lm, Potencia total: 48.0 W, Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W

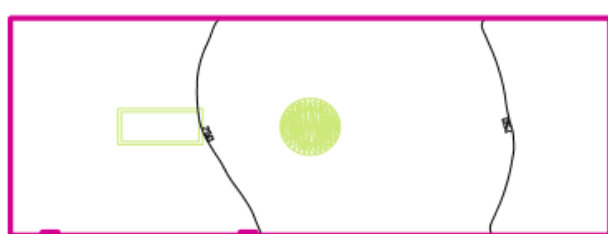
Potencia específica de conexión: 5.48 W/m² = 0.82 W/m²/100 lx (Base 8.76 m²)

## 2.4.2.10 Baño 3.1.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño3.1 / Sinopsis de locales / Iluminacion General

## Baño3.1



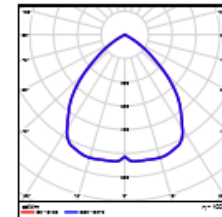
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 20	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	733 (200)	584	830	0.797	0.704

N°	Número de unidades
1	1

Philips Lighting BCS490 1xLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W
--



Flujo luminoso total de lámparas: 2230 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2230 lm, Potencia total: 24.0 W, Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W

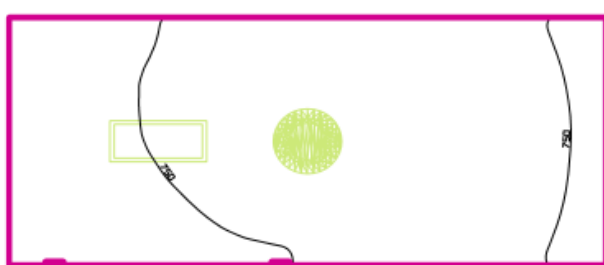
Potencia específica de conexión:  $8.04 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $2.98 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.11 Baño 3.2.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño3.2 / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Baño3.2



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 21	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	768 (200)	641	843	0.835	0.760

Nº	Número de unidades		
1	1	Philips Lighting BCS490 1xLLED-3000 C Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 2230 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2230 lm Potencia: 24.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 2230 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2230 lm, Potencia total: 24.0 W, Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W

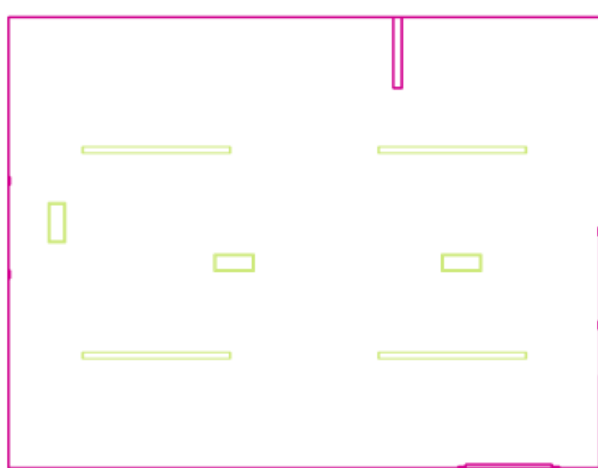
Potencia específica de conexión:  $9.20 \text{ W/m}^2 = 1.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $2.61 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.12 Cocina.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Cocina / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Cocina



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 55.9%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1716 (500)	1113	1999	0.649	0.557

Nº	Número de unidades		
1	4	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 26400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 26396 lm, Potencia total: 218.0 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

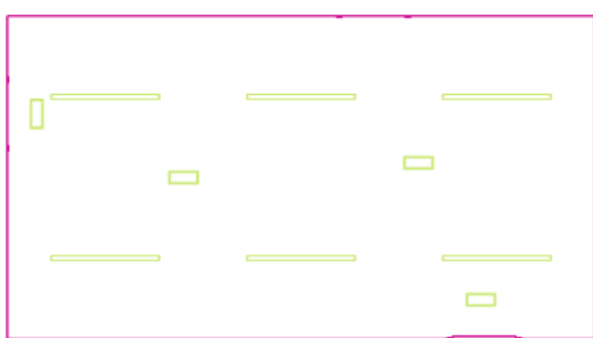
Potencia específica de conexión:  $8.18 \text{ W/m}^2 = 0.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $26.64 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.13 Comedor.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Comedor / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Comedor



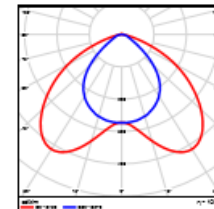
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1726 (500)	1067	2021	0.618	0.528

## Nº Número de unidades

1	6	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 39600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 39594 lm, Potencia total: 327.0 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

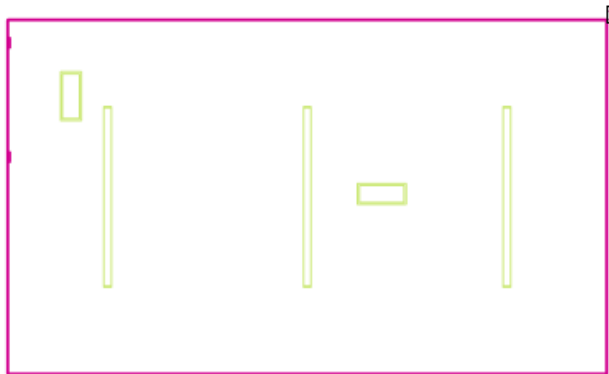
Potencia específica de conexión:  $9.25 \text{ W/m}^2 = 0.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 35.36 m<sup>2</sup>)

2.4.2.14 Despacho.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Despacho / Sinopsis de locales / Iluminación General

Despacho



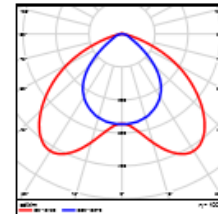
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1812 (500)	1365	2097	0.753	0.651

Nº Número de unidades

1 3 Philips Lighting 4MX850 G2 491  
1xLED66S/840 PSD DA35-FR  
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99%  
Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm  
Potencia: 54.5 W  
Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 19800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 19797 lm, Potencia total: 163.5 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

Potencia específica de conexión: 11.44 W/m² = 0.63 W/m²/100 lx (Base 14.29 m²)

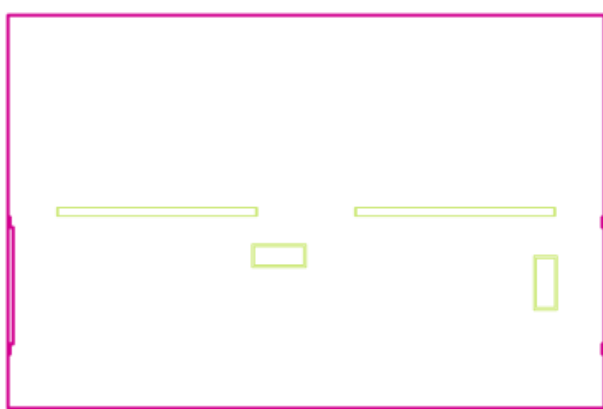


## 2.4.2.15 Lavandería.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Lavandería / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Lavandería



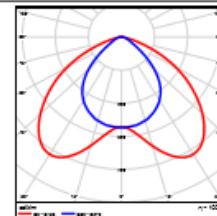
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 23	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1188 (300)	875	1332	0.737	0.657

Nº	Número de unidades
1	2

Philips Lighting 4MX850 G2 491  
 1xLED66S/840 PSD DA35-FR  
 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99%  
 Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm  
 Potencia: 54.5 W  
 Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 13200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 13198 lm, Potencia total: 109.0 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

Potencia específica de conexión:  $8.49 \text{ W/m}^2 = 0.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $12.84 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.16 Pasillo.

## DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Pasillo / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Pasillo



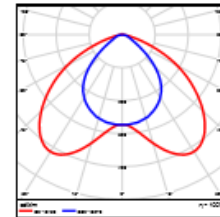
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.2%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 24	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	610 (150)	328	807	0.538	0.406

## Nº Número de unidades

1	4	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 26400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 26396 lm, Potencia total: 218.0 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

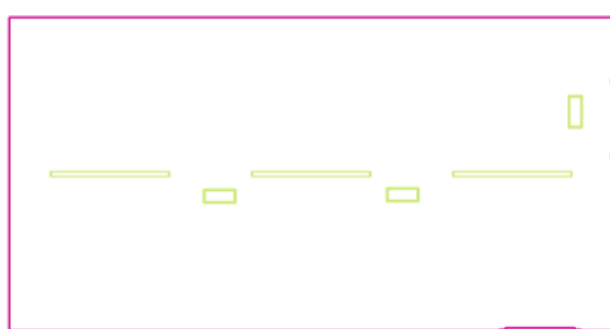
Potencia específica de conexión:  $3.18 \text{ W/m}^2 = 0.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 68.62 m<sup>2</sup>)

## 2.4.2.17 Aula Psicomotricidad.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Psicomotricidad / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Sala Psicomotricidad



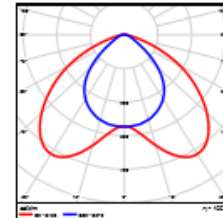
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 18	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1360 (300)	905	1502	0.665	0.603

## N° Número de unidades

1	3	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 19800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 19797 lm, Potencia total: 163.5 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

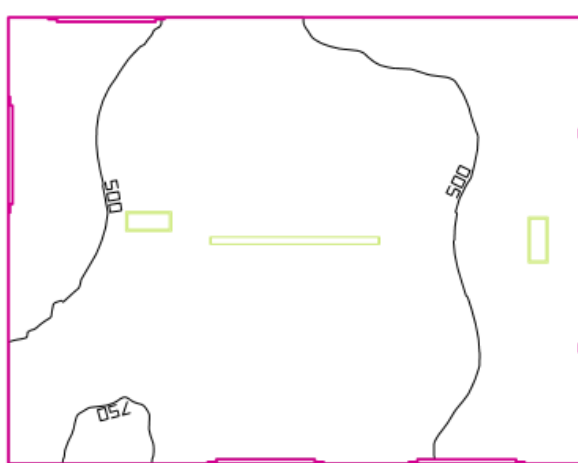
Potencia específica de conexión:  $5.57 \text{ W/m}^2 = 0.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 29.33 m<sup>2</sup>)

2.4.2.18 Sala de espera.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Espera / Sinopsis de locales / Iluminación General

Sala Espera



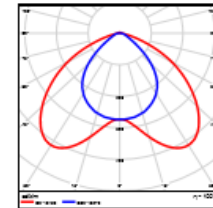
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.1%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 5	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	561 (200)	350	956	0.624	0.366

Nº Número de unidades

1	1	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 6600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6599 lm, Potencia total: 54.5 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

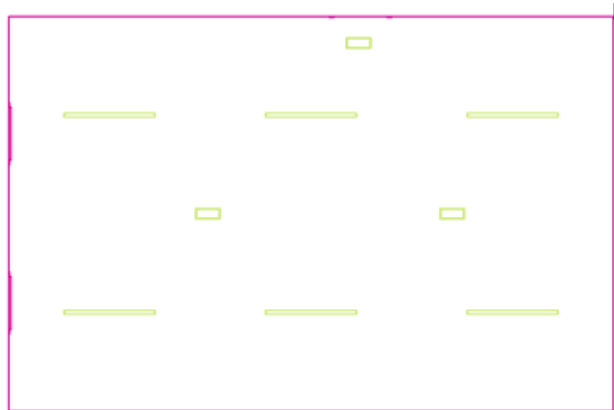
Potencia específica de conexión:  $2.74 \text{ W/m}^2 = 0.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $19.86 \text{ m}^2$ )

## 2.4.2.19 Sala usos múltiples.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Usos Múltiples / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Sala Usos Múltiples



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 8	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1367 (300)	920	1541	0.673	0.597

Nº	Número de unidades		
1	6	Philips Lighting 4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm Potencia: 54.5 W Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 39600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 39594 lm, Potencia total: 327.0 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

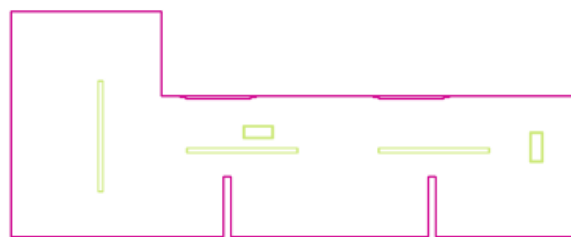
Potencia específica de conexión:  $5.21 \text{ W/m}^2 = 0.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 62.81 m<sup>2</sup>)

## 2.4.2.20 Vestuario.

## DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Vestuario / Sinopsis de locales / Iluminación General

## Vestuario



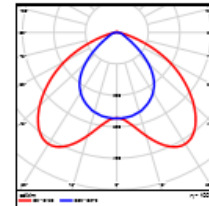
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 54.7%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 19	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	1531 (500)	1067	1819	0.697	0.587

Nº	Número de unidades
1	3

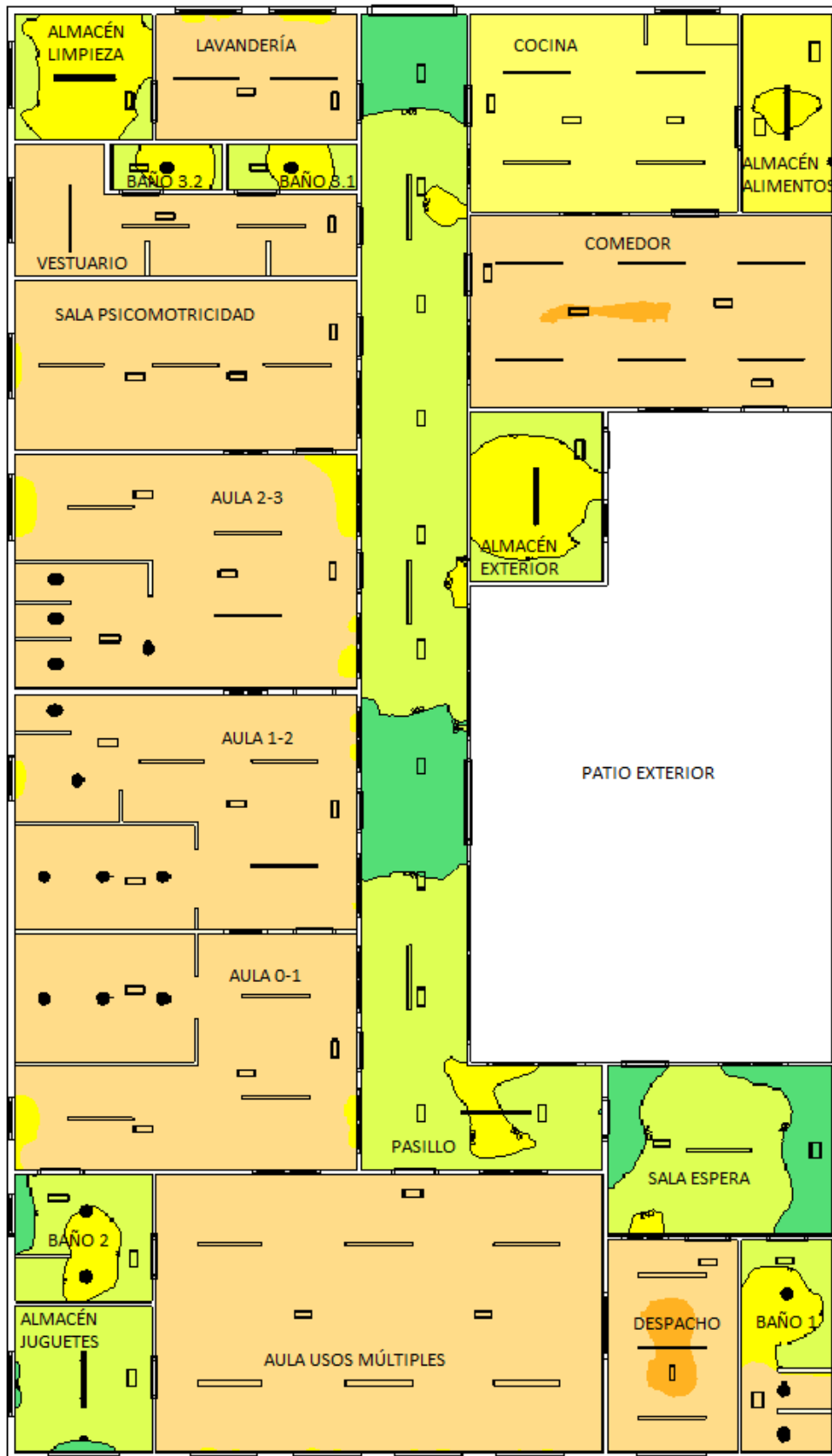
Philips Lighting 4MX850 G2 491  
 1xLED66S/840 PSD DA35-FR  
 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99%  
 Flujo luminoso de lámparas: 6600 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 6599 lm  
 Potencia: 54.5 W  
 Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 19800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 19797 lm, Potencia total: 163.5 W, Rendimiento lumínico: 121.1 lm/W

Potencia específica de conexión:  $10.07 \text{ W/m}^2 = 0.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $16.23 \text{ m}^2$ )

2.4.2.21 Colores falsos e isolíneas de la iluminación interior.



Pr  
de

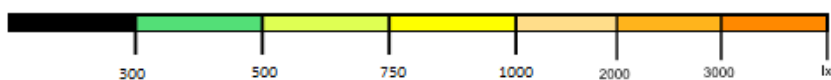


Figura 10. Colores falsos e isolíneas del centro

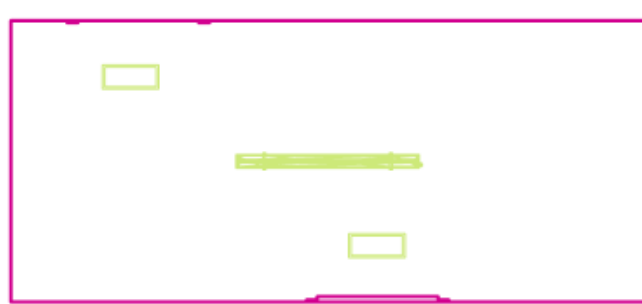
## 2.4.3 Cálculos luminotécnicos de iluminación de emergencia.

### 2.4.3.1 Almacén de Alimentos.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Alimentos / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

#### Almacén Alimentos



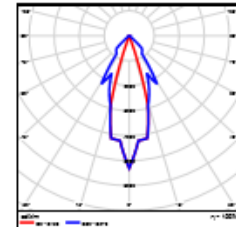
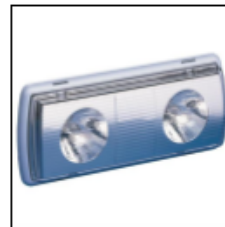
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	193 (200)	73	471	0.378	0.155

Nº	Número de unidades
1	2

Beghelli 2079 Lungaluce  
 Grado de eficacia de funcionamiento:  
 155.92%  
 Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
 Potencia: 20.0 W  
 Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

Potencia específica de conexión:  $4.36 \text{ W/m}^2 = 2.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $9.17 \text{ m}^2$ )

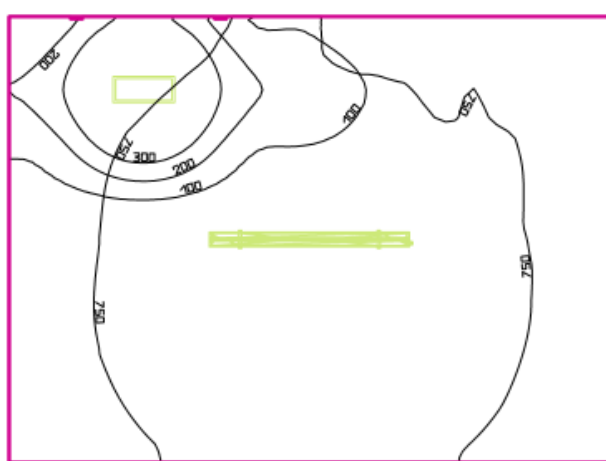


2.4.3.2 Almacén exterior.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Exterior / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia

Almacén Exterior



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	102 (200)	46	435	0.451	0.106

Nº	Número de unidades		
1	1	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 624 lm, Potencia total: 20.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

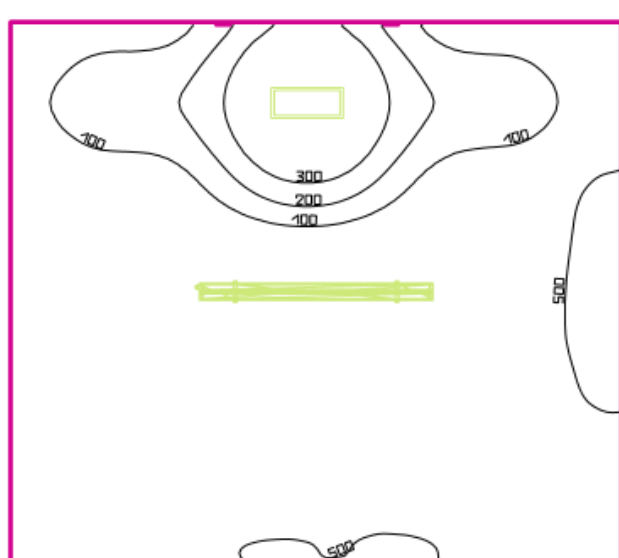
Potencia específica de conexión: 1.76 W/m² = 1.72 W/m²/100 lx (Base 11.39 m²)

## 2.4.3.3 Almacén de juguetes.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Juguetes / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Almacén Juguetes



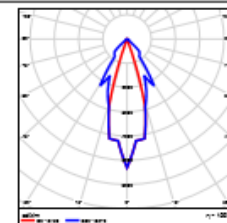
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 9	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	90 (200)	34	414	0.378	0.082

Nº	Número de unidades
1	1

1	1	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 624 lm, Potencia total: 20.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

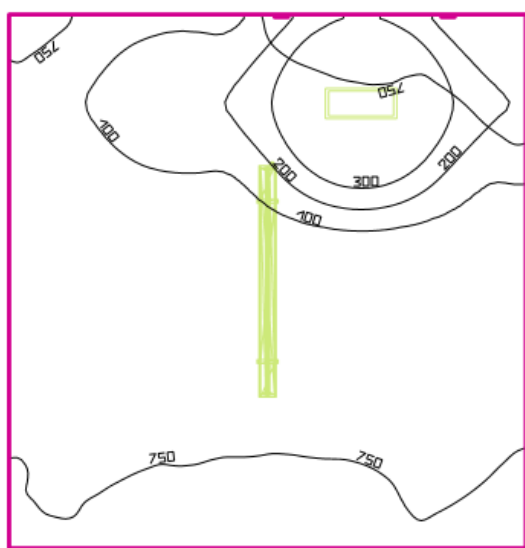
Potencia específica de conexión:  $1.95 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $10.28 \text{ m}^2$ )

2.4.3.4 Almacén de limpieza.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén Limpieza / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

Almacén Limpieza



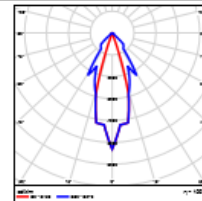
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	Plano útil 22 Intensidad lumínica perpendicular [lx]	113 (200)	45	432	0.398	0.104

Nº Número de unidades

1 1  
 Beghelli 2079 Lungaluce  
 Grado de eficacia de funcionamiento:  
 155.92%  
 Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
 Potencia: 20.0 W  
 Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 624 lm, Potencia total: 20.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

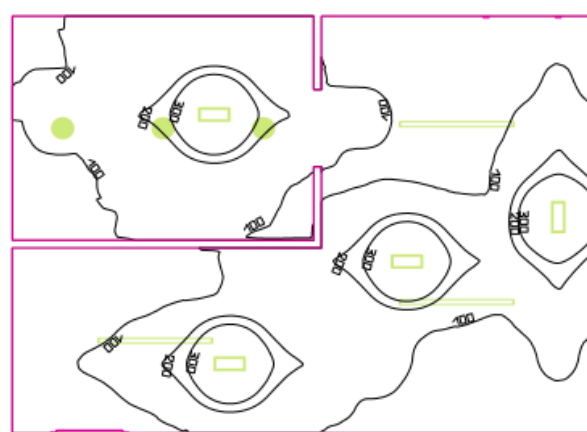
Potencia específica de conexión: 2.28 W/m² = 2.02 W/m²/100 lx (Base 8.78 m²)

## 2.4.3.5 Aula de 0 a 1 años.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 0-1 / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia


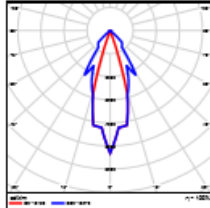
## Aula 0-1



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 14	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	140 (300)	63	464	0.450	0.136

Nº	Número de unidades			
1	4	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W		

Flujo luminoso total de lámparas: 1600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2496 lm, Potencia total: 80.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

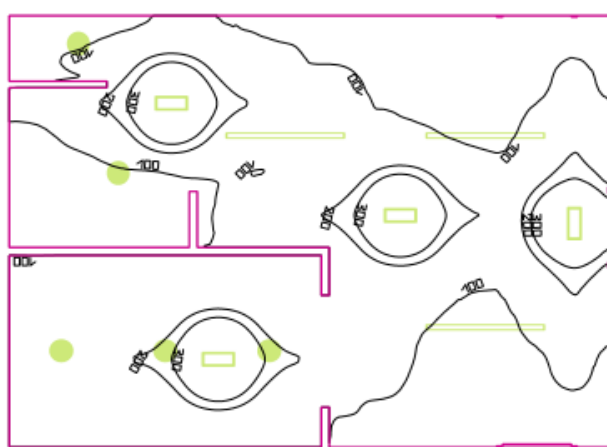
Potencia específica de conexión:  $2.00 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $40.07 \text{ m}^2$ )

## 2.4.3.6 Aula de 1 a 2 años.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 1-2 / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Aula 1-2



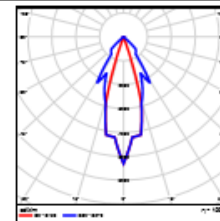
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 15	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	143 (300)	69	468	0.483	0.147

Nº	Número de unidades
1	4

Beghelli 2079 Lungaluce  
 Grado de eficacia de funcionamiento:  
 155.92%  
 Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
 Potencia: 20.0 W  
 Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 1600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2496 lm, Potencia total: 80.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

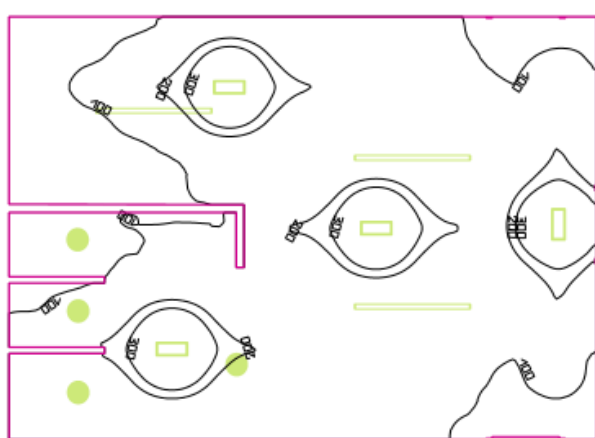
Potencia específica de conexión:  $2.00 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 39.99 m<sup>2</sup>)

## 2.4.3.7 Aula de 2 a 3 años.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 2-3 / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Aula 2-3



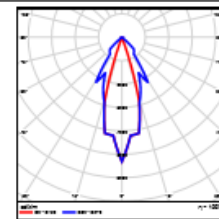
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 17	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	146 (300)	62	468	0.425	0.132

## N° Número de unidades

1	4	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 1600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2496 lm, Potencia total: 80.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

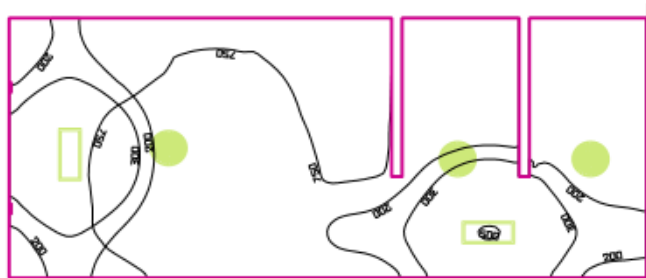
Potencia específica de conexión: 2.00 W/m<sup>2</sup> = 1.37 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base 40.08 m<sup>2</sup>)

## 2.4.3.8 Baño 1.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño1 / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia

## Baño1



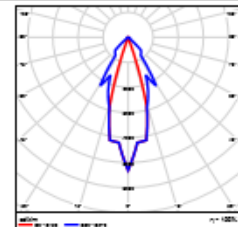
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 12	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	204 (200)	113	505	0.554	0.224

Nº	Número de unidades
1	2

1	2	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

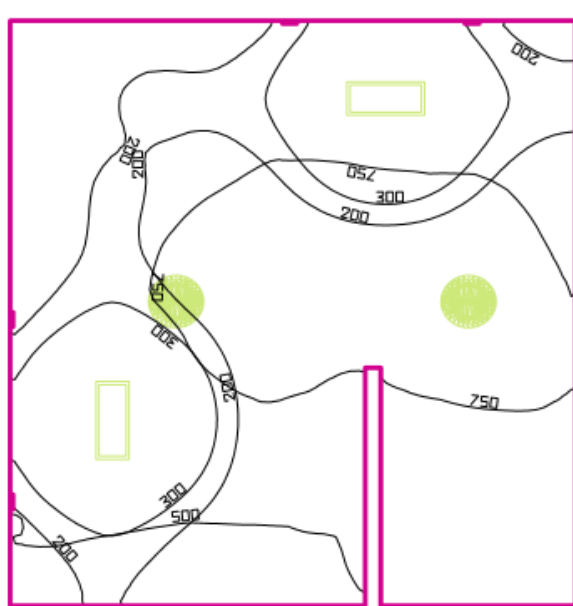
Potencia específica de conexión:  $4.13 \text{ W/m}^2 = 2.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $9.68 \text{ m}^2$ )

2.4.3.9 Baño 2.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño2 / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia

Baño2



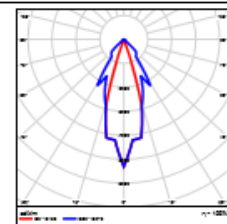
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 13	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	209 (200)	102	482	0.488	0.212

Nº Número de unidades

1 2  
Beggelli 2079 Lungaluce  
Grado de eficacia de funcionamiento:  
155.92%  
Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
Potencia: 20.0 W  
Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.57 W/m² = 2.18 W/m²/100 lx (Base 8.76 m²)

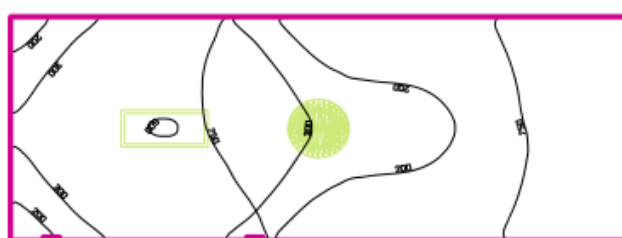


2.4.3.10 Baño 3.1.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño3.1 / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

Baño3.1



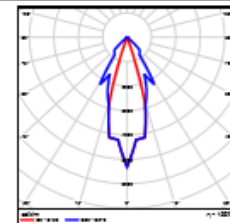
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 20	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	268 (200)	144	503	0.537	0.286

Nº Número de unidades

1	1	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	--



Flujo luminoso total de lámparas: 400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 624 lm, Potencia total: 20.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

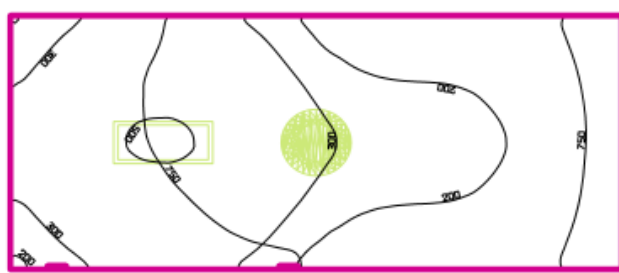
Potencia específica de conexión: 6.70 W/m² = 2.50 W/m²/100 lx (Base 2.98 m²)

## 2.4.3.11 Baño 3.2.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Baño3.2 / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia

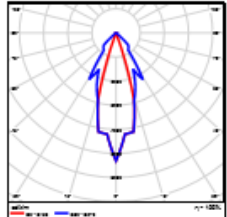
## Baño3.2



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 21	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	291 (200)	153	513	0.526	0.298

Nº	Número de unidades		
1	1	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 624 lm, Potencia total: 20.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

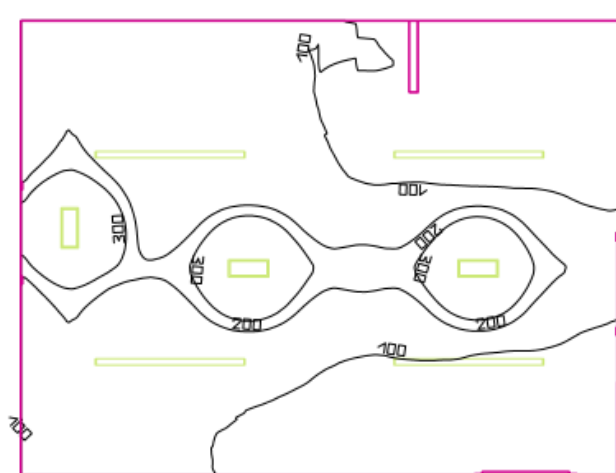
Potencia específica de conexión:  $7.66 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $2.61 \text{ m}^2$ )

2.4.3.12 Cocina.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Cocina / Sinopsis de locales / Iluminacion Emergencia

Cocina



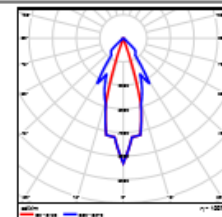
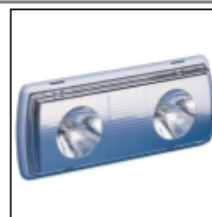
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 55.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	147 (500)	59	469	0.401	0.126

Nº Número de unidades

1 3  
Beghelli 2079 Lungaluce  
Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92%  
Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
Potencia: 20.0 W  
Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 1200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1872 lm, Potencia total: 60.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

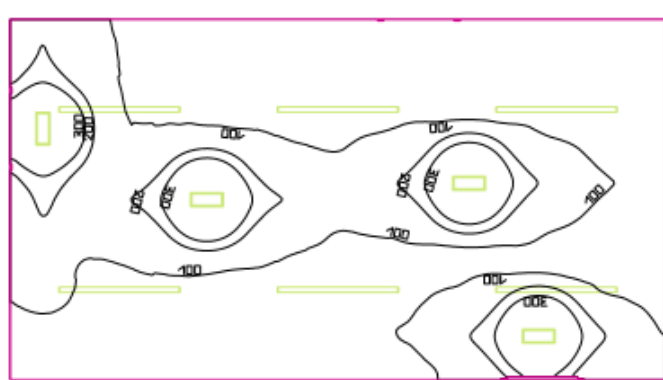
Potencia específica de conexión: 2.25 W/m² = 1.53 W/m²/100 lx (Base 26.64 m²)

## 2.4.3.13 Comedor.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Comedor / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Comedor



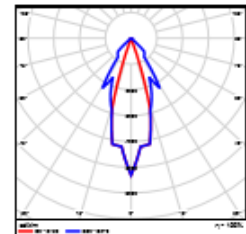
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	139 (500)	55	459	0.396	0.120

Nº	Número de unidades
1	4

1	4	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 1600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2496 lm, Potencia total: 80.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

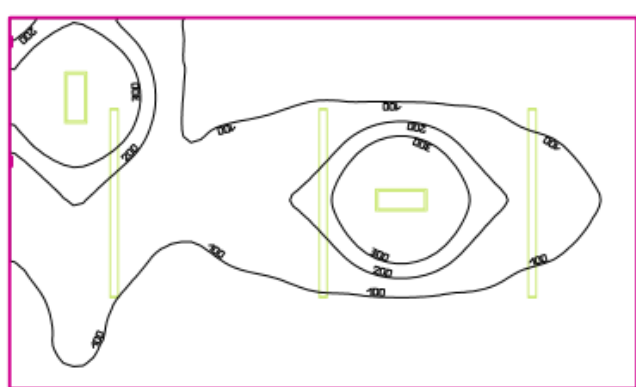
Potencia específica de conexión: 2.26 W/m<sup>2</sup> = 1.63 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base 35.36 m<sup>2</sup>)

## 2.4.3.14 Despacho.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Despacho / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Despacho



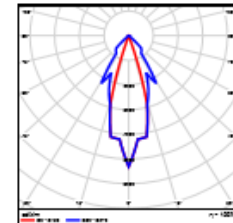
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.4%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	146 (500)	62	453	0.425	0.137

Nº	Número de unidades
----	--------------------

1	2	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

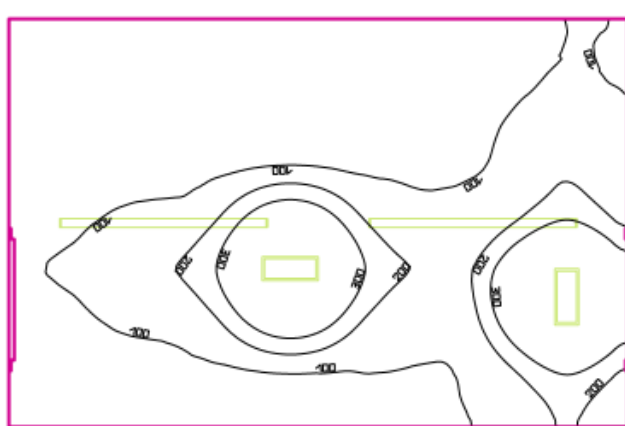
Potencia específica de conexión:  $2.80 \text{ W/m}^2 = 1.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base  $14.29 \text{ m}^2$ )

## 2.4.3.15 Lavandería.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Lavandería / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Lavanderia



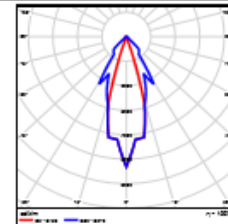
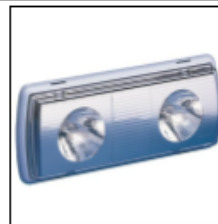
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.	
1	Plano útil 23	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	147 (300)	54	461	0.367	0.117

Nº	Número de unidades
1	2

Beghelli 2079 Lungaluce  
 Grado de eficacia de funcionamiento:  
 155.92%  
 Flujo luminoso de lámparas: 400 lm  
 Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm  
 Potencia: 20.0 W  
 Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W



Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

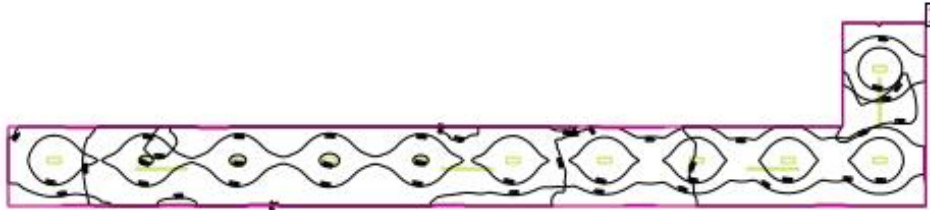
Potencia específica de conexión: 3.11 W/m<sup>2</sup> = 2.12 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base 12.84 m<sup>2</sup>)

## 2.4.3.16 Pasillo.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Pasillo / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Pasillo



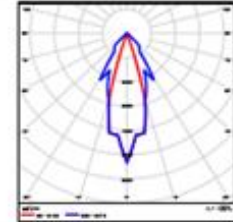
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.2%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 24	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	161 (150)	69	322	0.429	0.214

Nº	Número de unidades
1	11

1	11	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	----	---



Flujo luminoso total de lámparas: 4400 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6864 lm, Potencia total: 220.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

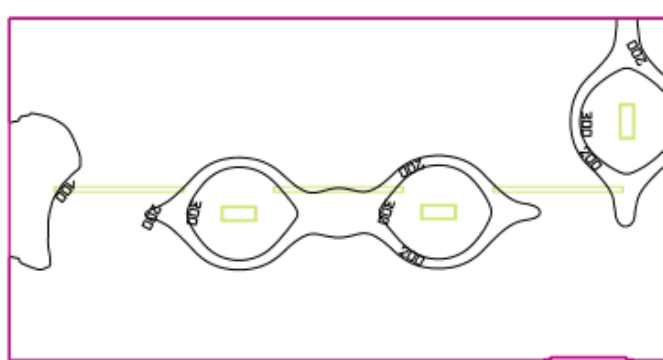
Potencia específica de conexión: 3.21 W/m<sup>2</sup> = 2.00 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base 68.62 m<sup>2</sup>)

## 2.4.3.17 Aula Psicomotricidad.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Psicomotricidad / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

## Sala Psicomotricidad



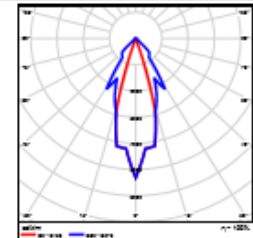
Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 18	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	156 (300)	70	483	0.449	0.145

N°	Número de unidades
1	3

1	3	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W
---	---	---



Flujo luminoso total de lámparas: 1200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1872 lm, Potencia total: 60.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

Potencia específica de conexión:  $2.05 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 29.33 m<sup>2</sup>)

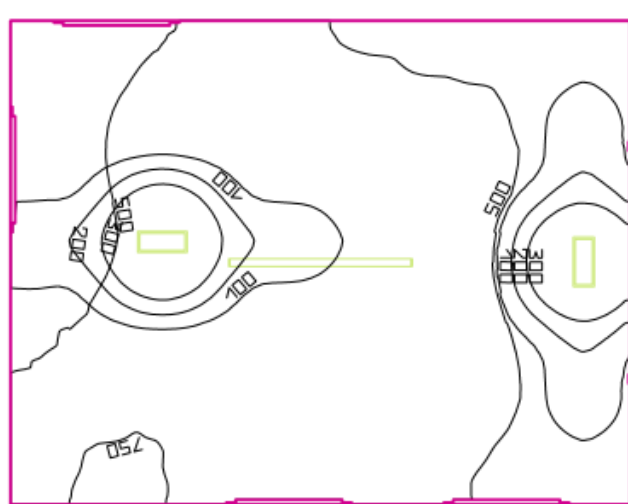


## 2.4.3.18 Sala de espera.

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Espera / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia


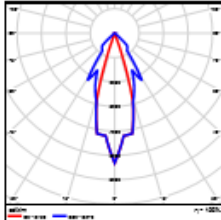
## Sala Espera



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.1%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 5	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	104 (200)	38	426	0.365	0.089

Nº	Número de unidades		
1	2	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

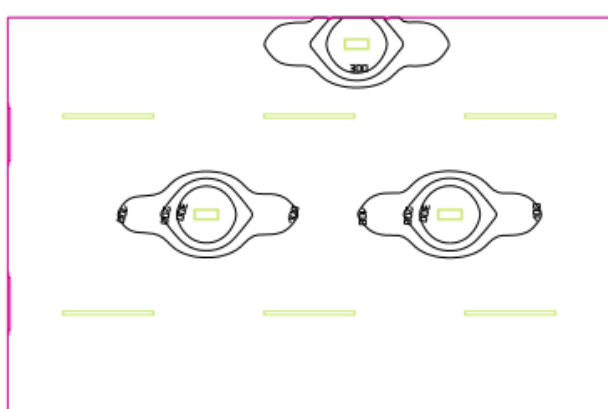
Potencia específica de conexión: 2.01 W/m<sup>2</sup> = 1.94 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base 19.86 m<sup>2</sup>)

2.4.3.19 Sala usos múltiples.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Sala Usos Múltiples / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia

Sala Usos Múltiples



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 56.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 8	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	81 (300)	36	429	0.444	0.084

Nº	Número de unidades		
1	3	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 1200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1872 lm, Potencia total: 60.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

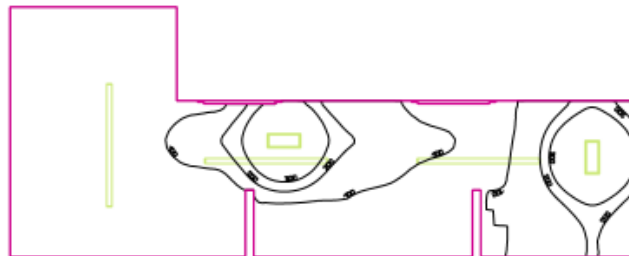
Potencia específica de conexión: 0.96 W/m² = 1.18 W/m²/100 lx (Base 62.81 m²)

## 2.4.3.20 Vestuario.



Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Vestuario / Sinopsis de locales / Iluminación Emergencia


## Vestuario



Altura del local: 2.900 m, Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m  
 Grado de reflexión: Techo 51.0%, Paredes 51.0%, Suelo 54.7%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 19	Intensidad lumínica perpendicular [lx]	123 (500)	36	466	0.293	0.077

Nº	Número de unidades		
1	2	Beghelli 2079 Lungaluce Grado de eficacia de funcionamiento: 155.92% Flujo luminoso de lámparas: 400 lm Flujo luminoso de las luminarias: 624 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W	 

Flujo luminoso total de lámparas: 800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1248 lm, Potencia total: 40.0 W, Rendimiento lumínico: 31.2 lm/W

Potencia específica de conexión:  $2.46 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base 16.23 m<sup>2</sup>)

2.4.3.21 Colores falsos e isolíneas de la iluminación emergencia.

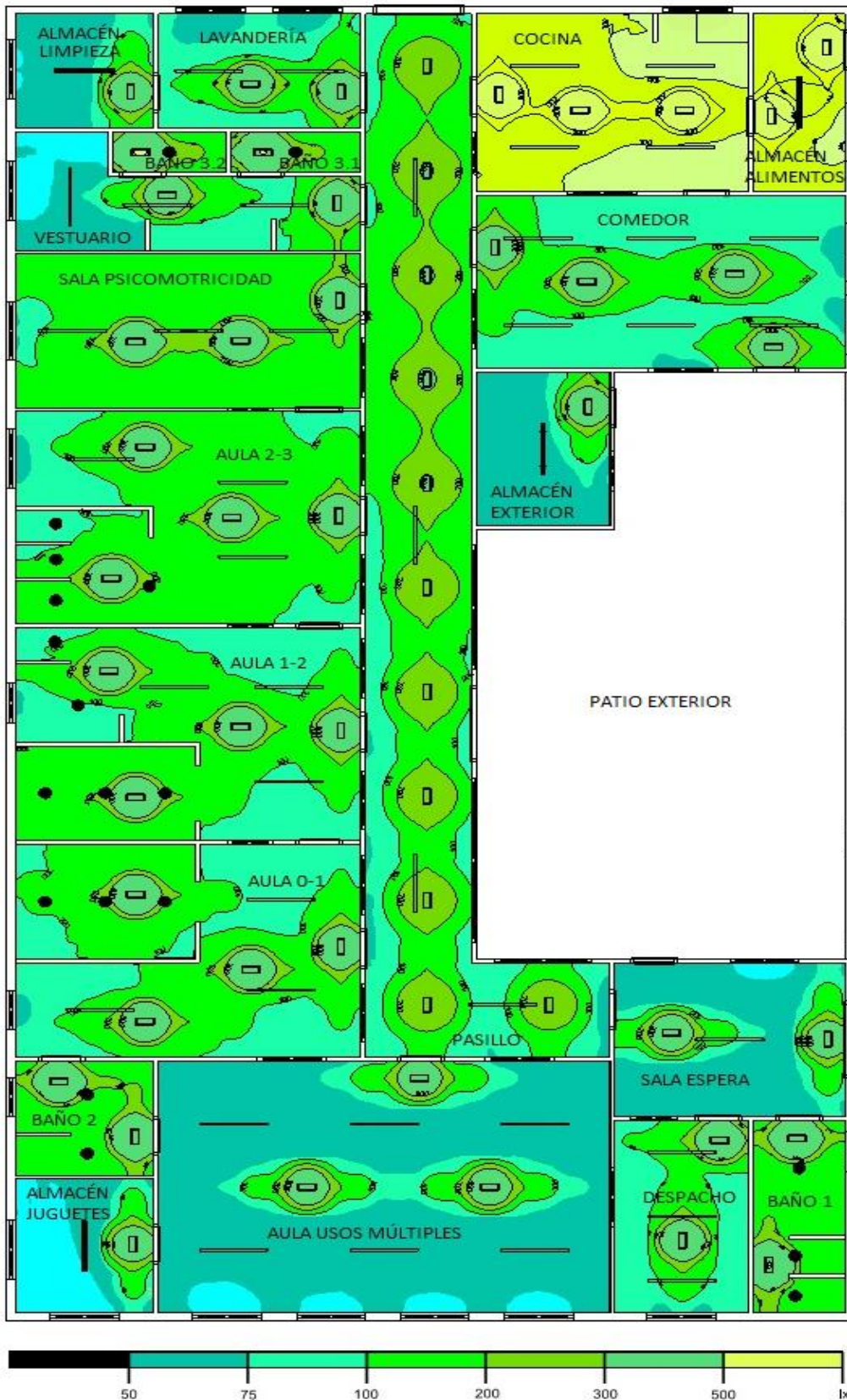


Figura 11. Colores falsos e isolíneas en situación de emergencia

## 2.5 Estudio básico de seguridad y salud.

### 2.5.1 Introducción.

El Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, normativa de carácter reglamentaria, fija y concreta los aspectos técnicos de las medidas preventivas para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores del sector de la construcción.

El presente documento tiene por finalidad generar el Estudio Básico de Seguridad y Salud del proyecto del Centro Infantil el cual establece las previsiones con respecto a los posibles riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, aplicando para ello las normas de seguridad y salud en la obra proyectada. A tal efecto, contempla la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, detallándose los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o que se prevea su utilización, estableciéndose las medidas preventivas necesarias en los trabajos de instalación, montaje, reparación, conservación y mantenimiento, así como indicando las pautas a seguir para la realización de las instalaciones preceptivas de los servicios sanitarios y comunes durante la construcción de la obra y según el número de trabajadores que vayan a utilizarlos, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relacionando los riesgos laborales que no puedan evitarse conforme a lo señalado anteriormente y especificando las medidas preventivas y las protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tiene además en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contiene aquellas medidas específicas relativas a los trabajos incluidos.

En el presente Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborales.

En definitiva, servirá para marcar las directrices básicas a la empresa constructora o contratista para llevar a cabo sus obligaciones en materia de prevención de riesgos profesionales, bajo el control de la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Se deberá de formar a todo el personal que trabaje en la obra sobre las medidas de seguridad contenidas en el presente estudio, así como de las contenidas en el posterior Plan de Seguridad y Salud antes de su puesta en marcha.

## 2.5.2 Memoria del estudio de seguridad y salud.

### 2.5.2.1 Datos generales e identificativos de la obra

#### Situación o emplazamiento de la obra

Situación del terreno, parcela o solar: Calle José Rodríguez Ramírez, Candelaria, Santa Cruz de Tenerife.

Descripción de los accesos: El acceso se realizará mediante una carretera ya existente.

Climatología de la zona: La temperatura media de la zona es de 16.5°C, unas precipitaciones medias anuales de 557 mm y una media de humedad del 73%. Estos datos han sido sacados de la agencia estatal de meteorología.

Situación (distancia) del hospital, ambulatorio o centro de salud más cercano: 3km aproximadamente

Situación (distancia) de los Servicios de bomberos y policía más cercanos: 3km aproximadamente.

#### Topografía y entorno de la obra / edificación:

Descripción de la parcela, solar o terreno y su entorno: La parcela se encuentra cerca del instituto IES Punta Larga. Para llegar a ella, se deberá abandonar la autopista por la salida de Candelaria.

Descripción de la intensidad de circulación de vehículos: La intensidad de circulación en hora punta es alta debido a la cercanía de comercios y colegios por la zona.

#### Subsuelo e instalaciones subterráneas:

El estudio geológico del suelo indica que el subsuelo está formado por tierras basálticas (coladas y piroclastos).

#### Edificio proyectado.

El edificio se proyecta con vigas de acero según los siguientes datos:

Altura de edificación (m): 3

Medidas en planta (m): 18,4 x 33,4

#### Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra.

Importe del Presupuesto de ejecución material (euros): 49397,42 €

#### Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

La previsión de duración de la obra es de 3 meses. El número máximo (simultáneo) de trabajadores en la obra asciende a 14.



Materiales previstos en la construcción.

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de edificación.

Datos del peticionario de la instalación.

Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT).  
Domicilio: Avd. Astrofísico Francisco Sánchez S/N Edf. Garoé 38206 La Laguna.  
Teléfono: 922845059  
Correo: ingenieria@ull.es

Datos del ingeniero-Redactor del proyecto de la instalación

Nombre: Jonay Pérez Gil.  
DNI: 43831438-Q  
Domicilio: C/ Transv. Tercera de Víctor Servilio Pérez nº3-Arafo.  
Teléfono: 629537607  
Correo: jonay.pg.1990@gmail.com

Nombre: Robin Machi Van Den Boezem.  
DNI: 45732791-M  
Domicilio: Avd. San Borondón nº7 Pta. 10-Adeje.  
Teléfono: 629537607  
Correo: robinmachiull@gmail.com

*2.5.2.2 Medidas de higiene personal e instalaciones del personal*

La previsión, para estas instalaciones de higiene del personal son:

- Barracones metálicos para vestuarios, comedor y aseos.
- Edificación complementaria de fábrica de ladrillo, revocado y con acabados, para cuarto de calentar comidas.

Ambos dispondrán de electricidad para iluminación y calefacción, conectados al provisional de obra.

La evacuación de aguas residuales se hará directamente al alcantarillado.

Dotación de los aseos:

- 2 retretes de taza turca con cisterna, agua corriente y papel higiénico.
- 2 lavabos individuales con agua corriente, jabón y secador de aire caliente. Espejos de dimensiones apropiados.
- 2 Dotación del vestuario: 7 Taquillas individuales con llave. Bancos de madera. Espejo de dimensiones apropiadas.

#### Datos generales:

- Superficie del vestuario: 15 m<sup>2</sup>
- Número de taquillas: 14 Unidades.

#### 2.5.2.3 Consideración general de riesgos

##### Situación de la edificación.

Por la situación, NO se generan riesgos.

##### Topografía y entorno.

El nivel de riesgo BAJO condicionantes de riesgo aparentes, tanto para la circulación de vehículos como para la programación de los trabajos relacionados con el entorno y sobre el solar.

##### Subsuelo e instalaciones subterráneas.

NO EXISTE Riesgo de derrumbamiento de los taludes laterales en caso de excavación, con posible arrastre de instalaciones subterráneas si las hubiere.

##### Edificación proyectada.

EXISTE Riesgo BAJO y normal en todos los componentes de la edificación proyectada, tanto por las dimensiones de los elementos constructivos como por la altura de la edificación.

##### Presupuesto de seguridad y salud.

Debido a las características de la obra, se entiende incluido en las partidas de ejecución material de la globalidad de la obra.

##### Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores máximo fácil de organizar.

##### Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos.

Todos los materiales componentes de la obra son perfectamente conocidos y no suponen ningún riesgo adicional, tanto por su composición como por sus dimensiones y formas. En cuanto a materiales auxiliares en la construcción, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

#### 2.5.3 Normas de seguridad aplicables en la obra

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.



- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994)
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados)

Así como las disposiciones legales de carácter obligatorio que recoge el Pliego de Condiciones.

#### **2.5.4 Fases de la obra**

Se prevé que la construcción de esta edificación se hará por una empresa constructora que asumirá la realización de todas y cada una de las partidas de obra, adoptándose, para la ordenación de este estudio, las siguientes consideraciones:

1º) Suponer la realización de la misma en una sola fase a los efectos de relacionar todos los procedimientos constructivos y edificatorios con los riesgos analizados y las medidas preventivas y protecciones personales y colectivas que deban implantarse.

2º) La fase de implantación de obra, o centro de trabajo, sobre el terreno o solar, así como el montaje de vallados perimetrales y la instalación de la oficina de obra-barracones auxiliares, serán de la responsabilidad de la empresa constructora, dada su directa vinculación con ésta.

#### **2.5.5 Análisis y prevención de riesgo en las fases de obra**

Del estudio detenido de los documentos (memoria, planos, pliegos de condiciones y mediciones-presupuesto de ejecución) del proyecto de la instalación objeto del presente estudio de seguridad y salud, se expondrán en primer lugar los procedimientos y equipos técnicos a utilizar para posteriormente identificar los factores y posibles riesgos de accidente de trabajo y/o de enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación de manera que sirva de base al diseño e implantación posterior de aquellas medidas preventivas adecuadas y necesarias, con la indicación de las protecciones colectivas y personales exigidas para

los trabajadores, de acuerdo con lo establecido por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.

En su evaluación se consideran los aspectos constructivos del proyecto de ejecución material de la obra o edificación, definiéndose como “probabilidad” a la posibilidad de que se materialice el riesgo, y “gravedad” (severidad) como la consecuencia, normalmente esperada, de la materialización del propio riesgo.

En la confección del Plan de Seguridad y Condiciones de Salud, esta evaluación podrá modificarse en función de la tecnología que aporte la empresa constructora o empresas que intervengan en el proceso constructivo, según lo estipulado por el Artículo 7 del R. D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

El objetivo principal de esta evaluación es establecer un escalonamiento de prioridades para anular o en su caso controlar y reducir dichos riesgos, considerando las medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado

La metodología utilizada en el presente estudio consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto " Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad y la severidad de las consecuencias del mismo, definiéndose como “probabilidad” a la posibilidad de que se materialice el riesgo, y “gravedad” (severidad) como la consecuencia, normalmente esperada, de la materialización del propio riesgo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 43. Niveles de Riesgo**

GRADO DE RIESGO		GRAVEDAD O SEVERIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
PROBABILIDAD	ALTA	<i>MUY ALTO</i>	<i>ALTO</i>	<i>MODERADO</i>
	MEDIA	<i>ALTO</i>	<i>MODERADO</i>	<i>BAJO</i>
	BAJA	<i>MODERADO</i>	<i>BAJO</i>	<i>MUY BAJO</i>

### 2.5.6 Trabajos posteriores

Considerando el cumplimiento del Apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, se establece que el Estudio Básico contemplará asimismo aquellas previsiones y las informaciones necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación, conservación y mantenimiento, siendo éstas las siguientes:

<b>Reparación, conservación y mantenimiento</b>		
<b>Riesgos más frecuentes</b>	<b>Medidas Preventivas</b>	<b>Protecciones Individuales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel en suelos</li> <li>• Caídas de altura por huecos horizontales</li> <li>• Caídas por huecos en cerramientos</li> <li>• Caídas por resbalones</li> <li>• Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria</li> <li>• Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.</li> <li>• Explosión de combustibles mal almacenados</li> <li>• Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos</li> <li>• Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de cargas</li> <li>• Contactos eléctricos directos e indirectos</li> <li>• Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.</li> <li>• Vibraciones de origen interno y externo</li> <li>• Contaminación por ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andamijajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.</li> <li>• Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles.</li> <li>• Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.</li> <li>• Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco de seguridad</li> <li>• Ropa de trabajo</li> <li>• Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas.</li> <li>• Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas</li> </ul>

Las herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares deben disponer del sello "Seguridad Comprobada" (GS), certificado de AENOR o de otro organismo equivalente de carácter internacional reconocido, o como mínimo un certificado del fabricante o importador, responsabilizándose de la calidad e idoneidad preventiva de los equipos y herramientas destinadas para su utilización en la actividad de este Proceso Operativo de Seguridad.

La empresa contratista deberá demostrar que dispone de un programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de las máquinas, las máquinas herramientas y medios auxiliares que utilizará en la obra, mediante el cual se minimice el riesgo de fallo en los citados equipos y especialmente en lo referido a detectores, aislamientos, andamios, maquinaria de elevación y maquinaria de corte.

Diariamente se revisará el estado y estabilidad de los andamios. También diariamente se revisará y actualizará las señales de seguridad, balizas, vallas, barandillas y tapas.

Periódicamente se revisará la instalación eléctrica provisional de obra, por parte de un electricista, corrigiéndose los defectos de aislamiento y comprobándose las protecciones diferenciales, magnetotérmicas y toma de tierra.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario (Ej.: peladuras o defectos en el aislamiento de los mangos de las herramientas).

Los accesos a la obra se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Se revisará periódicamente el estado de los cables y ganchos utilizados para el transporte de cargas.

## **2.5.7 Normas generales de seguridad y salud. Disposiciones mínimas**

### *2.5.7.1 Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra*

El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.

La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.

El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

#### *2.5.7.2 Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud a aplicar en las obras*

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos todos los puestos de trabajo, en el interior y en el exterior de los locales.

##### Estabilidad y solidez

Se deberá asegurar la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiada a su tipo de instalación.

### Instalación de suministro provisional y reparto de energía

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (REBT).

Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección de material, así como de los dispositivos de protección, deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

### Vías de evacuación y salidas de emergencia

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías de evacuación y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales endebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías de evacuación y las salidas de emergencia, así como las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse en ningún momento.

### Detección y lucha contra incendios

Se dispondrá de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

### Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

### Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (Gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

### Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

### Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural, contando además con iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche, así como cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar ni influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Zonas de paso 20 lux.
- Zonas de trabajo 200-300 lux.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total del uso de iluminación a llama.

### Puertas y portones

Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.

Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si, en caso de producirse una avería en el sistema de energía, se abren automáticamente.

La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.



Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

#### Vías de circulación y zonas peligrosas

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

#### Muelles y rampas de descarga

Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuadas a las dimensiones de las cargas transportadas.

Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

#### Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

#### Primeros auxilios

Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

### Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

### Locales de descanso o de alojamiento

Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, éstos deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

### Mujeres embarazadas y madres lactantes

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

### Trabajos de minusválidos

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados considerando en su caso, a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

### Otras disposiciones

El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

#### Dimensiones y volumen de aire

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

#### Caídas de objetos

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas. Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

#### Caídas de altura

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caídas de altura superior a 2 m de altura, se protegerán mediante barandillas, redes u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente, en todos sus bordes o huecos, ni siquiera en el primer forjado cuando se vayan a montar horcas y redes cada 2 alturas.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

#### Factores atmosféricos

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

#### Andamios y escaleras

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las

personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

- 1º Antes de su puesta en servicio.
- 2º A intervalos regulares en lo sucesivo.
- 3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, temporales, fuertes vientos o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios. Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

#### Aparatos elevadores

Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores, y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos del presente apartado. Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

- 1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
- 2º Instalarse y utilizarse correctamente.
- 3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- 4º Ser utilizados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima. Los aparatos elevadores, así como sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

#### Instalaciones, máquinas y equipos

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán

satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos del presente apartado.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, considerando en lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser empleadas por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

#### Instalaciones de distribución de energía

Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

Los trabajos con explosivos así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

#### *2.5.7.3 Sistemas de protección colectiva y señalización*

Las protecciones colectivas referenciadas en las normas de seguridad estarán constituidas por:

-Barandillas de seguridad formadas por montantes, pasamano, barra intermedia y rodapié. La altura de la barandilla debe de ser de 90cm., y el pasamano debe tener como mínimo 2,5cm de espesor y 10cm de altura. Los guardacuerpos deberán estar situados a 2,5metros entre ellos como máximo.

-Vallas tubulares de pies derechos de limitación y protección, de 90cm. de alto; o palenques de pies inclinados unidos en la parte superior por un tablón de madera.

Señalización de seguridad vial, según el código de circulación, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de peligro indefinido.
- Señal de la pendiente de la rampa.
- Señal de limitación de velocidad.
- Señal de prohibido adelantar.
- Señal de paso preferente.
- Señal manual de "stop" y "dirección obligatoria".
- Cartel indicativo de entrada y salida de camiones.

Señalización de seguridad en el Trabajo, según el R.D. 485/1997, de 14 de abril, conforme a la normativa reseñada en esta actividad:

- Señal de advertencia de caída a distinto nivel.
- Señal de advertencia de riesgo de tropezar.
- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.
- Señal de advertencia de peligro en general.
- Señal prohibido pasar a los peatones.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria del oído.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.
- Señal de protección individual obligatoria contra caídas.

#### *2.5.7.4 Relación de equipos de protección individual*

Los Equipos de Protección Individual para trabajos auxiliares (operarios):

- Cascos.
- Botas de seguridad de cuero en lugares secos.
- Botas de seguridad de goma en lugares húmedos.
- Guantes de lona y cuero (tipo americano).
- Mono de trabajo.
- Cinturón de seguridad anticaída, anclaje móvil.
- Protección auditiva (auriculares o tapones).
- Muñequeras.
- Chaleco de alta visibilidad.

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 3. PLANOS

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González



## Índice

3.1 Situación .....	238
3.2 Emplazamiento .....	239
3.3 Planta .....	240
3.4 Planta 3D.....	241
3.5 Luminarias .....	242
3.6 Circuitos de iluminación .....	243
3.7 Circuitos de fuerza .....	244
3.8 Circuitos de emergencias. ....	245
3.9 Sistema de climatización .....	246
3.10 Esquema unifilar cuadro general.....	247
3.11 Esquema unifilar subcuadros .....	248
3.12 Orientación de captadores solares.....	249

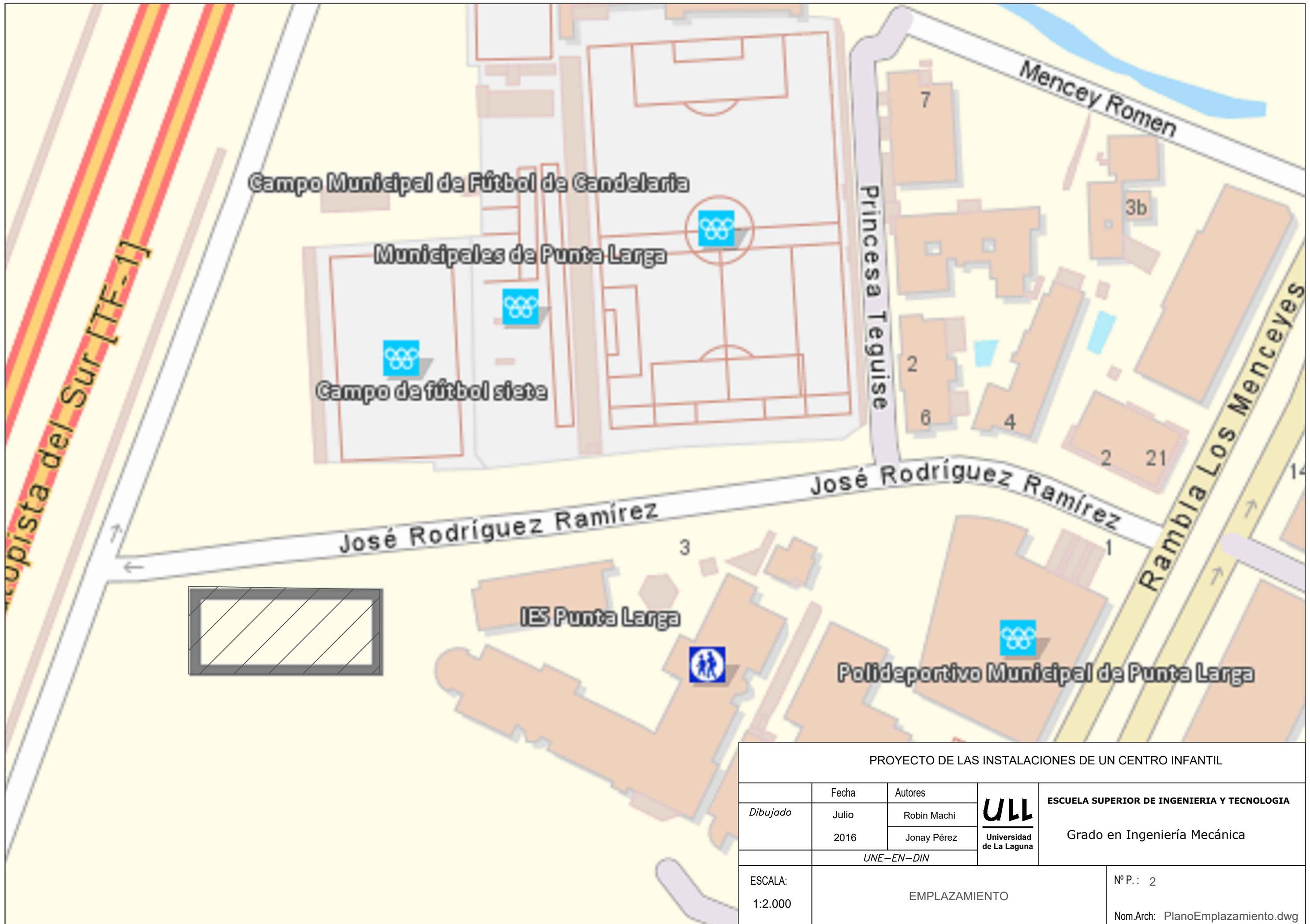





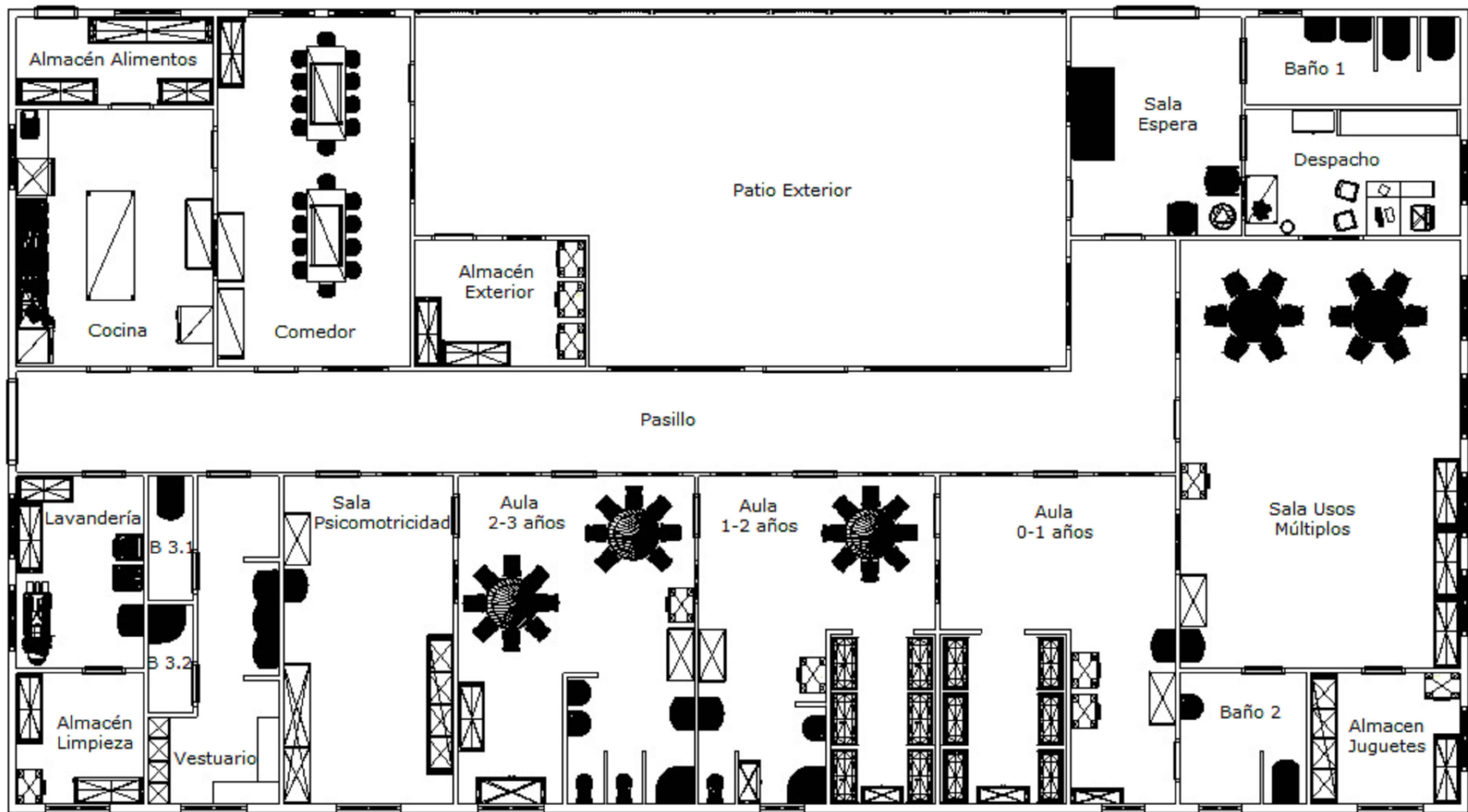
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL


Dibujado	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN				
ESCALA: 1:2.000	SITUACIÓN			Nº P.: 1	Nom.Arch: Planosituación.dwg






PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
Dibujado	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio	Robin Machi		
2016	Jonay Pérez		Universidad de La Laguna	
UNE-EN-DIN				
ESCALA:	EMPLAZAMIENTO			Nº P.: 2
1:2.000				Nom.Arch: PlanoEmplazamiento.dwg



PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 Universidad de La Laguna
	Julio 2016	Robin Machi Jonay Pérez		
<i>UNE-EN-DIN</i>				
ESCALA: 1:100	PLANTA			ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA  Grado en Ingeniería Mecánica
				Nº P.: 3  Nom.Arch: PlanoPlanta.dwg





PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA  Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio	Robin Machi		
2016	Jonay Pérez			
	<i>UNE-EN-DIN</i>			
ESCALA:	PLANO PLANTA 3D			Nº P.: 4
Sin escala				Nom.Arch: PlanoPlanta3D.dwg

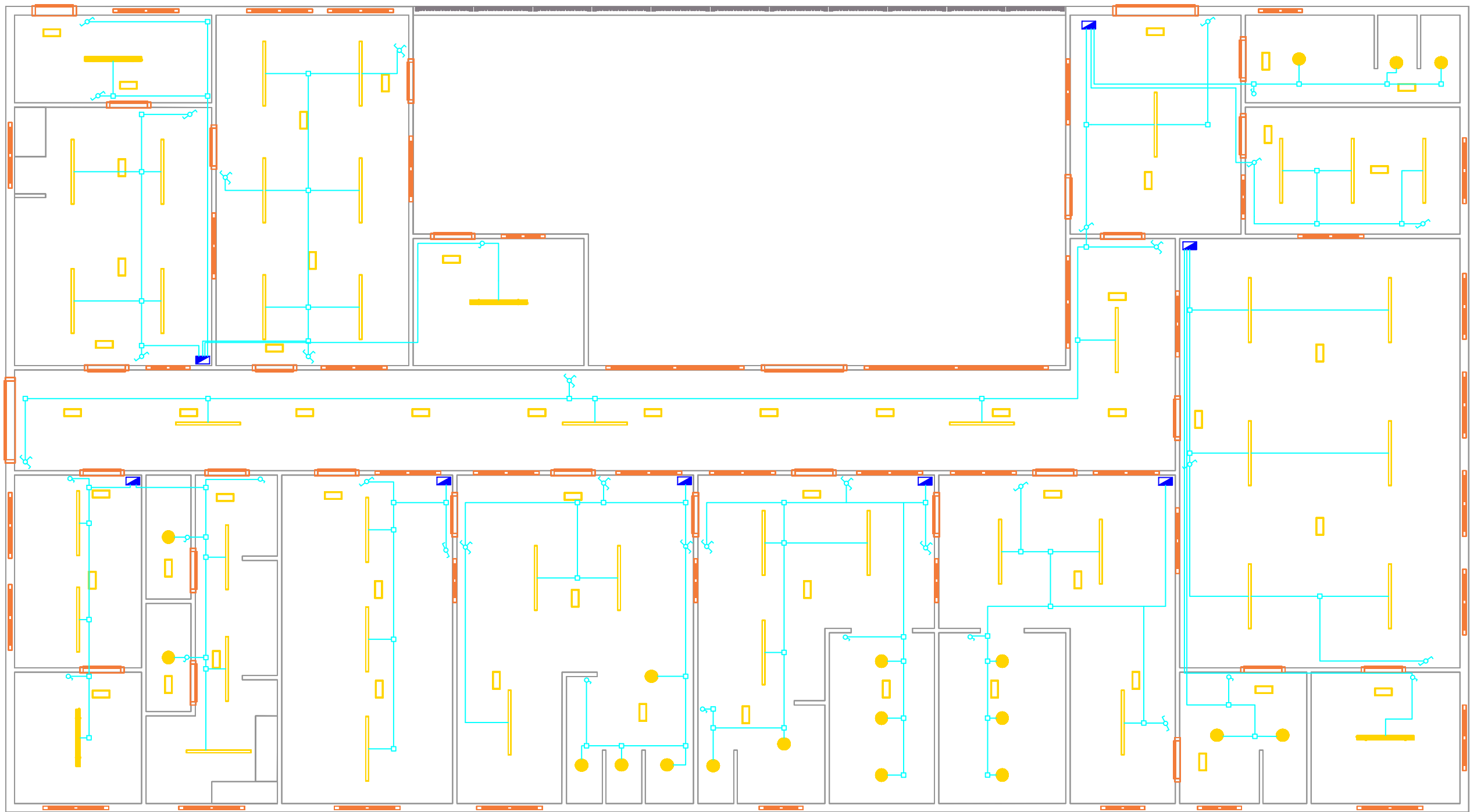





Lista de luminarias


Índice	Fabricante	Nombre del artículo	Número de artículo	Lámpara	Flujo luminoso	Factor de degradación	Potencia de conexión	Cantidad
1	PHILIPS	4MX850 G2 491 1xLED66S/840 PSD DA35-FR		1xLED66S/840/-	6600 lm	0.8	54.5 W	41
2	PHILIPS	WT360C 2xTL5-54W HFP C		2xTL5-54W/452	7600 lm	0.8	118 W	4
3	PHILIPS	BCS490 1xLLED-3000 C		1xLLED-3000	2230 lm	0.8	24 W	19
4	BEGHELLI	Lungaluce	2079	2xQT6 10W	400 lm	0.8	20 W	55

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL




<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores			<b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b>  Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN				
ESCALA: 1:100	INSTALACION DE LUMINARIAS				Nº P.: 5 Nom.Arch:PlanoLuminarias.dwg




Leyenda	
	Circuitos de Iluminación
	Interruptores
	Subcuadros

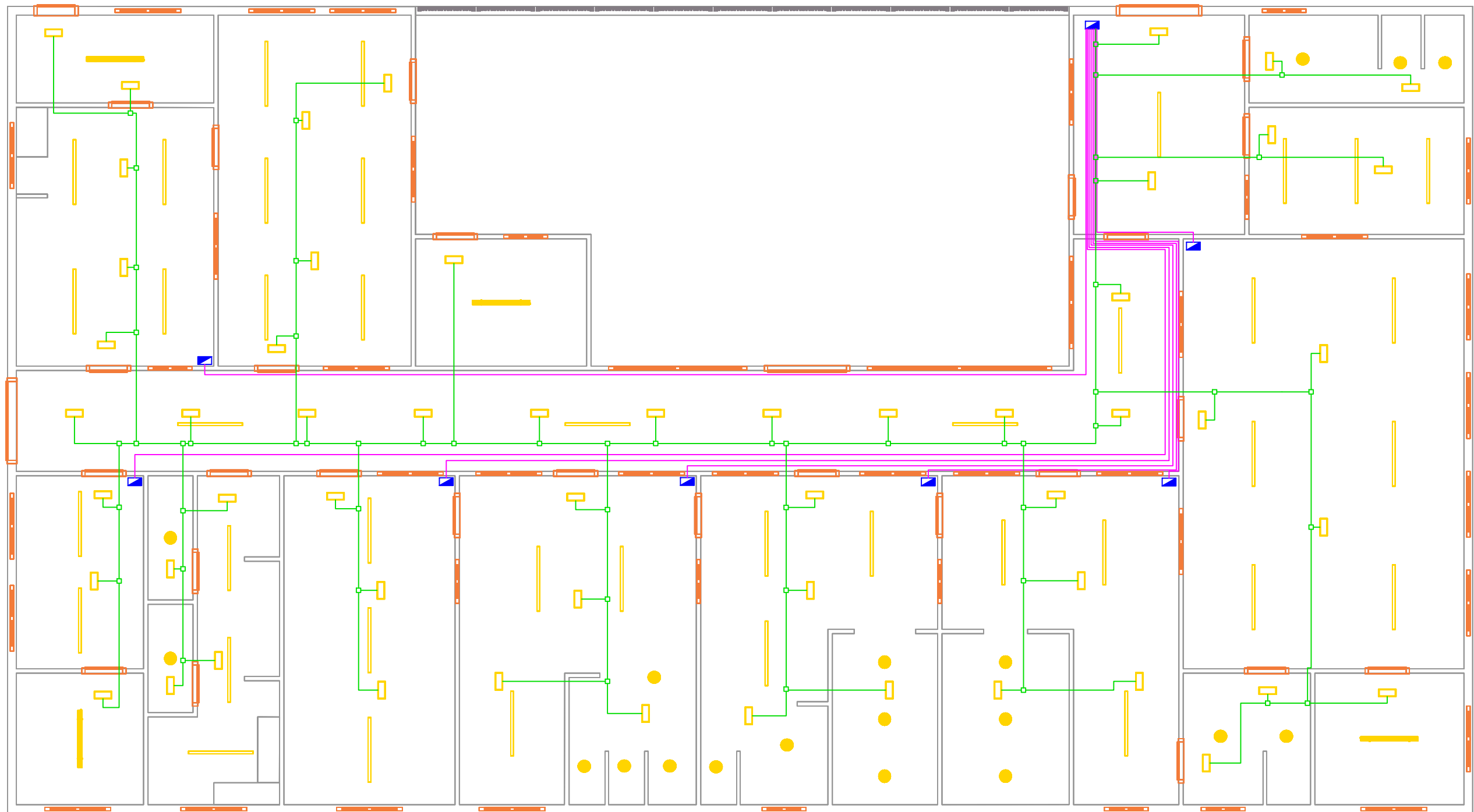
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:100	CIRCUITOS DE ILUMINACION			Nº P.: 6 Nom.Arch:PlanoIluminación.dwg







Leyenda	
	Circuitos de Fuerza
	Enchufes
	Subcuadros

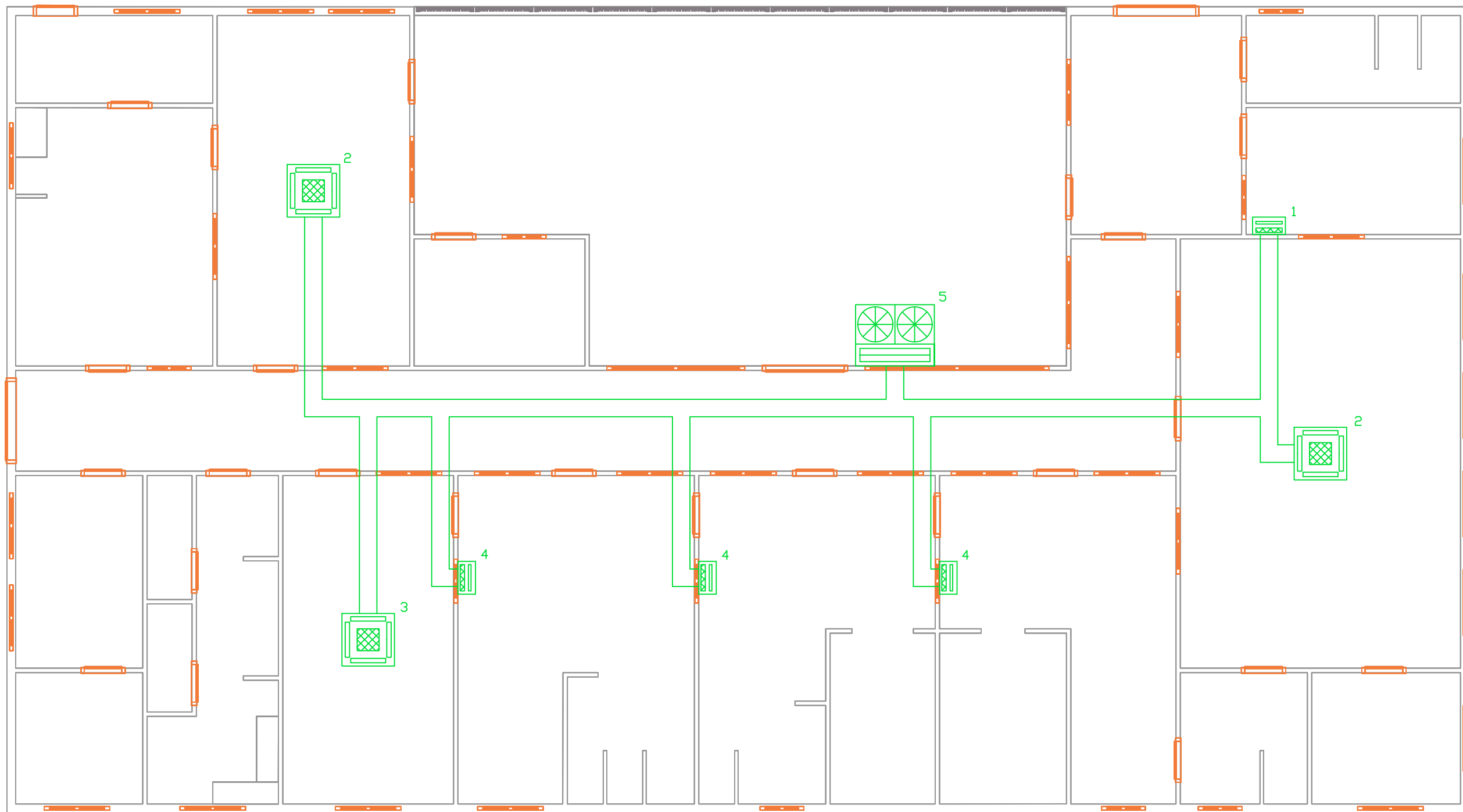
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:100	CIRCUITOS DE FUERZA			Nº P.: 7 Nom.Arch:PlanoFuerza.dwg






Leyenda	
	Circuitos Alimentación Subcuadros
	Circuitos Luminarias Emergencia
	Subcuadros

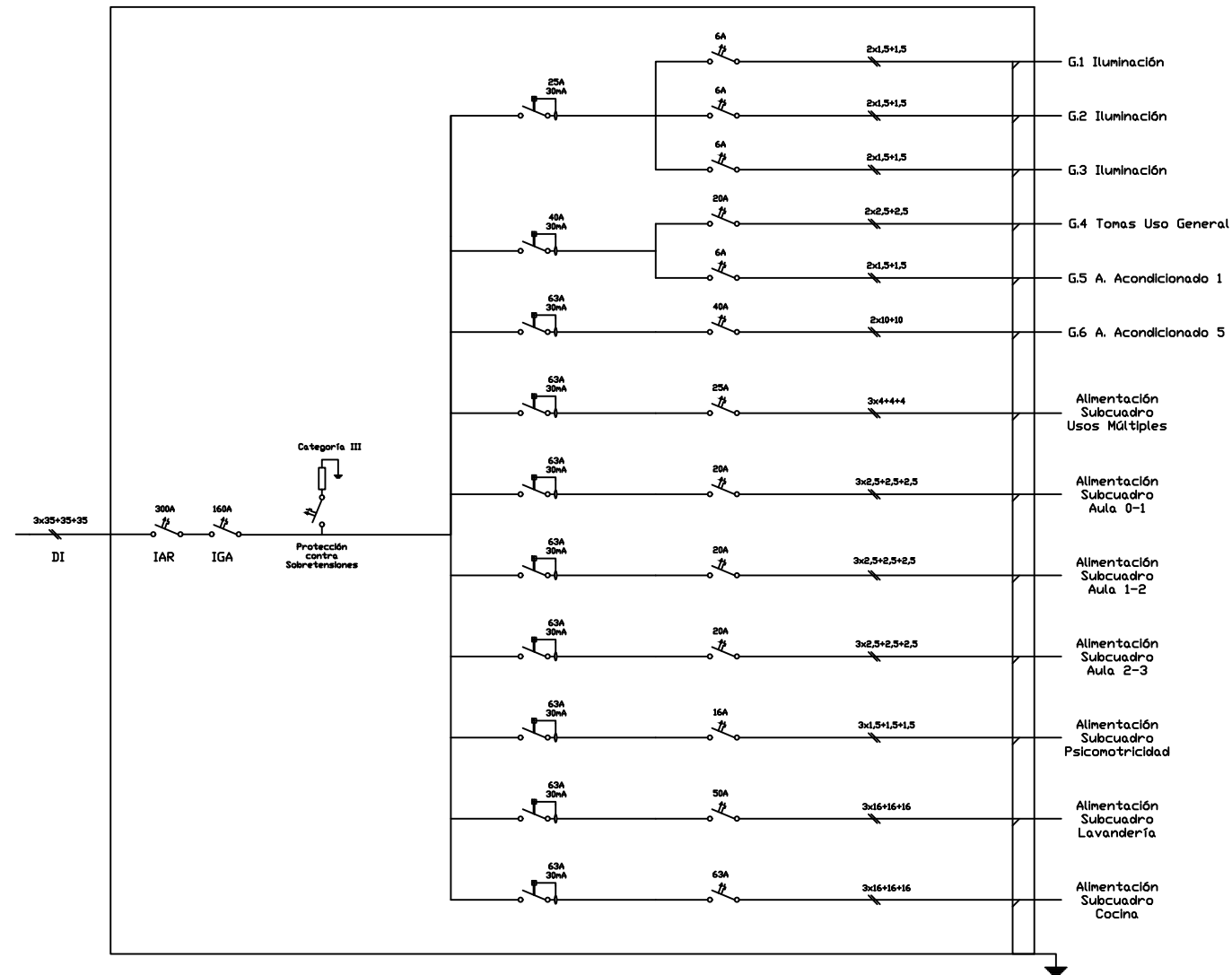
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:100	CIRCUITOS DE EMERGENCIAS			Nº P. : 8 Nom.Arch:PlanoEmergencias.dwg




Lista de Equipos		
Indice	Fabricante	Tipo
1	MITSUBISHI	MZS-SF15VE
2	MITSUBISHI	SLZ-KA50VA
3	MITSUBISHI	SLZ-KA35VA
4	MITSUBISHI	MSZ-SF50VE
5	MITSUBISHI	MXZ-8B140VA

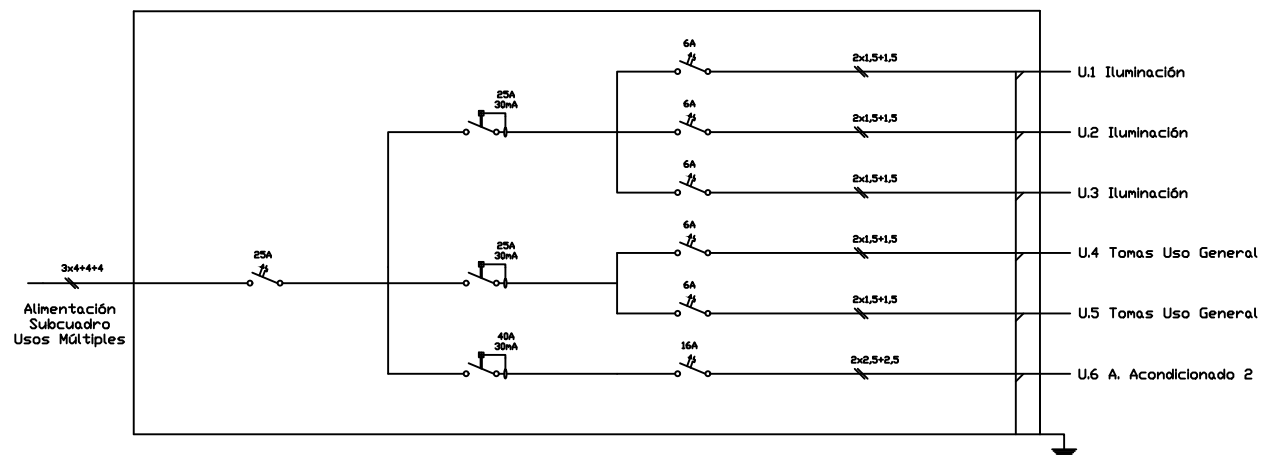
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:100	SISTEMA DE CLIMATIZACION			Nº P.: 9
				Nom.Arch:PlanoClimatización.dwg

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

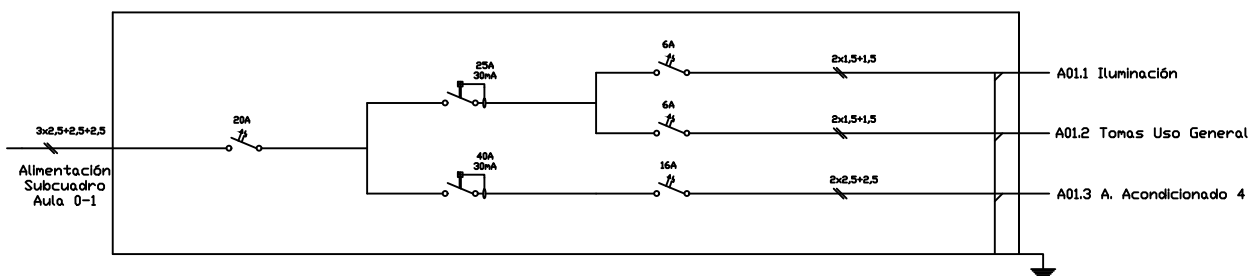


PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
Dibujado	Fecha	Autores		 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA  Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio	Robin Machi		
2016	Jonay Pérez			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: Sin escala	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL			Nº P.: 10  Nom.Arch: PlanoUnifilarCG.dwg

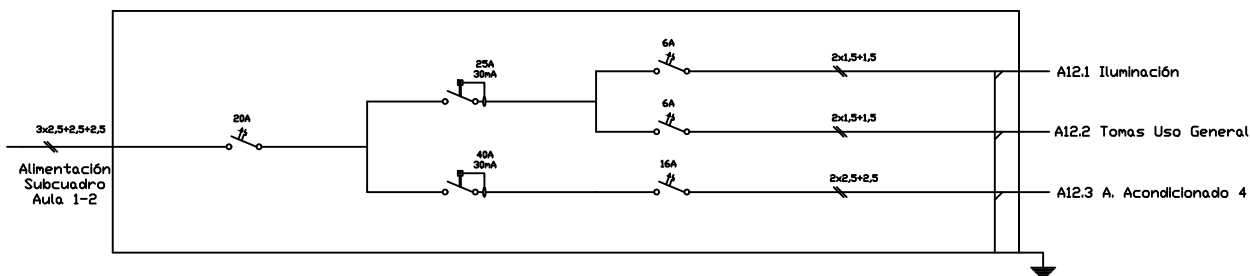
SUBCUADRO USOS MÚLTIPLES



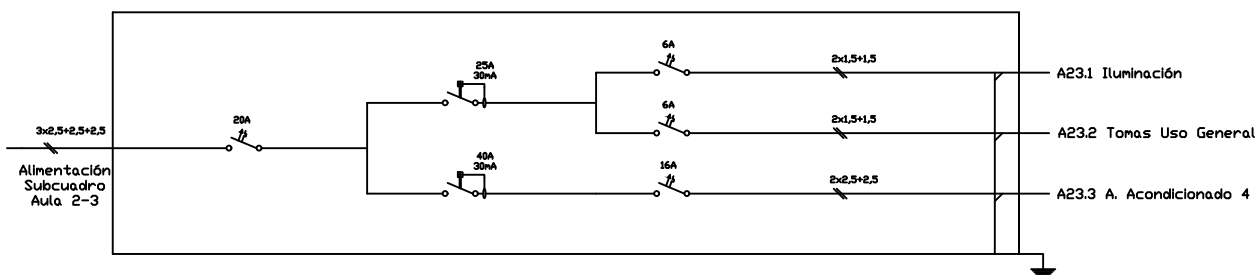
SUBCUADRO AULA 0-1



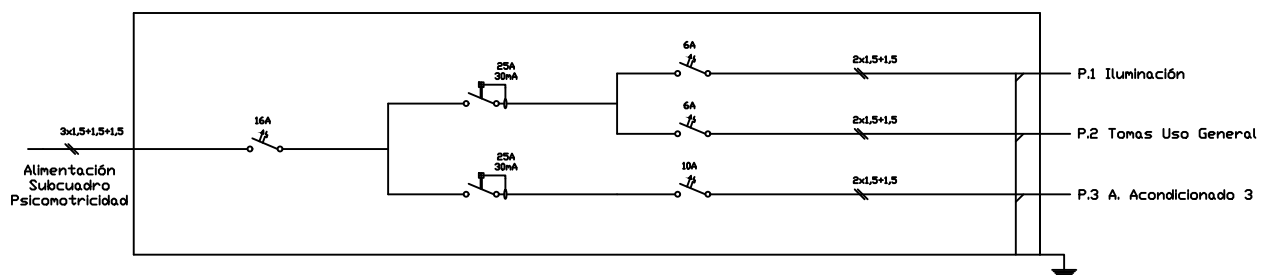
SUBCUADRO AULA 1-2



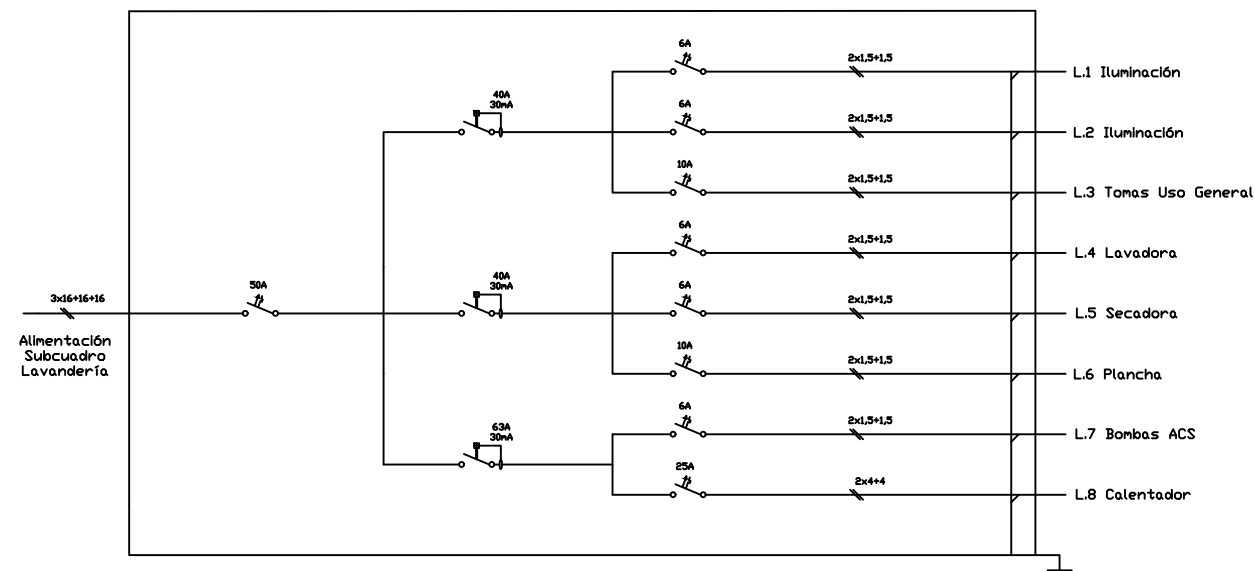
SUBCUADRO AULA 2-3



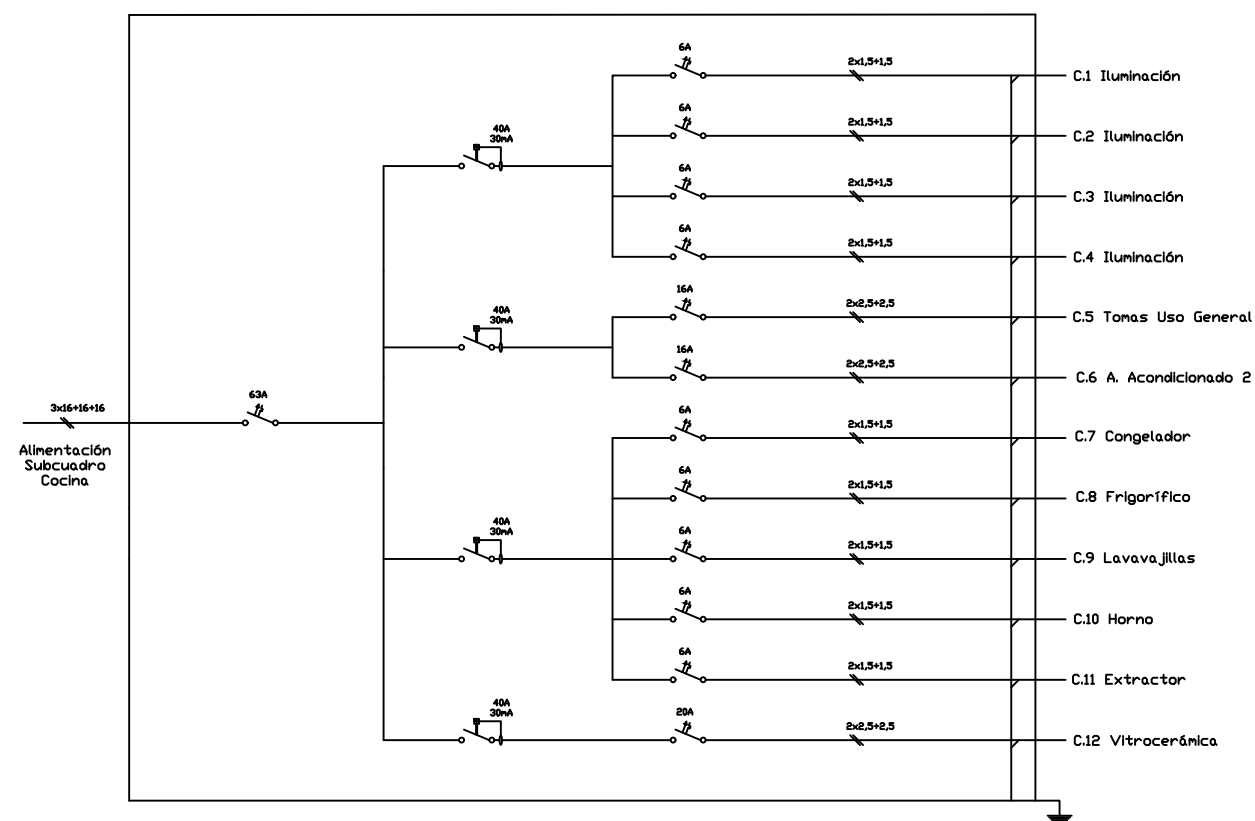
SUBCUADRO AULA PSICOMOTRICIDAD



SUBCUADRO LAVANDERIA



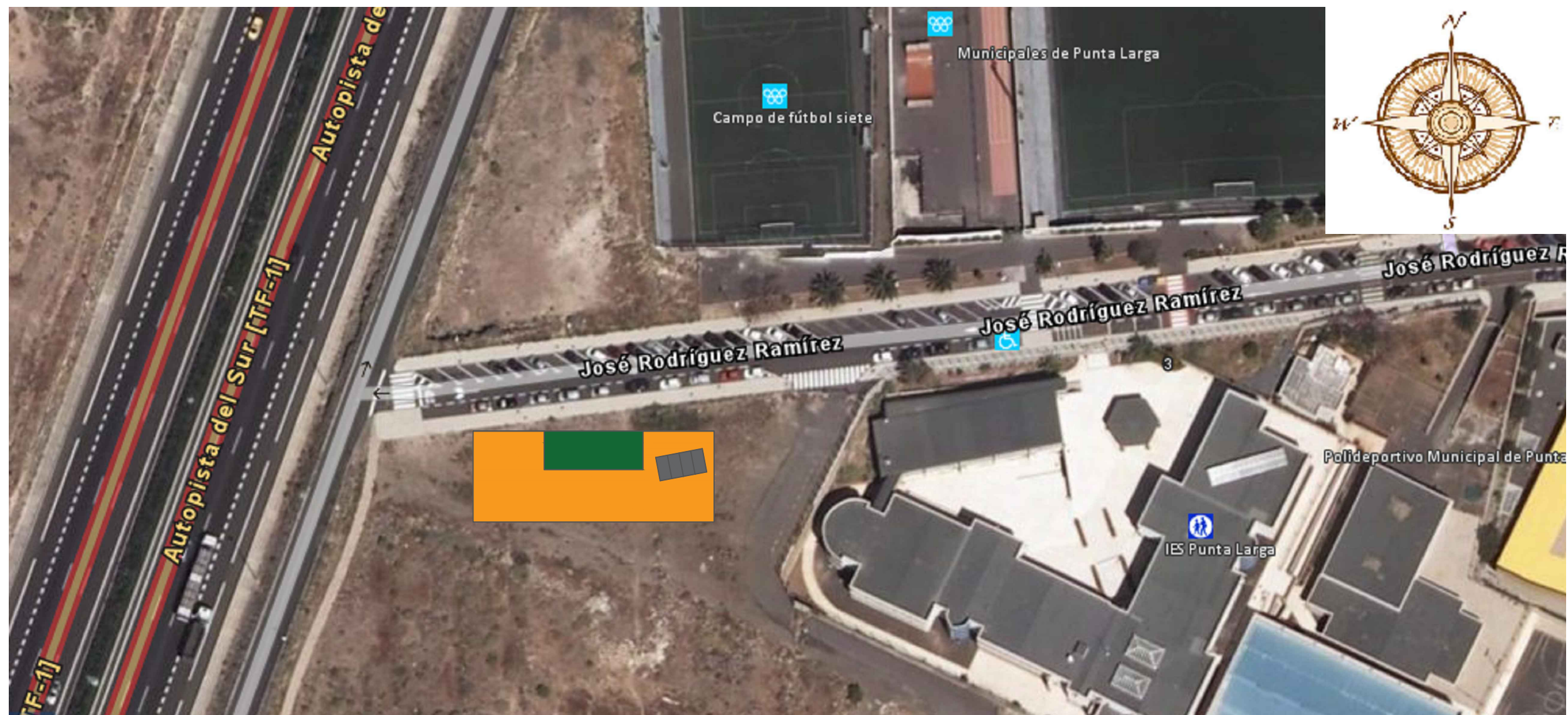
SUBCUADRO COCINA




PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

Dibujado	Fecha	Autores		 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN				

ESCALA: Sin escala	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADROS	Nº P.: 11 Nom.Arch: PlanoUnifilarSubC.dwg
-----------------------	-----------------------------	--



PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL				
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autores		 <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA</b> Grado en Ingeniería Mecánica
	Julio 2016	Robin Machi	Jonay Pérez	
<i>UNE-EN-DIN</i>				
ESCALA: Sin escala	PLANO ORIENTACIÓN CAPTADORES SOLARES			Nº P.: 12 Nom.Arch: PlanoOrientación.dwg

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González

## Índice

4.1. Pliego de condiciones térmicas. ....	255
4.1.1. Objeto .....	255
4.1.2. Campo de aplicación .....	255
4.1.3. Normativa de aplicación .....	257
4.1.4. Condiciones a satisfacer por las instalaciones térmicas en la edificación .....	262
4.1.4.1. Condiciones de bienestar e higiene.....	262
4.1.4.2. Condiciones de eficiencia energética .....	264
4.1.4.3. Condiciones de seguridad.....	265
4.1.4.4. Condiciones de ahorro de agua.....	265
4.1.4.5. Protección frente a heladas.....	265
4.1.4.6. Protección frente a sobrecalentamientos.....	265
4.1.4.8. Comprobación de la limitación de la demanda de energía para régimen de calefacción y de refrigeración .....	266
4.1.4.9.- Comprobación del valor de la transmitancia térmica máxima en los cerramientos y particiones de la envolvente térmica u de los edificios.....	266
4.1.4.10. Condiciones administrativas en cuanto a la necesidad de redacción de proyecto o de memoria técnica sustitutiva .....	267
4.1.5. Características, componentes y calidades de los materiales de la instalación.....	268
4.1.5.1. Instalación de Agua Caliente Sanitaria (acs).....	268
4.1.5.2. Condiciones específicas de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir los generadores de calor y frío y de sus instalaciones auxiliares y anexas .....	303
4.1.5.3.- Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las instalaciones térmicas .....	308
4.1.6. De la ejecución o montaje de la instalación térmica .....	315
4.1.6.1. Condiciones generales.....	315
4.1.6.2. Comprobaciones iniciales.....	316
4.1.6.3. Control durante la ejecución de la instalación .....	316
4.1.6.4. Montaje de los elementos.....	317
4.1.6.5. Instalación de ventilación .....	350
4.1.6.6. Señalización .....	352
4.1.7. Acabados, control y aceptación, medición y abono .....	352
4.1.7.1. Acabados .....	352
4.1.7.2. Control y aceptación.....	353
4.1.7.3. Medición y abono .....	355
4.1.7.4. Control de la instalación terminada .....	356
4.1.8. Reconocimientos, pruebas y ensayos.....	356
4.1.8.1. Reconocimiento de las obras .....	356
4.1.8.2. Pruebas y ensayos .....	357
4.1.9. Condiciones de mantenimiento y uso .....	367
4.1.9.1. Plan de vigilancia .....	370
4.1.9.2. Plan de mantenimiento .....	371
4.1.9.3. Programa de gestión energética .....	373
4.1.9.4. Limpieza y programa de desinfección .....	373
 Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	 251



4.1.9.5. Limpieza y desinfección en caso de brote de legionella .....	377
4.1.9.6. Registros asociados a las instalaciones de ACS .....	377
4.1.9.7. Prevención de riesgos laborales .....	378
4.1.9.8. Interrupción del servicio.....	379
4.1.9.9. Nueva puesta en servicio.....	379
4.1.9.10. Certificado de mantenimiento .....	380
4.1.9.11. Mantenimiento instalación de ventilación.....	381
4.1.9.12. Reparación. Reposición .....	381
4.1.10. Inspecciones.....	382
4.1.10.1. Inspecciones iniciales .....	382
4.1.10.2. Inspecciones periódicas de eficiencia energética .....	383
4.1.10.4. De los plazos de entrega y de validez de los certificados de inspección oca ....	386
4.1.10.5. Tipos de defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones térmicas y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora .....	387
4.1.11. Condiciones de índole facultativo.....	388
4.1.11.1. De la responsabilidad de las partes en el cumplimiento reglamentario.....	388
4.1.11.2. Del titular de la instalación térmica y sus obligaciones.....	388
4.1.11.3. De la dirección facultativa .....	389
4.1.11.4. De la empresa instaladora autorizada o contratista .....	389
4.1.11.5. De la empresa mantenedora autorizada.....	390
4.1.11.6. De los organismos de control autorizado.....	391
4.1.11.7. Condiciones de índole administrativo .....	391
4.1.11.8. Certificado de dirección y finalización de obra .....	393
4.1.11.9. Certificado de la instalación .....	393
4.1.11.10. Certificado de mantenimiento .....	394
4.1.11.11. Manual de uso y mantenimiento .....	394
4.1.11.12. Libro de órdenes.....	395
4.1.11.13. Incompatibilidades .....	395
4.1.11.14. Instalaciones empresa instaladora ejecutadas por más de una instaladora ..	395
4.1.11.15. Subcontratación .....	396
4.1.11.16. Libro del edificio .....	396
4.2. Pliego de condiciones eléctricas.....	398
4.2.1 Objeto .....	398
4.2.2. Campo de aplicación.....	398
4.2.3. Normativa de aplicación .....	399
4.2.4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos .....	400
4.2.4.1.- Definición y clasificación de las instalaciones eléctricas.....	400
4.2.4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación .....	401
4.2.4.3. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación eléctrica .....	402
Conductores y mecanismos:.....	403
Contadores y equipos:.....	403
Cuadros generales de distribución:.....	403
Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión: .....	403
Proyecto de las instalaciones de un centro infantil	252



Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electro-bobinas .....	403
4.2.4.4. Conductores eléctricos .....	403
4.2.4.5. Conductores de protección .....	404
4.2.4.6. Identificación de conductores .....	405
4.2.4.7. Tubos protectores .....	405
4.2.4.8. Canales protectoras.....	407
4.2.4.9. Cajas generales de protección (CGP).....	408
4.2.4.10. Cajas de protección y medida (CPM).....	409
4.2.4.11. Interruptor de protección contra incendios (IPI) .....	409
4.2.4.12. Cajas de empalme y derivaciones (CD) .....	409
4.2.4.13. Cuadros de mando y protección (CMP).....	410
4.2.4.14. Línea general de alimentación (LGA) .....	411
4.2.4.15. Contadores y equipos de medida (EM) .....	411
4.2.4.16. Derivación individual (DI) .....	412
4.2.4.17. Dispositivo de control de potencia.....	412
4.2.4.18. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.....	412
4.2.4.19. Aparamenta eléctrica .....	413
4.2.4.20. Interruptores automáticos .....	413
4.2.4.21. Fusibles .....	414
4.2.4.22. Circuito o instalación de puesta a tierra.....	415
4.2.4.23. Luminarias .....	415
4.2.4.24. Lámparas y portalámparas .....	415
4.2.4.25. Balastos.....	416
4.2.4.26. Condensadores.....	416
4.2.4.27. Cebadores.....	417
4.2.4.28. Pequeño material y varios .....	417
4.2.5. De la ejecución o montaje de la instalación .....	417
4.2.5.1. Consideraciones generales .....	417
4.2.5.2. Preparación eléctrica del soporte de la instalación eléctrica.....	418
4.2.5.3. Comprobaciones iniciales.....	418
4.2.5.4. Fases de ejecución.....	419
4.2.5.5. Instalación de puesta a tierra .....	429
4.2.6. Acabados, control y aceptación, medición y abono .....	431
4.2.6.1. Acabados .....	432
4.2.6.2. Control y aceptación.....	432
1. Instalación general del edificio:.....	432
2. Instalación interior del edificio:.....	433
3. Pruebas de servicio:.....	434
4.2.6.3. Medición y abono .....	434
4.2.7. Reconocimientos, pruebas y ensayos.....	435
4.2.7.1. Reconocimiento de las obras .....	435
4.2.7.2. Pruebas y ensayos .....	435
4.2.8. Condiciones de mantenimiento y uso .....	436
4.2.8.1. Conservación .....	438
Caja general de protección:.....	438

Línea repartidora:.....	439
Centralización de contadores:.....	439
Derivaciones individuales:.....	439
Cuadro general de distribución:.....	439
Instalación interior:.....	439
Redes de puesta a tierra de protección y de los instrumentos:.....	439
4.2.8.2. Reparación. Reposición.....	440
4.2.9. Inspecciones periódicas.....	440
4.2.9.1. Certificados de inspecciones periódicas.....	441
4.2.9.2. Protocolo genérico de inspección periódica.....	441
4.2.9.3. De la responsabilidad de las inspecciones periódicas.....	441
4.2.9.4. Inspecciones periódicas de instalaciones de baja tensión.....	442
4.2.9.5. De los plazos de entrega y de validez de los certificados de inspección oca.....	443
4.2.9.6. De la gravedad de los defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora.....	443
4.2.10. Condiciones de índole facultativo.....	444
4.2.10.1. Del titular de la instalación.....	444
4.2.10.2. De la dirección facultativa.....	446
4.2.10.3. De la empresa instaladora o contratista.....	446
4.2.10.4. De la empresa mantenedora.....	447
4.2.10.5. De los organismos de control autorizado.....	448
4.2.10.6. Condiciones de índole administrativo.....	449
4.2.10.7. Antes del inicio de las obras.....	449
4.2.10.8. Documentación del proyecto.....	451
4.2.10.9. Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones y la documentación del proyecto.....	452
4.2.10.10. Documentación final.....	453
4.2.10.11. Certificado de dirección y finalización de obra.....	454
4.2.10.12. Certificado de instalación.....	455
4.2.10.13. Libro de órdenes.....	455
4.2.10.14. Incompatibilidades.....	456
4.2.10.15. Instalaciones ejecutadas por más de una empresa instaladora.....	456
4.2.10.16. Subcontratación.....	456

## 4.1. Pliego de condiciones térmicas.

### 4.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Térmicas en los Edificios, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y en cumplimiento de la Ley 1/2001 de 21 de mayo sobre construcción de edificios aptos para la utilización de energía solar, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la misma, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

### 4.1.2. Campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, verificaciones y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de Instalaciones Térmicas en los Edificios, extendiéndose a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de estas instalaciones reguladas por el REAL DECRETO 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento RITE anteriormente enunciado e Instrucciones Técnicas (IT), para garantizar el cumplimiento de las exigencias de ahorro y eficiencia energética, satisfacer los fines básicos de su funcionalidad para la cual es diseñada y construida, e incluyan todos los aspectos de su seguridad, atendiendo la demanda de bienestar (*bienestar térmico según CTE-HE 2 de "Rendimiento de las instalaciones térmicas"*) e higiene de las personas y mejorar asimismo la calidad del aire, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos, principios y objetivos básicos del Plan de Fomento de las Energías Renovables (2005-2010) y del Plan Energético de Canarias (PECAN 2006-2015).

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por el Ingeniero-Director y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad y de eficiencia energética especificadas en el mismo.

Asimismo su ámbito se extiende y aplica a las Instalaciones Térmicas en los

Edificios de nueva construcción y a las de los edificios construidos, en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección, con las limitaciones que en el mismo se determinan, entendiéndose como reforma de una instalación térmica todo cambio que se efectúe en ella y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue ejecutada y registrada. En tal sentido, se consideran reformas las que estén comprendidas en alguno de los siguientes casos:

- a) La incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria o la modificación de los existentes.
- b) La sustitución por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores de calor o de frío.
- c) El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables.
- d) El cambio de uso previsto del edificio.

Igualmente será de aplicación a las instalaciones térmicas existentes en cuanto se refiere a su mantenimiento, uso e inspección.

En cumplimiento de limitación de la demanda energética, sección HE 1 del CTE, se aplicará a:

- a) Edificios de nueva construcción.
- b) Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus *cerramientos*.

Excluyéndose del campo de aplicación:

- a) Edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.
- b) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- c) Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
- d) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.

- e) Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- f) Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

Asimismo y por aplicación de lo señalado por el CTE-HE-4 *“Contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria”* se extiende este ámbito a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

Finalmente, en la Comunidad Autónoma de Canarias y en el cumplimiento de la Ley 1/2001 de 21 de mayo, sobre construcción de edificios aptos para la utilización de energía solar, *“todos los edificios destinados a vivienda deberán proyectarse y construirse de modo que, al ponerse en uso, sea posible dotarlos sin más obra ni trabajo que la mera conexión y puesta en funcionamiento de los aparatos, placas u otros equipos técnicos similares que sean precisos de instalaciones aptas para la producción, acumulación, almacenamiento y utilización de agua caliente para uso sanitario mediante energía solar térmica”*.

Esta obligación de proyectar y construir las preinstalaciones de energía solar térmica, en las condiciones y con las características que reglamentariamente se determinen, se extiende a todas las edificaciones e instalaciones destinadas, principalmente o de manera accesoria, a usos agrícolas, ganaderos, asistenciales, de restauración, deportivos, docentes, hoteleros, culturales y recreativos y, en general, a cualquier otro *donde exista la necesidad de producir agua caliente para uso humano*.

No será de aplicación a las instalaciones térmicas de procesos industriales, agrícolas o de otro tipo, en la parte que no esté destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

#### **4.1.3. Normativa de aplicación**

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, a los efectos de garantizar la calidad, funcionalidad, eficiencia y durabilidad de las instalaciones térmicas en los edificios, observándose en todo momento durante su ejecución, las siguientes normas y reglamentos:

**REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, (deroga al Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio).

**REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

**REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero**, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción

(BOE Num. 27 de 31 de enero de 2007).

**ORDEN de 25 de mayo de 2007**, sobre instalaciones interiores de suministro de agua y de evacuación de aguas en los edificios.

**REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre**, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

**REAL DECRETO 1244/1979 de 4 de abril** por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión RAP BOE núm. 154, 28/06/1979), modificado por el **REAL DECRETO 507/1982 de 15 de enero de 1982** por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el RD 1244/1979 de 4 de abril de 1979 y por el **REAL DECRETO 1504/1990** por el que se modifican determinados artículos del RAP.

**ORDEN de 6 de octubre de 1980**, del Ministerio de Industria y Energía por la que se aprueba la ITC-MIE-AP2 "Tuberías para fluidos relativos a calderas". (BOE núm. 265, 04/11/1980)

**ORDEN de 9 de abril de 1981**, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a sus propietarios, en desarrollo del artículo 13 de la Ley 82/1980, de 30 de Diciembre, sobre Conservación de la Energía. *BOE de 25-04-81*

**RESOLUCION de 15 de julio de 1981** Diversos materiales aislantes térmicos. Sello INCE. BOE 11/09/81

**ORDEN de 2 de marzo de 1982** por la que se modifica la ORDEN 09/04/81, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización

**REAL DECRETO 3089/82** Radiadores y convectores de calefacción por medio de fluidos. Normas técnicas. (BOE 22/11/82)

**RESOLUCION de 25 de febrero de 1983** Complemento de las disposiciones reguladoras. Acristalamientos aislantes térmicos. Modifica la RESOLUCION de 15/07/81. BOE 09/03/83

**ORDEN de 10 de febrero de 1983** sobre Radiadores y convectores de calefacción por medio de fluidos. Normas técnicas sobre ensayos para la homologación. (BOE 15/02/83)

**RESOLUCION de 30 de junio de 1983** Modifica la RESOLUCION de 25/02/83. BOE 11/07/83

**REAL DECRETO 363/1984** que modifica el R.D. 3089/82 (BOE 25/02/84).

**ORDEN de 8 de mayo de 1984** Aislantes térmicos en la edificación. Espumas de Urea-Formol. Normas técnicas (BOE 11/05/84)

**RESOLUCION de 31 de mayo de 1984** Materiales aislantes térmicos, para uso en edificación. Sello INCE. 03/07/84

ORDEN de 25 de junio de 1984 **del Ministerio de Industria y Energía Instalación equipos medida en instalaciones térmicas.**

**RESOLUCION de 31 de mayo de 1984** Complementa las disposiciones reguladoras. Modifica la RESOLUCION de 15/07/81. BOE 03/07/84

**RESOLUCION de 19 de noviembre de 1984** Complementa las disposiciones reguladoras. Perlita expandida. Modifica la RESOLUCION de 15/07/81. BOE 03/12/84

**ORDEN de 28 de marzo de 1985** (BOE núm. 89, 13/04/1985) que modifica la **ORDEN de 17 de marzo de 1981**, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 84, 08/04/1981) (BOE núm. 395, 22/12/1981) por la que se aprueba la ITC-MIE-AP1 "Calderas, economizadores, precalentadores, sobrecalentadores y recalentadores".

**ORDEN de 15 de abril de 1985**, sobre normas técnicas de las griferías para utilizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

**ORDEN de 31 de mayo de 1985**, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 148, 21/06/1985) por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP11, del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente, fabricados en serie.

**ORDEN de 31 de mayo de 1985**, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 147, 20/06/1985) por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP12 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a calderas de Agua Caliente.

**RESOLUCION de 13 de septiembre de 1985** Modifica disposiciones reguladoras. Modifica la RESOLUCION de. 15/07/81. BOE 01/02/86

**REAL DECRETO 2643/1985, de 18 de diciembre**, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.



**REAL DECRETO 2532/1985, de 18 de diciembre**, por la que se dictan especificaciones que deberán cumplir las chimeneas metálicas modulares para las instalaciones de calefacción, climatización y Agua Caliente Sanitaria y grupos electrógenos para usos no industriales. *BOE de 03-01-86*

**ORDEN de 31 de julio de 1987** Nulidad de disposición 6a. Modifica la Orden 08/05/84( BOE 16/09/87)

**ORDEN de 11 de octubre de 1988**, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 253, 21/10/1988) por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP13 del Reglamento de aparatos a presión, referente a intercambiadores de calor con placas.

**ORDEN de 30 de diciembre de 1988** del Ministerio de Obras Públicas, por la que se regulan los contadores de agua caliente.

**ORDEN de 28 de febrero de 1989** Modifica la Orden 08/05/84.(BOE 03/03/89)

**ORDEN de 30 de Marzo de 1991**, por lo que se aprueban las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solar térmicas para producción de agua caliente.

**LEY 21/1992, de 16 de julio**, de Industria.

**DISPOSICIONES** de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92-42-CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93-68-CEE, del Consejo. Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 73, 27/03/1995) (C.E. - BOE núm. 125, 26/05/1995)

**REAL DECRETO 1853/1993, de 22 de octubre**, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales

**ORDEN de 8 de marzo de 1994**, por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa a la homologación de las chimeneas modulares metálicas. *BOE de 22-03-94*

**REAL DECRETO 275/1995, de 24 de Febrero**, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo. *BOE de 27- 03-95*

**LEY 31/1995, de 8 de noviembre** de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la



prevención de riesgos laborales e instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

**REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**RESOLUCION de 17 de mayo de 1999** Corrección de algunos errores. Modifica la RESOLUCION de 05/11/98. BOE 10/06/99

**LEY 38/1999, de 5 de noviembre**, de Ordenación de la Edificación.

**ORDEN de 21 de junio de 2000**, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (BOE núm. 154, 28/06/2000) que modifica la ORDEN de 10 de febrero de 1983, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 39, 15/02/1983) por la que se aprueban las Normas técnicas de los tipos de radiadores y convectores de calefacción por medio de fluidos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

**REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril** sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE núm. 104 de 1 de mayo de 2001.

**LEY 1/2001, de 21 de mayo**, sobre construcción de edificios aptos para la utilización de energía solar (BOC 067/ 2001 de- Miércoles 30 de mayo de 2001)

**LEY 16/2002, de 1 de julio**, de prevención y control integrados de la contaminación, que modifica la LEY 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.

**REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto de 2002**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

**DIRECTIVA 2002/91/CE, de 16 de diciembre de 2002**, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

**REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero**, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

**REAL DECRETO 142/2003** Regula el etiquetado energético de los acondicionadores de aire de uso doméstico. (BOE 14/02/03)

**REAL DECRETO. 210/2003** Regula el etiquetado energético de los hornos eléctricos de uso doméstico. (BOE 28/02/03)

**DECRETO 212/2005 de 15 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento

Sanitario de Piscinas de uso colectivo de la Comunidad Autónoma de Canarias (Consejería de Sanidad).

Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Asimismo se recomienda la aplicación de los siguientes documentos:

**PLAN DE ENERGIAS RENOVABLES 2005-2010** del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio- IDAE-Agosto 2005.

**Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones de Baja Temperatura** – Documento del IDAE. PET-REV octubre 2002.

**Comentarios RITE** – Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 7 IDAE- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

**Guía Técnica** de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

#### **4.1.4. Condiciones a satisfacer por las instalaciones térmicas en la edificación**

##### *4.1.4.1. Condiciones de bienestar e higiene*

La instalación térmica se diseña, calcula, ejecuta, mantiene y debe utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de Agua Caliente Sanitaria aceptable para los usuarios de las edificaciones sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes:

**Calidad térmica del ambiente:** Mantenimiento de los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.

**Calidad del aire interior:** Mantenimiento de una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un

caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado. (Según las categorías de calidad del aire interior, IDA1 (óptima calidad), IDA2 (buena calidad), IDA3 (calidad media) e IDA4 (baja calidad) contempladas en la Instrucción IT1 del RITE), con la siguiente aplicación:

**IDA 1** Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías y similares.

**IDA 2** Oficinas, residencias (estudiantes y ancianos), locales comunes de edificios hoteleros, salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, piscinas y similares.

**IDA 3** Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de edificios hoteleros, restaurantes cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo las piscinas), salas de ordenadores y similares.

**IDA 4** Nunca se empleará, salvo casos especiales que deberán ser justificados.

**Higiene:** Proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas. La temperatura del agua de retorno al sistema de preparación y acumulación de agua caliente para usos sanitarios RACS será mayor que 50°C, ya que esta temperatura es suficiente para que la proliferación de la legionela esté controlada.

**Calidad del ambiente acústico:** Limitar, en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de estas instalaciones.

Se exigirá, en cumplimiento del apartado 3.4.1 del CTE, que los suministradores de equipos proporcionen la siguiente información técnica, de carácter obligatoria:

-Nivel de potencia acústica de equipos que producen ruidos estacionarios, como bombas, ventiladores, quemadores, maquinaria frigorífica, unidades terminales para el control y la difusión de aire, ventiloconvectores, inductores, etc.

-Rigidez mecánica y carga máxima de los lechos elásticos empleados en bancadas de inercia.

-Amortiguamiento, curva de transmisibilidad y carga máxima de los sistemas antivibratorios utilizados en el aislamiento de maquinaria y conducciones.

-Coeficiente de absorción acústica de los productos absorbentes empleados en conductos de ventilación.

-Atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdidas por

inserción.

-Atenuación total de los silenciadores interpuestos en conductos o empotrados en elementos constructivos, como fachadas.

#### 4.1.4.2. Condiciones de eficiencia energética

Las instalaciones térmicas se diseñan, calculan, se ejecutan, mantienen y se utilizan de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las mismas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero (Cambio Climático) y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

**Rendimiento energético:** los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento energético máximo.

**Distribución de calor y frío:** los equipos y las conducciones (redes de distribución de los fluidos portadores) de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.

**Regulación y control:** las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

**Contabilización de consumos:** las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

**Recuperación de energía:** las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de las energías residuales.

**Utilización de energías renovables:** las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

#### *4.1.4.3. Condiciones de seguridad*

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

#### *4.1.4.4. Condiciones de ahorro de agua*

En todos los edificios de pública concurrencia se instalarán en los grifos, dispositivos de ahorro, de alguno de los siguientes tipos: grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.

Los equipos que utilicen agua para consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos, estarán equipados con sistemas de recuperación de agua.

#### *4.1.4.5. Protección frente a heladas*

Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior soportarán 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 sea inferior a 0 °C, estará 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 oC 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.

#### *4.1.4.6. Protección frente a sobrecalentamientos*

Se proyectan las instalaciones solares con dispositivos de control, manuales o automáticos, que eviten los sobrecalentamientos 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. Especial cuidado se tendrá con las instalaciones de uso estacional en las que en el periodo de no utilización se tomarán medidas que eviten el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante

sobrecalentamientos, la construcción se realiza 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 (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 legionela. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

#### 4.1.4.7. Protección temperaturas contra quemaduras y altas

Se instalará un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, en los puntos de consumo que puedan exceder de 60 °C aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas.

Las superficies calientes de los emisores de calor accesibles a los usuarios tendrán una temperatura menor que 80 °C, salvo cuando estén protegidas contra contactos. En cualquier caso, la temperatura de las superficies con las que exista posibilidad de contacto no será mayor que 60 °C.

#### 4.1.4.8. *Comprobación de la limitación de la demanda de energía para régimen de calefacción y de refrigeración*

A través de la Opción general de la Sección HE 1 del CTE, se comprobarán que las demandas energéticas de la *envolvente térmica* de la edificación, para régimen de calefacción y refrigeración, son ambas inferiores a las del edificio de referencia, entendiendo por régimen de calefacción, como mínimo, los meses de diciembre a febrero ambos inclusive y por régimen de refrigeración los meses de junio a septiembre, ambos inclusive.

Como excepción, se admite que en caso de que para el edificio objeto donde se emplace la instalación térmica, una de las dos demandas anteriores sea inferior al 10% de la otra, se ignore el cumplimiento de la restricción asociada a la demanda más baja.

#### 4.1.4.9.- *Comprobación del valor de la transmitancia térmica máxima en los cerramientos y particiones de la envolvente térmica u de los edificios*

Se verificará que, en edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m<sup>2</sup>K.

*4.1.4.10. Condiciones administrativas en cuanto a la necesidad de redacción de proyecto o de memoria técnica sustitutiva*

<b>Potencia Térmica Nominal en Generación de Frío / Calor</b>	<b>Requiere proyecto</b>
> 70 kW	Sí (proyecto)
> 5 y <= 70 kW	Memoria Técnica
<= 5 kW (*)	No necesario

(\*) Considera también a las instalaciones de producción de agua caliente sanitaria por medio de calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos cuando la potencia térmica nominal de cada uno de ellos por separado o su suma sea menor o igual que 70 kW y los sistemas solares consistentes en un único elemento prefabricado.

Cuando en un mismo edificio existan múltiples generadores de calor, frío, o de ambos tipos, la potencia térmica nominal de la instalación, a efectos de determinar la documentación técnica de diseño requerida, se obtendrá como la suma de las potencias térmicas nominales de los generadores de calor o de los generadores de frío necesarios para cubrir el servicio, sin considerar en esta suma la instalación solar térmica. En el caso de las instalaciones solares térmicas la documentación técnica de diseño requerida será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo. En el caso de que no exista este equipo de energía de apoyo o cuando se trate de una reforma de la instalación térmica que únicamente incorpore energía solar, la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7kW/m<sup>2</sup>.

Toda reforma de una instalación de las contempladas en el Apartado 2 del presente Pliego de Condiciones requerirá la realización previa de un proyecto o memoria técnica sobre el alcance de la misma, en la que se justifique el cumplimiento de las exigencias del RITE y la normativa vigente que le afecte en la parte reformada.

Cuando la reforma implique el cambio del tipo de energía o la incorporación de energías renovables, en el proyecto o memoria técnica de la reforma se debe justificar la adaptación de los equipos generadores de calor o frío y sus nuevos rendimientos energéticos así como, en su caso, las medidas de seguridad complementarias que la nueva fuente de energía demande para el local donde se ubique, de acuerdo con este reglamento y la normativa vigente que le afecte.

Cuando exista un cambio del uso previsto de un edificio, en el proyecto o memoria técnica de la reforma se analizará y justificará su explotación energética y la idoneidad de las instalaciones existentes para el nuevo uso así como la necesidad de modificaciones que obliguen a contemplar la zonificación y el fraccionamiento de las demandas de acuerdo con las exigencias técnicas del RITE y la normativa vigente que le afecte.

#### **4.1.5. Características, componentes y calidades de los materiales de la instalación**

##### *4.1.5.1. Instalación de Agua Caliente Sanitaria (acs)*

Los sistemas de Agua Caliente Sanitaria (ACS) son aquellos que distribuyen agua de consumo sometida a algún tratamiento de calentamiento y por ello, además de cumplir las especificaciones del Real Decreto 865/2003 deben cumplir los requisitos del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

##### 4.1.5.1.1. Clasificación general de las instalaciones de ACS

###### **A) Por su capacidad.**

Individuales - Cuando tienen capacidad para un grupo muy limitado de aparatos.

Centralizados.- Cuando están concebidos para abastecer a un importante número de aparatos; suelen colocarse en las salas de máquinas de los edificios, de ahí su nombre.

###### **B) Por su función.**

Exclusivos.- Cuando la caldera o generador de calor sirve solo a la instalación de ACS.

Mixtos.- Cuando la caldera o generador sirve tanto a la instalación de ACS como a la de calefacción.

###### **C) Por el sistema de producción de ACS.**

Instantáneos.- Cuando el agua se va calentando a medida que se produce su consumo.

De Acumulación.- Cuando el agua a utilizar se la prepara y acumula previamente en un depósito.



#### 4.1.5.1.2. Componentes genéricos de la instalación para la producción de agua caliente sanitaria (ACS)

Genéricamente, una instalación para la producción, acumulación y suministro de agua caliente sanitaria (ACS) podrá estar integrada por los siguientes elementos:

-Acometida de Agua Fría de Consumo Humano (AFCH: Elemento que aporta el agua para consumo humano de consumo público, suministrada a través de la red de distribución de los sistemas de abastecimiento de aguas, normalmente constituido por grupos de presión con válvula antirretorno y depósitos, aljibes, contador, filtros, estabilizador de presión, sistema de purga, etc. El AFCH suministrada a los usuarios debe tener una concentración mínima de cloro residual que garantice su inocuidad bacteriológica.

-Generador de calor: Elemento o grupo de elementos destinados a elevar la temperatura del agua fría, tales como calderas, bombas de calor o calentadores que actúan calentando directamente el AFCH ó mediante intercambiadores de calor, diferenciándose el circuito de ACS del circuito de agua de caldera. Normalmente disponen de un tanque nodriza para almacenar el combustible.

-Red de suministro: conjunto de tuberías que transportan el agua atemperada hasta elementos terminales, constituida por montantes horizontales (distribuidor) y verticales (columnas).

-Acumulador: depósito o depósitos que almacenan el agua caliente, incrementando la inercia térmica del sistema y permitiendo la utilización de generadores de calor de potencia inferior a la demanda máxima puntual del sistema.

-Elementos terminales: grifos, duchas, lavabos, etc., que permiten el uso y disfrute del ACS, donde la temperatura en estos 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.

-Circuito de retorno: red de tuberías que transportan el agua de regreso, desde los puntos más alejados de la red de suministro hasta el acumulador, con la finalidad de mantener un nivel aceptable de temperatura del agua caliente en toda la red de suministro, aún cuando los elementos terminales no demanden consumo durante largos periodos de tiempo. Normalmente está dotado con bomba de retorno.

Para fomentar el ahorro de agua según CTE-HS 4 “Suministro de Agua”, en las

redes de ACS se dispondrá 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.

Las instalaciones de ACS sin depósito acumulador, denominadas comúnmente sistemas instantáneos, generan agua caliente en el momento de la demanda, con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*", según el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio.

**Válvulas de tipo Todo o Nada en by-pass** para tratamiento de choque térmico de la red, que garantiza el caudal de Agua Caliente sea recirculado desde el depósito de almacenamiento a través de la red de distribución.

**Válvula termostática de mezcla:** que evita que el agua caliente a alta temperatura se distribuya hacia las zonas habitadas causando accidentes.

#### 4.1.5.1.2.1 Acometida de agua fría de consumo humano (AFCH)

Tanto la red de tuberías como los eventuales depósitos (montaje en serie o en paralelo) de la instalación de AFCH pueden ser una fuente de contaminación de legionella cuando se den las determinadas condiciones de temperatura, estancamiento y acumulación de suciedad. Estas condiciones pueden evitarse si se adoptan medidas y por ello:

Debe procurarse que la temperatura del agua fría no supere los 20°C aislando térmicamente dichas partes de la instalación cuando sea necesario.

Cuando exista necesidad de acumulación de agua fría, y la imposibilidad de funcionamiento directamente de la red durante los procesos de limpieza y desinfección, deben instalarse dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, está en servicio. En cualquier caso, los depósitos deben estar tapados para prevenir la posibilidad de entrada de materiales extraños.

Los depósitos estarán dimensionados para un volumen mínimo de almacenamiento, compatible con las circunstancias donde se realice su instalación.

Los depósitos con paredes en contacto con el exterior y sometidos a calentamiento por radiación solar estarán térmicamente aislados.

Se fabricarán con materiales capaces de resistir la acción agresiva de los desinfectantes. En el caso del cloro, la concentración máxima previsible está entre 20 ppm y 50 ppm de cloro libre residual, durante un tiempo máximo de 2 h y 1 h respectivamente.

#### 4.1.5.1.2.2 Generador de calor

Es el elemento o grupo de elementos destinados a elevar la temperatura del agua fría, existiendo multitud de posibilidades para esta finalidad. En las instalaciones de menor tamaño, se utilizan calderas o calentadores que actúan calentando directamente el AFCH.

En las instalaciones de mayor tamaño, normalmente está compuesto por calderas centrales instaladas en locales acondicionados (Salas de Máquinas), pudiendo funcionar con combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El Agua Caliente Sanitaria se obtiene por calentamiento indirecto en intercambiadores de calor (dispositivos utilizados para transferir energía térmica de un fluido a otro), a donde llega un circuito primario desde la caldera, (en circuito cerrado), que va transfiriendo el calor al agua contenida en el circuito secundario del mismo.

Los intercambiadores suelen ser de tipo multitubular, constituido fundamentalmente por un haz tubular, por cuyo interior circula el agua caliente primaria (calentada mediante caldera), colocado en el interior de una carcasa cilíndrica, circulando el agua a calentar (ACS) por el espacio existente entre el haz tubular y la carcasa ó de placas, dispositivo que permite a dos fluidos que circulan a contracorriente, cada uno por un lado de una placa metálica corrugada, intercambiar energía térmica, estando integrados, por tanto, por un paquete de placas metálicas corrugadas de forma especial y con orificios para el paso de los fluidos, que se acoplan unas en otras en mayor o menor número, según las necesidades térmicas, en un bastidor metálico que las sostiene unidas. Dicho bastidor está formado por una placa frontal fija y otra móvil, que permite abrir o cerrar el intercambiador para su limpieza, reparación o una posible ampliación. Estas dos placas frontales se unen por una serie de tirantes para lograr la presión necesaria para el cierre hermético del conjunto. Completan el bastidor la guía portadora superior y el soporte trasero.

Los intercambiadores de calor se construyen con materiales resistentes a la corrosión tales como aceros inoxidables adecuados, titanio, etc. Los acumuladores de Agua Caliente Sanitaria son normalmente de acero al carbono con un revestimiento, aunque también se construyen en acero inoxidable.

#### 4.1.5.1.2.3 Red de suministro

Compuesta por tuberías de materiales como el cobre, acero inoxidable o algunos plásticos (polietileno (PEX), polibutileno (PB), polipropileno (PP), etc.) considerando los efectos de las características del agua y de su grado de agresividad frente a los diversos materiales existentes, de la experiencia de las instalaciones ya realizadas en la misma zona y con el mismo tipo de agua y de la temperatura del agua como factor de aceleración de la velocidad de corrosión.

Si se utiliza acero galvanizado se debe tener presente que, en función de la composición química del agua, se pueden presentar procesos de corrosión a partir de 50°C y más aceleradamente hasta los 70°C.

No se instalarán tuberías de cobre que precedan a las tuberías de acero galvanizado, a fin de evitar que el cobre soluble se deposite aguas abajo sobre el acero galvanizado y cause ataques galvánicos. Asimismo no se empleará el cobre cuando el agua tenga un bajo valor de pH.

También pueden emplearse materiales multicapa que combinan más de 1 material (aluminio, plástico, etc.).

#### 4.1.5.1.2.4 Acumulador

Es el elemento que absorbe los caudales de consumo “punta”, sin perjuicio para la estabilidad de la temperatura del agua en los puntos de consumo.

Serán verticales, con la entrada del agua en la parte inferior y la salida por la parte superior, con elevada relación de altura/diámetro y estarán dotados de elementos que permitan reducir al máximo la velocidad residual del agua de entrada.

Sus revestimientos interiores serán de esmalte vitrificado o de resinas sintéticas.

#### 4.1.5.1.3. Instalación solar térmica a baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria (ACS)

Una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo (agua desmineralizada o agua con aditivos, según características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada, con pH a 20 °C entre 5 y 9, y salinidad del agua < 500 mg/l de sales solubles y < 200 mg/l de sales de calcio, con un contenido de dióxido de carbono libre no superior a 50 mg/l.), y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, bien transferirla a otro, para su posterior utilización en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.

##### 4.1.5.1.3.1 Componentes de la instalación solar térmica a baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y clasificación

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

- a) 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.
- b) Sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- c) Circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- d) 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.
- e) Sistema de regulación y control que se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- f) adicionalmente, dispone de un Equipo auxiliar de energía convencional 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 a la prevista.

Las instalaciones solares térmicas a baja temperatura, se puede clasificar como:

**-Sistemas solares de calentamiento prefabricados**, de tipo compacto, suministrados como equipos completos y listos para su instalación, con configuraciones fijas.

**-Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos** contruidos de forma única o montada, seleccionándolos a partir de una lista de componentes, considerándose como un conjunto de elementos. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:

**-Sistemas grandes a medida** son diseñados únicamente para una situación específica.

**-Sistemas pequeños a medida** son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los

componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

**En función del número de unidades atendidas:** Unitarios (Calentador, Termo), Individuales (Un solo propietario), Centralizados (Todo un edificio)

**En función del sistema empleado en la producción:** Instantánea (calentar en cada momento el caudal preciso, sin acumulador), Por Acumulación (almacenar en depósito una vez calentada)

**En función del tipo de energía empleada:** Combustible (sólido, líquido, gas), Electricidad, Otras (Eólica, solar)

#### 4.1.5.1.3.1.1 Captadores

No se podrán utilizar, bajo ninguna circunstancia, captadores con absorbente de hierro. Si se emplean con absorbente de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre e hierro.

El captador dispondrá de un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior para la eliminación de acumulaciones de agua. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor, no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso del periodo de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.

El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- a) nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama.
- b) modelo, tipo, año de producción.
- c) número de serie de fabricación.
- d) área total del captador.
- e) peso del captador vacío, capacidad de líquido.
- f) presión máxima de servicio.

Esta placa estará redactada, como mínimo, en idioma español y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

#### 4.1.5.1.3.1.2 Acumuladores

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- a) Superficie de intercambio térmico en m<sup>2</sup>.
- b) Presión máxima de trabajo, del circuito primario.

Cada acumulador estará equipado de fábrica con los correspondientes manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- a) Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- b) Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- c) Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- d) Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- e) Manguito para el vaciado.

La placa característica del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.

Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante con protección mecánica realizada en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

- a) Acumuladores de acero vitrificado con protección catódica.
- b) Acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica

- c) Acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.
- d) Acumuladores de cobre.
- e) Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.
- f) Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario).

Los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

#### 4.1.5.1.3.1.3 Intercambiador de calor

No se deberá reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en su temperatura de funcionamiento por instalación de intercambiador de calor entre el circuito de captadores y el sistema de suministro.

Si sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no deberá ser menor que  $40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

#### 4.1.5.1.3.1.4 Bombas de circulación

La bomba del circuito primario estará fabricada con materiales compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores siguientes:



<b>Sistema</b>	<b>Potencia eléctrica de la bomba</b>
<b>Sistemas pequeños</b>	50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
<b>Sistemas grandes</b>	1 % de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

#### 4.1.5.1.3.1.5 Tuberías

Se utilizarán, en el circuito primario, tuberías de cobre o de acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se evitará el empleo del cobre cuando el pH del agua presente valores bajos por el riesgo de cesión del metal.

Todos los materiales empleados en el circuito serán resistentes a la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.

En el circuito secundario o de servicio de Agua Caliente Sanitaria, se utilizará el cobre o el acero inoxidable, pudiendo también emplearse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, que le sean de aplicación, y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos se adoptarán las siguientes precauciones:

- a) En las distribuciones principales se dispondrán 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.
- b) 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.

Las redes de tuberías estarán aisladas térmicamente, tanto en impulsión como en retorno, cuando:

- a) Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurren.
- b) Temperatura mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados (pasillos, galerías, falsos techos, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, suelos técnicos, etc.) entendiéndose excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando pudieran estar al alcance de las personas.

Para tuberías exteriores, la terminación final del aislamiento contará con una protección suficiente contra la intemperie, evitando además el paso de agua de lluvia mediante juntas estancas.

En general, los espesores mínimos de los aislamientos de las tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes y que discurren por los edificios serán:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)		
	[40-60]	[>60-100]	[>100-150]
$D \leq 35$	35 mm	35 mm	40 mm
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

#### 4.1.5.1.3.1.6 Válvulas

Las válvulas a emplearse en los distintos circuitos serán las siguientes en función del servicio que prestan y de las condiciones de presión y temperatura:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera.
- b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- d) para llenado: válvulas de esfera.
- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- f) para seguridad: válvula de resorte.
- g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad deberán derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

#### 4.1.5.1.3.1.7 Vasos de expansión

Serán abiertos o cerrados. Los de tipo abierto, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación, mediante sistemas tipo flotador o similar.

En cuanto a los cerrados, deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

El depósito de expansión compensará el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes, siendo además resistente a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

#### 4.1.5.1.3.1.8 Purgadores

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

Los purgadores automáticos soportarán, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y en cualquier caso hasta 130°C en las zonas climáticas I, II y III, y de 150°C en las zonas climáticas IV y V establecidas en el documento CTE-HE 4.

#### 4.1.5.1.3.1.9 Sistema de llenado

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice directamente un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan esta Sección del Código Técnico o con una concentración de anticongelante más baja. Será obligatorio cuando, por el emplazamiento de la instalación, en alguna época del año pueda existir riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de suministro de agua incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas en esta Sección del Código Técnico.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

#### 4.1.5.1.3.1.10 Sistema eléctrico y de control

Los sensores de temperatura se localizarán e instalarán asegurando permanentemente un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura; para conseguirlo, en el caso de las sondas de inmersión (recomendadas), se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura estarán aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

Las sondas se ubicarán de forma que midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Se prestará especial cuidado para asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

#### 4.1.5.1.3.1.11 Red de retorno

Para fomentar el ahorro de agua, por aplicación de lo estipulado en el CTE-HS 4 "Suministro de Agua", en las redes de ACS (individuales o centralizadas) se dispondrá de una red de retorno si la longitud de la tubería de ida, al punto de consumo más alejado, es igual o supera los 15 m.

La red de retorno se compondrá de:

a) 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.

b) Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o

desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, se realizará 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. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.

#### 4.1.5.1.3.1.12 Puntos de consumo

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, se dispondrán, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.

#### 4.1.5.1.4. Instalación de calefacción

Son las instalaciones destinadas al calentamiento de recintos compuesto generalmente por un sistema de generación (caldera, bomba de calor, energía solar, etc.) de chapa de acero inoxidable, fundición, cobre, etc., pudiendo producir además ACS, de forma individual o colectiva, con acumulador o sin él. Podrán asimismo utilizar combustibles sólidos, líquidos y gaseosos o bien mediante electricidad. Dispone además de un sistema de evacuación de productos de la combustión.

Los sistemas de calefacción utilizan principalmente agua o aire caliente para calentar el aire de los recintos.

Al agua, proveniente de una caldera, se hace circular por tuberías "remansándola" en unos elementos, estratégicamente situados, denominados técnicamente "emisores", de modo que transfieran parte de su calor al aire del local.

Otros sistemas que utiliza el agua como vehículo calorífico es el denominado de "paneles radiantes", en el que un serpentín se coloca, bien bajo el pavimento, bien sobre el cielo raso de los locales.

La distribución puede realizarse mediante circuitos de tuberías de agua o conductos de aire, en materiales de cobre, acero estirado, acero negro, acero galvanizado, fibra de vidrio, polipropileno, polietileno reticulado de doble capa y pre-

aislamiento, etc., disponiendo de un sistema de bombeo para la circulación del fluido, llaves de corte, etc.

Cuenta esta instalación con un sistema de control por válvulas termostáticas o termostatos situados en locales y/o en exteriores y de elementos auxiliares como equipos de presión y de regulación para el combustible, así como chimenea para evacuación de los productos de la combustión, normalmente en acero inoxidable, aislada de doble pared.

El sistema de regulación controlará de la temperatura de impulsión en función de las condiciones exteriores con limitación de la temperatura mínima de retorno a la caldera, disponiendo de sonda de temperatura de inmersión, sonda de temperatura exterior, central electrónica con reloj programable y submódulo de limitación de la temperatura mínima de retorno.

Los elementos de consumo normalmente son radiadores (circuitos a alta temperatura), convectores y ventilosconectores, aerotermos, paneles radiantes (circuitos a baja temperatura), rejillas difusoras, etc.

Como elementos accesorios de esta instalación se encuentran las válvulas (esfera, mariposa, de tres vías, de retención), dilatadores elásticos, filtros, purgadores, intercambiador, vaso de expansión, conductos de humo, aislantes térmicos, etc.

Los quemadores estarán dotados de regulación del aire, seguridad contra fallo de la llama, y electro válvula en la bomba del quemador.

La instalación podrá contemplar acumuladores nocturnos, de tipo dinámico o de tipo estático, estando los primeros compuestos por material cerámico de acumulación con magnesita capaz de alcanzar 600/650°C, aislamiento alta calidad microporoso, estando e, conjunto recubierto de carcasa de chapa de acero, entrega de calor por radiación térmica y también por turbina impulsora de aire, con ventilador radial, regulador electrónico de carga y limitador de seguridad.

En cuanto a los estáticos, estarán compuesto por material cerámico de acumulación con magnesita capaz de alcanzar

#### 4.1.5.1.4.1 Calderas

Son los elementos encargados de generar el calor y se fabrican para todo tipo de combustibles: sólidos (carbón o leña) líquidos (gasóleo) y gaseoso (propano, gas natural).

Existen asimismo las llamadas calderas "policombustibles" que, mediante la incorporación de los equipos adecuados, pueden utilizar combustibles alternativos

(biocombustibles, etc.). Las más usadas son las de gas y gasóleo, y se clasifican en función de sus potencias caloríficas expresadas en Kcal./hora ó kw.

Pueden suministrarse formando equipos compactos dotados con sus elementos fundamentales, como son el quemador, circulador (bombas), depósito de expansión y cuadro de control.

Una misma caldera, en general, puede utilizarse para los servicios combinados de calefacción y ACS de los edificios.

#### 4.1.5.1.4.1.1 Calderas de combustibles sólidos

Podrán estar constituidas por elementos de hierro fundido o como un monobloque con cuerpo de acero. En cualquier caso, llevarán envolvente metálica calorifugada como protección.

Dispondrán de los siguientes elementos:

- Parrillas.
- Compuertas de registro y limpieza.
- Conducto de impulsión de gases de combustión, dotado de regulador de tiro.
- Orificios para la conexión con las tuberías de agua.

#### 4.1.5.1.4.1.2 Calderas de combustibles líquidos y gaseosos

Podrán ser construidas por elementos de hierro fundido o como un monobloque con cuerpo de acero. En cualquier caso, llevarán envolvente metálica calorifugada como protección.

Dispondrán de los siguientes elementos:

- Placa para acoplamiento de quemador.
- Termostato de caldera.
- Compuertas de registro y limpieza.
- Conducto por expulsión de gases de combustión, dotado de regulador de tiro.
- Orificios para la conexión con las tuberías de agua.

En el caso de calderas presurizadas, se incluirán los datos oportunos para conocer la presión de funcionamiento del hogar, expresada en milímetros de columna de agua (mm.c.a.)

En el caso de calderas con quemador atmosférico para gas, se incluirá:

- Válvula de gas con sistema de seguridad.
- Regulador de presión de gas.

-Encendido automático.

#### 4.1.5.1.4.2 Quemadores

Los quemadores se clasifican inicialmente por el combustible a utilizar, pudiendo emplearse los de gasoil, propano, fuel-oil, gas ciudad y gas natural.

Pueden ser de una llama ó etapa, de dos etapas o, por último modulantes (con potencias escalonadas, conforme a la demanda). Estos últimos reducen sobremanera las secuencias "encendido-paro" con el consiguiente ahorro energético.

Asimismo pueden estar preparados para trabajar bien con la cámara de combustión con entradas de aire (a depresión) o bien hermética (a sobrepresión).

Para potencias pequeñas y medianas resulta usual que el quemador se suministre formando bloque con la caldera, realizándose, entonces, la elección y acople en fábrica.

Los quemadores se encuentran automatizados donde el circulador del circuito de calefacción exita el funcionamiento de una micro-bomba de la que van provistos; asimismo mediante sondas, que realizan lecturas térmicas en la instalación - incluso en el exterior -, se envían señales a una central electrónica que, por medio de electroválvulas, modula o cierra el paso del combustible, incluso cuando no funciona el circulador.

Los quemadores estarán compuestos por: cuadro eléctrico incorporado, ventilador y cañón adaptador. Sus elementos funcionales más importantes son:

- Sistema de control de la presión del aire mediante presostato regulable.
- Sistema de seguridad de presión máxima, o tope, del gas mediante presostato regulable.

***Los elementos en la "línea de gas" son:***

- Electroválvula de regulación: mecanismos con el que se regula el caudal de gas que se necesita. Su funcionamiento viene comandado desde la central.
- Electroválvula de seguridad: su misión es doblar la acción de cierre de la electroválvula de regulación del quemador al pararse éste.
- Presostato de mínima del gas: su misión en la línea es controlar la presión mínima de gas para una perfecta combustión.

#### 4.1.5.1.4.3 Sistemas de distribución



#### 4.1.5.1.4.3.1 Sistema monotubular

El sistema consiste básicamente en un anillo simple que va intercalando emisores a lo largo de su recorrido. Los emisores se conectan a los "bucles" en los que conecta con el anillo solo en un punto, dónde se coloca una válvula doble que permite la conexión y reglaje del tubo de entrada y la del de salida. El anillo suele tener un diámetro constante. Es apropiado para pequeñas instalaciones. No se aconseja la colocación de más de siete radiadores al mismo anillo.

#### 4.1.5.1.4.3.2 Sistema bitubular

En este sistema no se reutiliza el agua que ya ha pasado por un radiador - como ocurre en el sistema monotubular - sino que se recoge mediante una red paralela para ser reconducida a la caldera. En este sistema no hay limitación en el número de radiadores. Es el apropiado para grandes instalaciones.

Ambos sistema pueden combinarse.

#### 4.1.5.1.4.4 Circuladores

Los circuladores son unas pequeñas electrobombas centrífugas intercaladas en los circuitos, cuya misión es impulsar el agua caliente y, a la vez, vencer las resistencias que tal impulsión genera.

Pueden ir tanto en la tubería de ida como en la de retorno. Para potencias de bombeo superiores a 5 kw. se recomienda la instalación de dos bombas en paralelo, una de ellas en reserva.

#### 4.1.5.1.4.5 Vasos de expansión

Para evitar que al calentarse, el agua aumenta su volumen, las instalaciones de calefacción estarán dotadas de vaso de expansión, existiendo los de tipo abiertos y los cerrados, aunque los primeros se encuentran en desuso por elevadas pérdidas por evaporación, longitudes excesivas de tubos y por dificultades de montaje.

El orden de montaje adecuado es el siguiente: generador de calor-vaso de expansión-bomba de recirculación, para determinar la situación correcta de conexión del vaso de expansión abierto con respecto al generador de calor y a la bomba de recirculación, en el circuito.

#### 4.1.5.1.4.6 Válvulas de seguridad

Las calderas con vaso de expansión cerrado, equipos de producción y almacenamiento de agua caliente y, en general, los circuitos que no estén en contacto con la atmósfera llevarán una válvula de seguridad generalmente acompañada de un

manómetro. Teniendo en cuenta que a mayor temperatura mayor presión suele colocarse en el tubo de ida y en las proximidades de la caldera.

#### 4.1.5.1.4.7 Cuadro de control

Deberá contar al menos con un termómetro, que indique la temperatura de ida del agua, y un hidrómetro que indique la presión a que está trabajando la caldera. Estos aparatos se complementan habitualmente con los siguientes:

- Pulsadores-interruptores del circulador y del quemador.
- Termostato regulable de la temperatura de ida.
- Termostato de seguridad que actúe automáticamente.

Podrán contar además con central electrónica de programación del quemador (de tipo modular) donde la temperatura de diseño (y consecuentemente la del agua de ida) queda prefijada en función de la temperatura exterior, ajustándose las temperaturas de diseño en las horas diurnas y en las horas nocturnas.

#### 4.1.5.1.4.8 Purgadores y separadores de aire

Para evitar la formación de burbujas de diferentes tamaños que ocasionan los siguientes indeseados efectos, se instalan purgadores y separadores de aire:

- Bolsas de aire que impiden la circulación del agua.
- Ruidos.
- Disminución del rendimiento de los circuladores, con posibilidad de daños en los rodets por cavitación.
- Disminución del rendimiento de las calderas.
- Corrosiones.
- Normalmente se instalan
- Purgador automático.
- Separador.
- Purgador en los emisores.
- Pendiente de la instalación.

Los purgadores automáticos consisten en un pequeño vaso que tiene en su interior un flotador que cierra o abre una válvula para la salida del aire. Todos los sistemas de agua caliente, incluidos los de ACS, deben prolongar sus montantes y colocar en el final un purgador.

Como separadores, habitualmente se emplean los centrífugos, con una mayor eficacia situándolo en el punto de mayor velocidad y de menor presión, condiciones en las que el agua tiene su menor capacidad de disolución.

Los purgadores de emisores pueden ser automáticos y manuales y se colocan en uno de los tapones superiores de los emisores.

#### 4.1.5.1.4.9 Emisores

##### 4.1.5.1.4.9.1 Radiadores

Para todo tipo de calefacción, queda prohibido que las superficies calefactoras accesibles normalmente por el usuario tengan una temperatura superficial exterior superior a 90°C, sin estar protegidas contra contactos casuales.

La emisión calorífica, para un salto de 60°C, no será menor que la potencia calorífica nominal.

Estarán homologados por parte del Ministerio de Industria; Turismo y Comercio.

Se construirán de materiales resistentes a la corrosión y con todos sus elementos inalterables al agua caliente (formados por unión de módulos o elementos como chapa de acero, fundición, aluminio, termominerales, acero, etc.).

Estarán provistos de todos los soportes de fijación a la pared o suelo y con los accesorios adecuados para su instalación.

Dispondrán, en todo caso, de válvula de reglaje y detector. Dispondrán de purgador en aquellos casos en que se prevea una posible acumulación de aire que impida su buen funcionamiento.

#### ***Llaves de Reglaje:***

***Llaves monogiro:*** En los sistemas bitubulares la tubería de ida y la de retorno quedan unidas periódicamente mediante los radiadores, y por tanto deben equilibrarse las presiones de los puntos de encuentro - entrada y salida de los radiadores - para que los caudales circulantes sean los previstos en el cálculo.

***Detentores:*** Son llaves que se instalan a la salida de los emisores y que, en combinación con la monogiro, de entrada, permite retirar el bloque emisor o panel sin necesidad de vaciar el agua de la instalación.

***Llave monotubo:*** En caso de instalaciones monotubo la llave tiene mayor complicación al disponer en la misma pieza las regulaciones de entrada y salida realizan en el conducto de salida, en vez del de entrada.

#### ***Llaves termostáticas***

##### 4.1.5.1.4.9.2 Suelo Radiante

El sistema de suelos radiantes consta de uno o varios colectores de alimentación de los que arrancan distribuidores que se desarrollan en serpentines bajo

los pavimentos que, después de aportar su calor al ambiente, convergen en uno o varios colectores de retornos.

Los elementos que componen un suelo radiante son, genéricamente los siguientes:

**Tubos:** Fabricados en acero mediante emparrillados, pudiendo ser también de cobre, igualmente en serpentines, dada su ductilidad tanto en suelos como, sobre todo, en techos radiantes; en este último caso se interpone entre el forjado y las tuberías una capa de aislamiento y, después de las necesarias fijaciones, se enyesan los serpentines desde abajo.

También con tubos de plásticos en rollos como el polietileno reticular (PEX), donde los empalmes son siempre soldados y las conexiones se realizan mediante accesorios de compresión.

#### **Termostato del local**

**Servomotores** que controlan el suministro de las válvulas de 3 vías, pudiendo ser del tipo "on-off" (dos posiciones) y válvulas de 3 vías del tipo "todo-nada", si bien, actualmente, son sustituidos por sistemas proporcionales.

#### 4.1.5.1.4.10 Convectores y aerotermos

Los aerotermos para instalaciones de calefacción podrán ser por agua caliente con conducción forzada de aire caliente y equipado con batería de intercambio de calor en cobre-aluminio, ventilador helicoidal silencioso, que descarga de aire en cualquier posición, disponiendo de aletas orientables, soportes fijos u orientables, con envolvente de plancha de acero pintada.

También podrán ser eléctricos para proyección forzada de aire caliente o ventilación dotada de batería de resistencias blindadas, ventilador helicoidal, y termostato, con carcasa metálica pintada con pintura epoxi.

Las pendientes deben realizarse en aquellos recorridos en los que el aire vaya a favor de la corriente de agua para converger en un montante propio o en la parte superior de uno existente provisto de purgador.

#### 4.1.5.1.4.11 Dilatadores

Por efecto de cambios de temperatura el movimiento axial de un tramo de tubería comprendido entre dos puntos de anclaje puede ser total o parcialmente impedido y, en consecuencia, generarse en el material de los mismos esfuerzos superiores al máximo admisible. Es necesario, entonces, intercalar un elemento flexible que absorba dicho movimiento.

Como elementos flexibles podrán utilizarse cambios de dirección de la tubería, preferentemente en forma de U, o bien dilatadores deslizantes o de fuelles.

#### 4.1.5.1.5. Instalación de aire acondicionado

Es la instalación destinada al enfriamiento de recintos, que además de la temperatura pueden modificar la humedad, movimiento y pureza del aire, creando un microclima confortable en el interior de los edificios, según condiciones de confort), de eficiencia energética, calidad del aire y de seguridad establecida por el RITE y el CTE, teniendo como finalidad procurar el bienestar de los ocupantes de los edificios, tanto térmica como acústicamente, cumplimentando además los requisitos para su seguridad y con el objetivo de un uso racional de la energía.

##### 4.1.5.1.5.1 Componentes de la instalación de aire acondicionado

Normalmente está compuesta por una o varias unidades frigoríficas o sistema por absorción, formada por un compresor, un evaporador, un condensador y un sistema de expansión, dotada de termostato de control y sistema de control, sensores, etc. Asimismo contempla subsistemas tanto para el tratamiento previo del aire como para el agua.

Como redes de distribución, tuberías y accesorios de chapa metálica de cobre o acero, de fibra de vidrio, etc., con conductos lisos, que no presentarán imperfecciones interiores ni exteriores, rugosidades ni rebabas, estando limpios, no desprendiendo fibras ni gases tóxicos, así como no permitirán la formación de esporas ni bacterias; serán estancos al aire y al vapor de agua, no propagarán el fuego y resistirán los esfuerzos a los que se vean sometidos.

Como elementos de consumo, rejillas, difusores, etc., dotados de otros elementos como filtros, ventiladores, paneles radiantes, etc.

##### 4.1.5.1.5.1.1 Sistema de regulación

Consta, genéricamente, de los siguientes componentes:

-Sensor: elemento sensible a la variable controlada, también llamado captor, detector o sonda (termómetros, manómetros, amperímetros, voltímetros, caudalímetros, etc.)

-Dispositivo gobernado: parte de la instalación operativa sobre la que se actúa. Por ejemplo: válvulas, ventiladores, compresores, etc.

-Órgano de mando: receptor de información procedente de los sensores, que compara el valor de la variable controlada con el valor de consigna dado (valor deseado), y decide la orden a adoptar, mandándola al dispositivo que la

ejecuta. (termostatos, presostatos, etc.)

-Actuador: dispositivo que recibe las órdenes del órgano de mando, y las ejecuta accionando el dispositivo gobernado de la instalación operativa. (servomotores, contactos eléctricos, contactores, etc.).

#### 4.1.5.1.5.2 Clasificación acondicionamiento de aire de los sistemas de aire

Según la forma mediante la cual se enfría o se calienta el mismo, dentro del local que se pretende acondicionar, se encuentran los siguientes sistemas:

-Expansión directa (equipos de ventana, unidades partidas, etc.

-Todo agua (fan-coils, etc.).

-Todo aire (unidades de tratamiento de aire).

-Aire - agua (inducción).

Los **Sistemas Todo Aire** son aquellos donde el aire es utilizado para compensar las cargas térmicas en el recinto climatizado y por tanto basados en la distribución de aire, en el cual no tiene lugar ningún tratamiento posterior. Tienen capacidad para controlar la renovación del aire y la humedad del ambiente. Un sistema puramente todo aire sería el basado en una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) aunque también se denominan así a los sistemas dotados de climatizadores que acondicionan el aire de una zona y que posteriormente se distribuye en los locales.

El conducto actúa como elemento estático de la instalación, a través del cual circula el aire en el interior del edificio, conectando todo el sistema: aspiración del aire exterior con las unidades de tratamiento de aire, locales de uso, retorno y evacuación del aire viciado. Las instalaciones Todo Aire, a su vez se pueden clasificar en: Dentro de los sistemas todo aire se clasifican las siguientes variantes, en función del control de la temperatura efectuado.

1. Un solo conducto con volumen de aire constante.

1.1. Instalaciones de una zona

1.2. Instalaciones de varias zonas (multizonas)

2. Un solo conducto con volumen de aire variable (VAV).

3. Doble conducto

3.1. Volumen de aire constante

3.2. Volumen de aire variable

Los **Sistemas Todo Agua**, también denominados hidrónicos son aquellos en que el agua es el agente que se ocupa de compensar las cargas térmicas del recinto acondicionado donde el agua se enfría y calienta en unidades centralizadas y se lleva a los elementos terminales ubicados en los locales a climatizar. (Aunque también puede tener aire exterior para la renovación), entre las que se encuentran las instalaciones de calefacción con radiadores o con suelo radiante, y las instalaciones de aire acondicionado con fan-coils.

Los sistemas todo agua pueden clasificarse en sistemas de tubería simple (dos tubería) y sistemas de varias tuberías.

En los **sistemas de tubería simple** cada unidad terminal recibe la entrada de agua fría o caliente, según la estación del año y termina en una tubería de retorno.

En los **sistemas de varias tuberías** cada unidad terminal tiene una doble entrada de agua (caliente y fría) y una tubería (tres tuberías) o dos tuberías de retorno (cuatro tuberías).

Los **Sistema Aire-Agua**: Son aquellos donde llega tanto agua como aire para compensar las cargas del local. El aire exterior es tratado en separadamente para todo el edificio. El agua (fría o caliente) se distribuye hasta los elementos terminales, donde pasa el aire tratado junto con el aire de recirculación en el mismo local. Un ejemplo de este tipo de instalaciones son los sistemas de inducción.

Las instalaciones Aire-Agua, a su vez se pueden clasificar en:

- Instalaciones de Inducción a dos tubos
- Instalaciones de Inducción a tres tubos
- Instalaciones de Inducción a Cuatro
- Instalaciones de paneles Radiantes con aire primario

Los **Sistemas Todo Refrigerante**: son aquellos donde el fluido que se encarga de compensar las cargas térmicas del local es el refrigerante. Dentro de estos sistemas se engloban los pequeños equipos autónomos (split y multisplit), donde su regulación puede ser todo o nada o los sistemas de refrigerante variable mediante inverter.

**Los sistemas** Todo Refrigerante sólo se emplean en instalaciones de pequeña o mediana potencia. En estos sistemas se emplean tuberías de refrigerante que transportan el frío y calor hasta los locales a climatizar. Se distinguen los siguientes sistemas:

**Sistemas individuales** Es el sistema de climatización más elemental formado por una pequeña unidad. Si el sistema es de una capacidad adecuada puede servir a un espacio de mayores dimensiones mediante una pequeña red de conductos de aire.

Estas unidades autónomas encuentran su aplicación en las habitaciones pequeñas o grandes y zonas segregadas. También se instalan estas unidades en residencias particulares, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales.

### ***Sistemas centralizados.***

También se pueden clasificar en función de si se trata de un *sistema unitario* o un *sistema centralizado*:

-Sistema unitario utiliza un equipo donde todos los elementos son montados por el fabricante y se suministran en una sola pieza.

-Sistema centralizado es aquel donde los componentes se encuentran separados y deben ser instalados y montados por un instalador autorizado.

Otra clasificación ***en función de la zona a que climatiza***, distinguiendo así sistemas de una única zona y sistemas multizona:

-Sistemas de una única zona son aquellos que climatizan sólo una zona del local.

-Sistemas multizona son aquellos que pueden acondicionar de forma satisfactoria un número de diferentes zonas.

Mediante combinación de los diferentes factores expuestos, se encuentra los siguientes tipos:

-Sistema de aire acondicionado por conducto único, con temperatura variable y recirculación.

-Sistema de aire acondicionado por conducto único, con temperatura variable multizona.

-Sistema de aire acondicionado por conducto único, de volumen de aire variable (VAV).

-Sistema de aire acondicionado por conducto único, de temperatura y volumen variable.

-Sistema de aire acondicionado por conducto único, de volumen variable y calentamiento perimetral.

-Sistema de aire acondicionado de por conducto único, con unidades de inducción.



- Sistema de aire acondicionado por conducto único, con unidades fan-coil.-
- Sistema de aire acondicionado por conducto único, con bomba de calor reversible.
- Sistema de aire acondicionado por doble conducto, con temperatura de aire variable.
- Sistema de aire acondicionado por doble conducto, con volumen de aire variable (VAV).
- Sistema de aire acondicionado por unidad autónoma compacta.
- Sistema de aire acondicionado por unidad autónoma partida (split, bisplit, multisplit).
- Sistema de aire acondicionado por bomba de calor reversible.
- Sistema de aire acondicionado por enfriadores de techo.
- Sistema de aire acondicionado por refrigeración discrecional.

#### 4.1.5.1.5.3 Red de conductos

Son los elementos de la instalación a través de los cuales se distribuye el aire por todo el sistema; aspiración, unidades de tratamiento de aire, locales de uso, retorno, extracción de aire, etc. Pueden ser de chapa metálica, de lana de vidrio o de tipo flexible.

Normalmente la red de conductos está compuesta por tramos rectos, donde la velocidad y dirección del aire son constantes y por tramos curvos donde el aire cambia de velocidad y/o dirección. Los conductos se realizan a base de paneles sujetos con perfiles, montándose con distintos métodos y herramientas, siendo posteriormente sellados interna y externamente con colas y cintas homologadas. Las uniones entre tramos se realizan con las correspondientes piezas (codos, té, derivaciones, reducciones, etc.)

De acuerdo con lo estipulado por el CTE-DB-SI, los conductos y sus aislamientos deben de ser Euroclase B-s3, d0 como mínimo, certificada mediante ensayo normalizado en laboratorios acreditados por la administración.

##### 4.1.5.1.5.3.1 Conductos de chapa metálica

Son los realizados a partir de planchas de chapa metálica (acero galvanizado o inoxidable, cobre, aluminio, etc.), las cuales se cortan y se conforman para dar al conducto la geometría necesaria para la distribución de aire.

Los conductos de chapa metálica deben aislarse térmicamente, empleándose habitualmente, mantas de lana de vidrio para colocar en el lado exterior del conducto. Estas mantas incorporan un revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor (generalmente con protección asfáltica). También pueden colocarse, en el interior del conducto, mantas de lana de vidrio con un tejido de vidrio que permita la absorción acústica por parte de la lana y refuerce el interior del conducto.

Los conductos de chapa se clasifican en función de la máxima presión que pueden soportar y de su grado de estanqueidad.

#### 4.1.5.1.5.3.2 Conductos de lana o fibra de vidrio

Fabricados a partir de paneles de lana o fibra de vidrio de alta densidad y aglomerada con resinas termoendurecibles. El conducto se conforma a partir de planchas, cortándolas y doblándolas para obtener la sección deseada.

Las planchas a partir de las cuales se fabrican los conductos se suministran con un doble revestimiento:

-La cara que constituirá la superficie externa del conducto está recubierta por un complejo de aluminio reforzado, que actúa como barrera de vapor y proporciona estanqueidad al conducto.

-La cara que constituirá el interior del conducto, dispondrá de un revestimiento de aluminio, un velo de vidrio, o bien un tejido de vidrio, según las características que se deseen exigir al conducto.

Estarán contruidos con paneles rígidos de fibra de vidrio, con una densidad mínima de  $60\text{kg}/\text{m}^3$ .

Su cara exterior estará dotada de un revestimiento estanco al aire y al vapor de agua y resistente a la llama tipo de  $800^\circ\text{C}$  durante treinta minutos.

La densidad y rigidez del panel será adecuada a la presión estática máxima que deba soportar y por lo menos:

- $60\text{Kg}/\text{m}^3$  y 25mm. espesor para 35mm. c.d.a.
- $80\text{Kg}/\text{m}^3$  y 25mm. espesor para 40mm. c.d.a.
- $95\text{Kg}/\text{m}^3$  y 25mm. espesor para 50mm. c.d.a.

La rigidez del conducto podrá reforzarse con dispositivos rigidizadores de acuerdo con el cuadro siguiente:

La velocidad máxima del aire, admitida en los conductos de fibra de vidrio, será tal que se garantice la ausencia de desprendimiento de fibras en la cara interna del conducto.

Los conductos sin revestimiento interno de neopreno o con revestimiento de resina, sólo podrán emplearse para velocidades inferiores a doce metros y medio (12,5m.). Para velocidades superiores, se requerirán conductos con densidad mínima de  $80\text{kg/m}^3$  y dotados de un revestimiento interno a base de neopreno solidarizado o similar.

Los conductos cuyo ancho sea superior a sesenta centímetros (60cm.), estarán provistos de refuerzos transversales, cada sesenta centímetros (60cm.), constituidos por un perfil 2LD de chapa galvanizada, de anchura de ala ocho centímetros (8cm.) y canto H y espesor e.

Los conductos de anchura superior a ciento cincuenta (150), llevarán interiormente y centrado un tubo de chapa de diez milímetros (10mm.) fijado con redondo de dos milímetros (2mm.) de diámetro y arandelas en el exterior e interior. Se dispondrá uno cada ciento veinte centímetros (120cm.) y separados seis centímetros (6cm.) como máximo de la junta.

#### 4.1.5.1.5.3.3 Conductos flexibles

Con forma de fuelle, son los constituidos generalmente por dos tubos de aluminio y poliéster entre los cuales se dispone un fieltro de lana de vidrio que actúa como aislamiento térmico. Están regulados por la norma UNE-EN- 13180. Su uso se limita, reglamentariamente (RITE) a longitudes de 1,2 m debido a su elevada pérdida de carga y a los problemas acústicos que pueden originar; por lo que se utilizan principalmente para la conexión entre el conducto principal de aire y las unidades terminales (difusores, rejillas).

#### 4.1.5.1.5.3.4 Compuertas

Las compuertas de tipo mariposa tendrán sus lamas rígidamente unidas al vástago, de forma que no vibren ni originen ruidos. El ancho de cada lama de una compuerta en la dirección perpendicular a su eje, no será superior a veinticinco centímetros (25cm.) en conductos con velocidad de paso menor de doce metros por segundo (12m/s.) ni superior a diez centímetros en conductos con velocidad de paso superior.

En caso de que las lamas de las compuertas tengan perfil aerodinámico, estas dimensiones podrán aumentarse en un 50%.

Cuando la compuerta haya de tener mayores dimensiones que las antes

indicadas, deberá estar formada por varias palas de accionamiento opuesto, con las mismas limitaciones cada pala y con un mando único para el conjunto de las palas.

En las compuertas múltiples, las hojas adyacentes girarán en sentido contrario para evitar que en una compuerta se formen direcciones de aire privilegiadas, distintas a la del eje del conducto.

Las compuertas tendrán una indicación exterior que permita conocer su posición de abierta o cerrada.

Cuando las compuertas deban producir un cierre estanco, dispondrán en el borde de sus palas de las puntas elásticas adecuadas al efecto.

Las compuertas estancas no tendrán una fuga de aire superior a 500mm. c.d.a.

Las compuertas de regulación manual tendrán los dispositivos necesarios para que puedan fijarse en cualquier posición.

Cuando las compuertas sean de accionamiento mecánico, sus ejes girarán sobre cojinetes de bronce o antifricción

#### 4.1.5.1.5.3.5 Rejillas

Las rejillas de toma y expulsión de aire exterior estarán construidas en un material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos, siempre que la velocidad de paso no supere los tres metros por segundo (3 m/s.).

Estarán dotados de una protección de tela metálica anti-pájaros. Su construcción será robusta, con lamas fijas que no produzcan vibraciones ni ruido

Podrán ser para conducto circular con doble deflexión y regulación, o de tipo intemperie de chapa de acero galvanizado con lamas fijas horizontales antilluvia y malla metálica posterior de protección anti-pájaros y anti-insectos para toma de aire o salida de aire de condensación, instalada sobre muro de fábrica de ladrillo, s/NTE-ICI-27.

#### 4.1.5.1.5.4 Condiciones a satisfacer por los conductos de la instalación de aire acondicionado en materia de aislamiento acústico impuesta por el cte.

Los conductos de aire acondicionado deben llevarse por conductos independientes y aislados de los recintos protegidos y los recintos habitables.

-Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas,

manguitos y suspensiones elásticas.

-En conductos vistos se usarán recubrimientos con aislamiento acústico a ruido aéreo adecuado.

-Los conductos de aire acondicionado deben revestirse de un material absorbente y deben utilizarse silenciadores específicos de tal manera que la atenuación del ruido generado por la maquinaria de impulsión o por la circulación del aire sea mayor que 40dBa a las llegadas a las rejillas y difusores de inyección en los recintos protegidos.

-Se usarán rejillas y difusores terminales cuyo nivel de potencia generado por el paso del aire acondicionado cumplan la condición:

$$l_w \leq l_{eqa,T} + 10 \cdot \lg V - 10 \lg T - 14 \text{ (dB)}$$

donde:

$l_w$ : nivel de potencia acústica de la rejilla (dB).

$l_{eqa,T}$ : valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado a, establecido en la tabla d1 del CTE- DB-HR, del anejo d, en función del uso del edificio, del tipo de recinto y del tramo horario, (dBa).

T: tiempo de reverberación del recinto que se puede calcular según la expresión anterior.

V: volumen del recinto (m<sup>3</sup>).

#### 4.1.5.1.5.5 Aislamientos de los conductos

Para los equipos o aparatos que vengan aislados de fábrica se aceptarán los espesores calculados por el fabricante.

Los materiales aislantes utilizados para las planchas no deben estar incluidos en el anexo 1 de la Directiva 67/548/CEE. Los productos MW incluidos en esta norma deben estar clasificados como no carcinógenos, cumpliendo los requisitos especificados en el artículo 1 de la Directiva 97/69/CE. Los materiales utilizados no deben facilitar (o ser nutrientes para) la proliferación microbiana.

El aislamiento térmico de las redes de impulsión de aire será suficiente para evitar pérdida de calor superior al 4% de la potencia que transportan para que no se formen condensaciones. Sus espesores serán:

	<b>En interiores (mm)</b>	<b>En exteriores (mm)</b>
Aire caliente	20	30
Aire frío	30	50

Si las conducciones y los equipos, aparatos, depósitos y sus accesorios están a la intemperie, será necesario aumentar el nivel de aislamiento térmico al mismo tiempo que se procederá a su protección contra la lluvia y la radiación solar.

Las conducciones que estén en un aparcamiento tendrán el mismo nivel de aislamiento térmico que las conducciones instaladas al exterior, aun cuando las condiciones del entorno sean menos extremas que las de las conducciones dispuestas en el ambiente exterior.

En patinillos y falsos techos se aplicarán los niveles de aislamiento exigidos para conducciones interiores.

El material aislante instalado en tuberías, conductos y equipos no debe interferir con partes móviles de los componentes de la instalación.

#### 4.1.5.1.5.6 Plenums

Los plenums entre forjados y falsos techos o entre forjados y suelos elevados pueden ser empleados como conductos de retorno o impulsión, siempre que cumplan con los requisitos indicados por el RITE.

Los plenums deben ser accesibles para las operaciones periódicas de limpieza y desinfección, así como para el mantenimiento de las unidades terminales.

#### 4.1.5.1.5.7 Aperturas de servicio en conductos

Para su diseño se aplicará la norma UNE-ENV 12097. Las aperturas de servicio se realizarán en la red de conductos durante su montaje.

#### 4.1.5.1.5.8 Conductos flexibles

Los conductos flexibles cumplirán la norma UNE-EN 13180. Su longitud se limitará, desde una red de conductos hacia las unidades terminales, como máximo a 1,2 m, al objeto de reducir las pérdidas de presión, exigiéndose además que se instalen totalmente extendidos.

Las rugosidades absolutas a considerar para diferentes tipos de conducciones son, de menos a más, las siguientes, según ASHRAE (2005 Handbook, Fundamentals, página 35.7):

- Conductos de aluminio: 0,03mm
- Conductos de chapa de acero galvanizado: desde 0,09 a 0,15mm
- Conductos rígidos de fibra o revestimientos interiores de conductos: 0,9mm
- Conductos flexibles de cualquier tipo, totalmente extendidos: 3mm

#### 4.1.5.1.5.9 Pasillos

Los pasillos y los vestíbulos pueden emplearse como recintos de paso para extraer directamente el aire o para la extracción del aire de ventilación desde los locales de servicio, considerando en todo momento el cumplimiento de las condiciones impuestas por la normativa en materia de incendios.

#### 4.1.5.1.5.10 Señalización de conductos

La señalización de las conducciones se hará de acuerdo a la normativa.

#### 4.1.5.1.6. Instalación de ventilación

Las instalaciones de ventilación son las encargadas de extraer o introducir aire del exterior en un ambiente o zona interior de las edificaciones. La ventilación de locales está regulada por el RITE, que determina los caudales mínimos de cada local, en función de su uso y ocupantes.

Es necesaria en los recintos para:

- Aportar aire nuevo con oxígeno para la respiración de las personas.
- Extraer el aire viciado producido por la respiración, humos, gases, incluidos los generados en los ambientes de trabajo (\*), etc.
- Rebajar la temperatura interior en locales no climatizados.

(\*) Especialmente en:

- Cocinas.
- Extracción de humos en garajes de automóviles.
- Extracción de gases en zonas de pintura.
- Extracción de aire en zonas de soldaduras.
- Renovación de ambientes en locales cerrados, cines, auditorios, discotecas, locales de pública concurrencia, etc.
- Ventilación en instalaciones agropecuarias, granjas para rebajar la temperatura del ambiente.

-Ventilación en automóviles.

#### 4.1.5.1.6.1 Clasificación de los sistemas de ventilación

La ventilación de los locales se realiza por diferentes sistemas, bien por *sobre-presión* (impulsión de aire del exterior hacia el local a ventilar, saliendo éste por rejillas o puertas), bien por *depresión* (mediante extractores).

Atendiendo a lugar donde se instalen y a la aplicación para la que se diseñan los sistemas de ventilación se clasifican en:

- De extracción localizada (fundamentalmente en industrias, cocinas, etc.) mediante instalación de campanas.
- De extracción centralizada (locales de pública concurrencia, centros comerciales, edificios administrativos y de oficinas, garajes, etc.) con instalación de una red de conductos

#### 4.1.5.1.6.2 Componentes de las instalaciones de ventilación

Genéricamente, una instalación de ventilación está compuesta por los siguientes elementos:

- Ventiladores: máquinas que hacen moverse el aire al generar una presión.
- Conducciones: por donde circula el aire de un local a otro.
- Elementos de difusión: rejillas o bocas de entrada y salida de aire.
- Elementos accesorios: compuertas, mandos, reguladores.

##### 4.1.5.1.6.2.1 Ventiladores

Generan una corriente de aire y normalmente son de accionamiento eléctrico, estando caracterizados y definidos por su curva de presión (mm.c.a.) - caudal ( $m^3/h$ ) para cada velocidad, facilitándose otros parámetros (potencia, nivel sonoro, régimen de giro, etc.).

Están compuesto por: Motor de accionamiento (generalmente eléctrico, monofásico o trifásico), Rotor con forma de hélice o de rodete con álabes o palas (de chapa de acero, aluminio, poliéster, o plástico) y Envolvente o carcasa, de tipo caracol o tubular.

Los ventiladores se pueden acoplar en serie o en paralelo.

Por su configuración, los ventiladores pueden ser de tres tipos:

**-Axiales o helicoidales:** El flujo se induce en la dirección del eje por presión de las palas.



**-Centrifugos:** El flujo se induce dentro del rodete, y sale perpendicular al eje, por centrifugación.

**-Tangenciales:** El flujo atraviesa el rodete perpendicular al eje.

Los *ventiladores axiales*, a su vez se clasifican en:

**-De pala libre.**

**-Ventiladores murales o de pared.** Trabajan a descarga libre, sin ningún conducto. Se denominan de acuerdo con su diámetro (300, 400, 600), con presiones de 10 a 30 mm.c.a.

**-Ventiladores tubulares.** Dotados con una envolvente tubular, que canaliza el flujo. Producen una mayor presión con grandes caudales, utilizados principalmente en garajes y extracciones localizadas con un pequeño conducto. Su presión disponible va de 10 a 25 mm.c.a.

Por su presión los ventiladores, a su vez, se clasifican en:

**-Baja presión:** presión de 10 a 100 mm.c.a. Dan un gran caudal. Se denominan de acuerdo con las medidas del rodete, ancho por diámetro (20/20 = 20 cm ancho y 20 cm de rodete). Pueden construirse envueltos por una caja, denominándose “cajas de ventilación”.

**-Media presión:** de 100 a 800 mm.c.a. Tienen un rodete de mayor diámetro y son más estrechos. Se utilizan en extracciones localizadas y para aspirar o arrastrar partículas.

**-Alta presión:** presiones hasta 1500 mm.c.a. Se utilizan en aplicaciones de transporte de polvos y otras aplicaciones industriales.

Por sus condiciones de funcionamiento:

**-Ambientes normales:** Cuando el aire a mover es el normal.

**-Ambientes agresivos:** Construidos con materiales capaces de resistir el gas a mover, como vapores ácidos, corrosivos, partículas, etc.

**-Ambientes de alta temperatura:** Para mover humos y gases a alta temperatura. Empleados en garajes y túneles, deben de soportar una temperatura en caso de incendio de 400°C durante 2 horas.

Por su accionamiento:

**-Accionamiento directo:** llevan el motor eléctrico acoplado al eje de rotación del ventilador.

**-Transmisión por correas:** el motor eléctrico está desplazado, y mediante dos poleas, transmite su potencia al ventilador.

#### 4.1.5.1.6.2.2 Rejillas y difusores

Los difusores podrán ser cuadrados, con plenum, circulares y lineales, construido en perfil de aluminio extruído.

Las rejillas y difusores para la distribución de aire a los locales estarán contruidos con un material inoxidable o tratado en forma que se garantice su inalterabilidad por el aire húmedo

Las rejillas y difusores se suministrarán con una junta elástica que impida, una vez montadas, todo escape de aire entre la pared o techo y el marco de la rejilla o el aro exterior del difusor.

En caso de estar dotados de un dispositivo de regulación de caudal, dicho dispositivo será fácilmente accionable desde la parte frontal de la rejilla o difusor. No producirá ruidos de vibración y en su posición de cerrado al 50 por 100 (50%) no producirá un incremento en el nivel de presión sonora respecto al de apertura completa, superior a 2 NC para caudal de funcionamiento.

Los difusiones podrán montarse con o sin dispositivo de regulación e instalados con puente de montaje, homologado

#### 4.1.5.1.6.3 Regulación

La regulación de una instalación de ventilación dependerá del tipo de funcionamiento de la misma, distinguiéndose entre las siguientes:

**-Funcionamiento permanente durante la actividad:** Mediante interruptor propio, o conectado el sistema a la iluminación del local (se utiliza en fábricas, aseos, etc.).

**-Funcionamiento intermitente:** su arranque o paro lo gobierna un temporizador, cuyo intervalo se ajusta según las necesidades (se usa en almacenes, garajes, salones, etc.).

**-Funcionamiento según la ocupación del local:** instalando un medidor de nivel de CO<sub>2</sub>, que indique si el ambiente precisa ser renovado. Se emplea en grandes salones públicos, discotecas, cines, etc., manteniendo un nivel de CO<sub>2</sub> inferior a 0,1%.

#### 4.1.5.1.6.4 Condiciones a satisfacer por la instalación de ventilación en materia de aislamiento acustico impuesta por el cte

Se aislarán los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurran por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso.

Cuando estén adosados a elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o fachadas, se revestirán de tal forma que no se disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

#### *4.1.5.2. Condiciones específicas de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir los generadores de calor y frío y de sus instalaciones auxiliares y anexas*

##### 4.1.5.2.1. Generador de calor

Obligatoriamente deberán satisfacer los requisitos que el RITE establece en cuanto a eficiencia energética y de fraccionamiento de potencia.

No podrán instalarse calderas de las siguientes características a partir de las fechas indicadas:

-Calderas atmosféricas (01.01.2010)

-Calderas con marcado de prestación energética según RD 275/1995 de 24 de febrero, de 1 estrella (01.01.2010)

-Calderas con marcado de prestación energética según RD 275/1995 de 24 de febrero, de 2 estrellas (01.01.2012)

En función de la potencia térmica nominal de la instalación y del tipo de combustible (líquido o gaseoso), se instalará 1 generador (Pot < 400 Kw. para uso conjunto de calefacción y ACS) o se instalarán 2 generadores en instalaciones de Pot > 400 Kw.

Los requisitos de rendimiento energético de las calderas de 4 Kw. a 400 Kw. de potencia nominal, alimentadas con combustibles fósiles líquidos y gaseosos, a la potencia nominal y a la carga parcial del 30%, a la temperatura media del agua que indique el fabricante., quedan establecidos por el RD 275/1995 de 24 de febrero, transposición de la Directiva Europea 92/42/CEE (RD 275 de 1995).

Los generadores de calor que empleen combustibles gaseosos dispondrán obligatoriamente de certificación de conformidad.

Estarán equipados con un interruptor de flujo. Los que empleen combustibles líquidos (no gaseosos) tendrán dispositivos para interrumpir el funcionamiento del quemador, tanto en caso de retroceso de los productos de la combustión como en la situación de superarse la temperatura de diseño, siendo éste último de rearme manual.

Si se emplean biocombustibles, el generador de calor dispondrá de los siguientes elementos de seguridad: dispositivos para interrumpir el funcionamiento del quemador, tanto en caso de retroceso de los productos de la combustión como en la situación de superarse la temperatura de diseño, siendo éste último de rearme manual. También estará dotado con sistemas de eliminación del calor residual de la caldera y válvula de seguridad tarada 1 bar por encima de su presión de trabajo, siendo conducida su descara a sumidero. Al menos su rendimiento será, a plena carga del 75%. En cualquier circunstancia, se exigirá el cumplimiento del reglamento de aparatos a presión, así como el marcado CE.

Los generadores de calor por radiación, aparatos de generación de aire caliente y equipos de absorción de llama directa, que empleen combustibles gaseosos incluidos en el RD 1428/1992 de 27 de noviembre cumplirán dicha reglamentación. La evacuación de los productos de la combustión y la ventilación de locales donde se instalen estos equipos, asimismo cumplirán la legislación vigente.

#### 4.1.5.2.2. Generador de frío

Obligatoriamente deberán satisfacer los requisitos que el RITE establece en cuanto a eficiencia energética y de fraccionamiento de potencia. Se exigirá al fabricante de los equipos frigoríficos las prestaciones energéticas de los mismos (EER para el régimen de refrigeración y COP para el de bomba de calor) al variar la carga desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización en las condiciones de diseño.

Si el equipo dispone de etiquetado energético, éste indicará la clase de eficiencia energética del mismo.

Para una máquina de acondicionamiento de tipo doméstico deberá proporcionarse la siguiente información:

- Parte para la identificación del fabricante.
- Modelo de equipo.
- Clase energética a la que pertenece (de A a G).
- Logotipo de etiquetado ecológico (en su caso).
- Consumo anual en condiciones estándar, kWh/año
- Potencia de refrigeración, kw.
- Índice de eficiencia energética.
- Tipo de aparato.
- Clase de eficiencia energética en bomba de calor.
- Ruido, dB

Esta información es válida para sistemas aire-aire y agua-aire, con potencia frigorífica hasta 12 kW, de tipo split, multi-split, compactos y portátiles, en modo frío o bomba de calor.

Cuando se empleen torres de refrigeración, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los equipos deben instalarse en lugares aislados y alejados de lugares con riesgo de exposición, preferentemente en la cubierta de los edificios.
- Los aparatos deben situarse a sotavento de los lugares antes citados, en relación con los vientos dominantes en la zona de emplazamiento.
- Los equipos deben estar dotados de separadores de gotas de eficiencia muy elevada; el caudal de agua arrastrado será inferior al 0,05% del caudal de agua en circulación, como se ha comentado anteriormente.
- Los equipos se situarán en lugares accesibles y deben tener puertas amplias y de fácil acceso.
- Sus superficies interiores serán lisas y sin obstáculos para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección.
- Los paneles de cerramiento serán desmontables para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección del material de relleno.
- La bandeja tendrá un pozo en el que se acumule la suciedad; el pozo debe estar equipado de válvula de vaciado. Se recomienda que la bandeja trabaje en seco, recogiendo el agua por gravedad en un tanque cerrado situado en un lugar resguardado de la intemperie.
- Los materiales del aparato serán resistentes a fuertes concentraciones de desinfectantes, particularmente de cloro. Se recomienda evitar el empleo de materiales basados en celulosa.

Asimismo las torres de refrigeración estarán dotas de los siguientes sistemas:

- Un sistema de filtración para eliminar la contaminación producida por sustancias sólidas procedentes del ambiente (hojas, insectos, etc.).
- Un sistema de tratamiento químico, físico-químico o físico con el fin de reducir la acumulación de depósitos calcáreos.
- Un sistema de tratamiento químico, físico-químico o físico para evitar la acción de la corrosión sobre las partes metálicas del circuito.
- Un sistema permanente de tratamiento por medio de agentes biocidas, sistema físico o químico-físico.

Además, las torres deben estar dotadas de un sistema de purga automática para controlar la concentración de sales en el circuito.

#### 4.1.5.2.3. Salas de máquinas

Se considera como “Sala de máquinas” aquel recinto donde se alojan los generadores térmicos y otros equipos auxiliares, así como los accesorios necesarios para su funcionamiento, cuando la suma de las potencias térmicas nominales instaladas de los generadores sea mayor que 70 kW.

Se consideran parte de la sala de máquinas los locales a los que se acceda desde la misma sala, que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior.

No tendrán consideración de salas de máquinas:

-Los recintos que contengan equipos cuya suma de potencia sea menor que 70 kW.

-Los recintos con generadores de aire caliente, tubos radiantes de gas o aparatos similares, siempre que se tengan en cuenta los requisitos de ventilación de la norma UNE-EN 13410.

-Los equipos de generación de frío y calor de cualquier potencia, diseñados para ser instalados en exteriores, con fluido portador aire o agua. Alrededor de los cuatro lados de estos equipos se dejarán las distancias para ventilación y mantenimiento determinadas por el fabricante

En todo caso se deberá cumplir las condiciones de riesgo de incendio, en función de las potencias, que para estas salas de máquinas impone el CTE (tabla 2.1 del DB-SI del CTE).

La sala de máquina tendrá un camino desde su interior hacia el exterior por el que se podrá pasar con el equipo más pesado y voluminoso contenido en la misma sin dificultad alguna y sin necesidad de tener que eliminar del camino elementos constructivos o puertas.

La distancia entre generadores de calor y entre éstos y las paredes de la sala de máquinas contemplará la posibilidad de abrir la puerta frontal sin necesidad de desmontar el quemador.

La distancia mínima entre equipos y entre éstos y los cerramientos no será nunca inferior a 80 cm.

En la parte frontal de calderas y máquinas frigoríficas deberá existir un espacio libre de longitud igual, por lo menos, a la del equipo, con el fin de poder efectuar las

operaciones de limpieza de los tubos de los intercambiadores de calor. La altura de este espacio deberá ser la que marque el haz de tubos.

En cualquier caso, la altura mínima del techo de la sala de máquinas será de 2,5m.

En caso de sala de máquinas para calderas de combustible sólido, el diseño de la situación de los generadores y el silo de almacenamiento y de los espacios alrededor de los diferentes componentes se hará siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los requisitos mínimos de ventilación de las salas de máquinas están indicados en el RAP (Reglamento de Aparatos a Presión, MIE-AP1 capítulo 5) para los generadores de calor y en el RSF (Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas, MI IF 007) para generadores de frío.

Se procurará que las salas de máquinas estén situadas en contacto con el ambiente exterior, de manera que la ventilación tenga lugar siempre por medios naturales (ventilación natural directa por aperturas, por ejemplo en las cubiertas de los edificios).

En cualquier caso, todas las aberturas de ventilación estarán protegidas por medio de rejillas y mallas metálicas antiinsectos.

Las entradas de aire se harán en la parte inferior de las paredes, con área libre mínima de  $5 \text{ cm}^2$  por cada kW de potencia térmica instalada.

Además, en la parte superior de las paredes se practicarán aberturas de superficie igual, por lo menos, a una milésima parte de la superficie en planta de la sala de máquinas.

Cuando sea posible, las aberturas se practicarán en diferentes fachadas, para favorecer la creación de corrientes de aire por efecto de los vientos.

En la sala de máquinas, concretamente, los elementos antivibratorios se deberán instalar a la salida de las tuberías de la misma.

En la sala de máquinas deberá figurar el esquema de principio de la instalación, dividido en uno o más planos, según el tamaño de los mismos.

Las instrucciones de seguridad, manejo y mantenimiento de la instalación deberán estar disponibles en cualquier momento, junto con la memoria técnica, los planos "*as built*" y los manuales de todos los equipos.

#### *4.1.5.3.- Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las instalaciones térmicas*

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente. Por tanto, la Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación térmica en los edificios sean de marcas de calidad (UNE, EN, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que todas sus características (mecánicas, eléctricas, de eficiencia energética, etc.) se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Potencia térmica nominal.
- Etiquetado energético y clase.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Los manuales entregados al usuario estarán en idioma español para facilitar su



correcta interpretación.

Los equipos y materiales llevarán marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante procedimientos establecidos en la normativa correspondiente. Se aceptarán marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que sean éstos reconocidos por la Administración pública competente así como garanticen un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptan, para su instalación y uso en los edificios, los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía que cumplan lo exigido en cuanto a certificación de conformidad.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación térmica que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

#### 4.1.5.3.1. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las instalaciones de calefacción

Concretamente a continuación se indican las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones de calefacción.

Todos los equipos y materiales deberán llevar el marcado CE.

**Generadores de calor (calderas, bombas de calor):** - Identificación, según especificaciones de proyecto. - Distintivo de calidad: Marca de Calidad homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT). Por cada equipo se hará una

inspección de la instalación de calderas, de su correcta colocación, uniones, dimensiones, etc. Asimismo se comprobará su anclaje a los soportes e instalación de mecanismos necesarios para no transmitir ruidos ni vibraciones.

**Calderas:** Marca CE según las Directivas Europeas: Gas 90/396/CEE, rendimiento 92/42/CEE y baja tensión 72/23 CEE. Alto rendimiento

**Depósitos de combustibles líquidos:** Prueba de presión por parte del Contratista. Comprobación de datos/características en placa identificativa: nombre del fabricante, fecha de construcción, Potencia, etc.

**Quemadores:** Identificación, según especificaciones de proyecto. - Distintivo de calidad: Marca de Calidad homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).

**Tuberías:** Comprobación de diámetros, fijaciones, uniones y recubrimientos de minio, calorifugado, y distancias mínimas.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

**Elementos terminales:** Identificación, según especificaciones de proyecto. - Distintivo de calidad, marcado CE.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

#### 4.1.5.3.2. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las instalaciones de aire acondicionado

Concretamente a continuación se indican las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones de aire acondicionado.

Los materiales y componentes tendrán las características definidas en la documentación del fabricante, en la normativa correspondiente, en proyecto y por la Dirección facultativa.

Llevarán una placa en la que se indique el nombre del fabricante, el modelo, número de serie, características y carga de refrigerante.

Se harán controles de la puesta en obra en cuanto a la situación de elementos,

dimensiones, fijaciones, uniones, y calidad de los elementos y de la instalación.

***Superficies frías de equipos frigoríficos:*** Espesor del aislamiento térmico.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las instalaciones solares termicas a baja temperatura en los edificios

En general la empresa instaladora o en su caso el Ingeniero- Director de las obras, cuando la participación de este último sea preceptiva, realizarán los controles relativos a:

- a) Control de la recepción en obra de equipos y materiales.
- b) Control de la ejecución de la instalación.
- c) Control de la instalación terminada.

4.1.5.3.3.- Controles a realizar en la recepción, sobre la documentación y de los distintivos de calidad de materiales y equipos

4.1.5.3.3.1 Recepción de materiales y equipos en obra

Por parte del Ingeniero-Director de las obras y en el momento de acopiar los materiales y equipos, se comprobarán que las características técnicas de los suministrados, satisfacen lo exigido en el presente proyecto (o memoria técnica) mediante control de la documentación de los suministros, control mediante distintivos de calidad y control mediante ensayos y pruebas.

Asimismo se comprobará que los equipos y materiales recibidos corresponden a los especificados en el presente pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica, disponen de la documentación exigida, cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica y han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

Se utilizarán materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro u otros

desinfectantes o por elevación de temperaturas, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de la instalación.

#### 4.1.5.3.3.2 Verificación de la documentación de materiales y equipos

El instalador autorizado o el Ingeniero-Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptiva, *verificará la documentación* facilitada por los suministradores de los equipos y materiales, los cuales entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) Copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, las indicaciones, instrucciones, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

#### 4.1.5.3.3.3 Control de recepción de materiales y equipos mediante distintivos de calidad

También se realizará un *control de recepción mediante distintivos de calidad*, por parte del el instalador autorizado y el Ingeniero-Director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, los cuales verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Finalmente se realizará un *control de recepción mediante ensayos y pruebas*, al objeto de verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser

necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al marcado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

Se vigilará que todos los equipos que consumen energía lleven la correspondiente etiqueta de eficiencia energética que, en una escala de siete valores, de la letra A a la G, indique la categoría a la que pertenece el equipo.

#### 4.1.5.3.3.4 Tipos de controles a efectuar por cada elemento

##### Sistema de captación

Certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Todos serán del mismo modelo y fabricante.

Coeficiente global de pérdidas, referido a la curva de rendimiento en función de la temperatura ambiente y temperatura de entrada, menor de 10 Wm<sup>2</sup>/oC,

##### ***Aislantes Térmicos***

Los materiales aislantes térmicos empleados para aislamiento de conducciones, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras antivapor, cumplirán lo especificado en la normativa que le sea de aplicación.

Las características básicas exigibles a los materiales empleados para el aislamiento térmico son: Conductividad térmica, Densidad aparente, Permeabilidad al vapor de agua y Absorción de agua por volumen.

##### ***Tuberías y Accesorios:***

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

##### ***Válvulas***

Cumplimiento de requisitos de las normas correspondientes. El fabricante deberá suministrar la pérdida de presión a obturador abierto (o el CV) y la hermeticidad a obturador cerrado a presión diferencial máxima

##### ***Conductos y Accesorios:***

Las pruebas de recepción de conductos metálicos se realizarán bajo la norma UNE-EN 1507. Se verificarán el tipo de material suministrado en los conductos, así como la comprobación de la inexistencia de materiales sueltos dentro de los conductos y la comprobación de inexistencia de rugosidades en las superficies internas de los conductos.

Las canalizaciones de aire y accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE que les sean de aplicación. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable.

#### ***Chimeneas y conductos de humos***

Los materiales con que se construyen los conductos de humos para la evacuación al exterior de los productos de la combustión de los generadores de calor, cumplirán lo indicado en UNE 123001.

Las chimeneas modulares metálicas cumplirán lo prescrito en la normativa sobre homologación que les afecta

#### ***Unidades de tratamiento y unidades terminales***

Se verificarán el tipo de material suministrado en las unidades, así como la comprobación de inexistencia de rugosidades en las superficies internas.

#### ***Sistemas de control de humos y calor***

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

Aireadores naturales de extracción de humos y calor. UNE- EN12101- 2.  
Aireadores extractores de humos y calor. UNE- ENE-12101-3.

#### ***Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a una temperatura inferior a 120°C***

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

#### ***Radiadores y convectores***

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

#### ***Suelos y Techos radiantes:***

Marcado AENOR.

El resto de componentes de las instalaciones térmicas deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa

durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

#### **4.1.6. De la ejecución o montaje de la instalación térmica**

##### *4.1.6.1. Condiciones generales*

La ejecución de las Instalaciones Térmicas en los Edificios se realizará por empresas instaladoras autorizadas y se llevará a cabo con sujeción al proyecto o memoria técnica, según corresponda, y se ajustará a la normativa vigente. Esta documentación deberá estar disponible al momento de completarse la instalación.

Las modificaciones que se pudieran realizar al proyecto (o memoria técnica) deberán ser autorizadas y documentadas por el Ingeniero-Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptivo, previa conformidad de La Propiedad o titular de la instalación.

Aquellas instalaciones que requieran la redacción de un proyecto, de acuerdo con el artículo 15 del RITE, se ejecutarán bajo la dirección de un técnico titulado competente (Ingeniero- Director), en funciones de Director de la obra.

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

La ejecución de las instalaciones térmicas y preinstalaciones, entendidas como instalaciones especificadas pero no montadas parcial o totalmente, deben ser ejecutadas de acuerdo al proyecto (o memoria técnica) que las diseñó y dimensionó.

El instalador autorizado o el Ingeniero-Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptiva, realizarán los controles de recepción en obra de equipos y materiales, el control de la ejecución de la instalación y el control de la instalación terminada.

La instalación térmica incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la misma

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas, asegurando incluso la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Todos los componentes que sean suministrados con aislamiento de fábrica cumplirán su normativa específica en materia de aislamiento

#### *4.1.6.2. Comprobaciones iniciales*

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación térmica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

#### *4.1.6.3. Control durante la ejecución de la instalación*

Éste se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto (o de la memoria técnica sustitutiva), y las modificaciones autorizadas por el instalador autorizado o el Ingeniero-Director de la obra, cuando la participación de este último sea preceptiva.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Cualquier modificación o replanteo a la instalación que pudiera introducirse durante la ejecución de su obra, debe ser reflejada en la documentación de la obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del Ingeniero-Director de la instalación cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de



energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por parte del instalador autorizado o por el Ingeniero-Director de la obra a los que se refiere el RITE, y bajo su responsabilidad.

#### *4.1.6.4. Montaje de los elementos*

##### 4.1.6.4.1. Condiciones acústicas a satisfacer y contemplar en el montaje de los elementos

Los equipos se instalarán sobre soportes elásticos antivibratorios cuando se trate de equipos pequeños y compactos. Cuando se trate de equipos que no posean una base propia y necesiten la alineación de sus componentes (por ejemplo, motor y ventilador o bomba), se necesitará una bancada suficientemente rígida para soportar los esfuerzos causados por el movimiento y de masa e inercia suficiente para evitar el paso de vibraciones al edificio.

Los equipos se conectarán a las conducciones mediante conexiones flexibles.

No se instalarán silenciadores en salidas de humos de calderas, de cocinas o de laboratorios por el enorme riesgo de ensuciamiento.

Las bombas deben instalarse de manera que la presión absoluta del fluido en la boca de succión sea siempre mayor que la presión de saturación del fluido a la temperatura de funcionamiento, para evitar que las burbujas de vapor colapsen y, en consecuencia, se produzcan ruidos y la eventual destrucción del rodete.

Se evitará el paso de las vibraciones de las conducciones a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios como pasamuros, coquillas, manguitos elásticos, abrazaderas y suspensiones elásticas.

Para las tuberías empotradas se emplearán siempre envolturas elásticas.

Las tuberías vistas estarán recubiertas por un material que proporcione un aislamiento acústico a ruido aéreo mayor que 15 dB.

El anclaje de tubería se realizará a elementos constructivos de masa unitaria mayor que  $150 \text{ kg/m}^2$ .

La velocidad de circulación del agua en los sistemas mixtos (calefacción y refrigeración) situados en el interior de las viviendas se limitará a 1 m/s.

En conductos vistos se amortiguará adecuadamente la transmisión de ruido aéreo.

Los sistemas de conductos para el transporte de aire de ventilación y de acondicionamiento estarán aislados del ruido generado por los ventiladores y la misma

circulación de aire mediante revestimientos interiores de material absorbente y/o atenuadores acústicos, dimensionados de manera que la atenuación sea mayor que 40 dB a la llegada a los elementos de difusión y retorno de aire.

Se evitará el empleo de revestimientos interiores en conductos de chapa por las siguientes razones:

- Dificultad que presentan para la instalación de registros de inspección, según la norma UNE-EN 12097

- Dificultad para efectuar las operaciones de limpieza interior

La difusión y el retorno de aire en los locales se harán mediante unidades terminales diseñadas de manera que el nivel generado de potencia sonora no supere los valores indicado en la ecuación (3.36) del apartado 3.4.3.2 del CTE.

#### 4.1.6.4.2. Instalación de calefacción

Todos los equipos y componentes deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Las calderas y bombas de calor quedarán bien ancladas a los soportes, disponiendo de los mecanismos necesarios para que no transmitan ruidos ni vibraciones, cumpliendo además lo expuesto en la condición acústica anterior.

La evacuación de los productos de la combustión se realizará siempre por la cubierta del edificio, empleándose una chimenea metálica prefabricada, de sección circular, debidamente aislada cuando se trate de calderas convencionales y de baja temperatura.

Las terminaciones de las chimeneas será de tal manera que se favorezca la dispersión de los productos de la combustión al exterior y, al mismo tiempo, se minimice la entrada del agua de lluvia.

Los tubos de calefacción se mantendrán a una distancia mínima de 25 cm. del resto de instalaciones, ejecutados con los recorridos más cortos posible evitando los cambios de dirección y sección. Se instalarán paralelos a la estructura o a escuadra, tendrán tres ejes perpendiculares, quedarán distanciados 3 cm. de los paramentos y en caso de conductos para líquidos tendrán pendientes del 0,5 %. Todos los conductos quedarán aislados térmicamente según condiciones establecidas por el RITE.

Si las uniones entre conductos se realizan con brida, se colocará una junta fibrosa o elástica para garantizar la unión. Si las uniones se realizan con rosca, éstas se recubrirán con cáñamo, teflón, u otro material. Si las uniones se realizan mediante soldadura, se asegurará de que están limpios los elementos a unir.

Los elementos de consumo (radiadores, etc.) quedarán fijados, nivelados y de forma que se puedan manipular sus llaves.

Las válvulas quedarán colocadas en lugares accesibles.

Una vez montada la instalación se procederá al equilibrado hidráulico, manipulando las válvulas de asiento de las columnas de retorno y las llaves de doble reglaje de los elementos de consumo (radiadores).

En caso de utilizar depósitos enterrados de combustibles, deberán anclarse cuando se prevea riesgo de ascensión por flotabilidad. Si se utiliza arena para el relleno del foso, deberá estar exenta de sales. Las cubetas de depósitos de superficie tendrán el fondo impermeable y con inclinación hacia una tubería de evacuación. Los depósitos de superficie en interiores estarán situados en locales ventilados, colocados sobre tacos de hormigón, y distanciados de la pared un mínimo de 40 cm.

Las conducciones colectivas de un edificio se llevarán por patinillos que estarán aislados de los recintos protegidos y de los recintos habitables.

Las unidades terminales de sistemas mixtos de cualquier tipo tendrán válvulas de cierre a la entrada y a la salida del fluido portador para poder efectuar cambios de distribución u operaciones de mantenimiento.

Las unidades terminales deberán ser fácilmente accesibles para su limpieza, desinfección, mantenimiento y reparación o sustitución.

#### 4.1.6.4.2.5 Vasos de expansión

En las instalaciones con vasos de expansión cerrados, se constituye un circuito que a su vez queda también cerrado y que va a ser sometido a aumento de temperatura y presión, colocándose por tanto y obligatoriamente, una válvula de seguridad y un manómetro.

El vaso de expansión cerrado se colocará, preferentemente, en la tubería de retorno y del lado de la aspiración de la bomba de recirculación.

El vaso de expansión cerrado se colocará de forma que no puedan formarse bolsas de aire.

De igual forma que con los vasos de expansión abiertos (salvo mediante válvulas de tres vías y en las condiciones antes mencionadas), en el caso de vasos de expansión cerrados, no se permitirá ninguna válvula que pueda cerrarse y aislar el circuito del propio vaso de expansión cerrado.

Se colocará el vaso de expansión en el circuito de retorno, con el fin de evitar

que la temperatura del agua no llegue a los límites de trabajo de la membrana.

Se evitarán radiaciones cerca del vaso de expansión para proteger la membrana de posibles excesos de temperatura.

No deberán colocarse en el conducto de enlace del vaso, llaves de paso o accesorios que puedan interrumpirlo.

#### 4.1.6.4.2.6 Radiadores

Se instalarán a una distancia no menor de cien milímetros (100 mm.) del suelo y cuarenta milímetros (40 mm.) del paramento.

Se desaconseja su instalación en nicho, pero cuando ésta sea necesaria, el techo del mismo dispondrá de pendiente, de forma que la distancia del radiador al techo sea mayor de sesenta y cinco milímetros (65 mm.) en su parte exterior y de cuarenta milímetros (40 mm.) en la interior.

Antes de cada superficie de calefacción se pondrá una válvula de asiento de doble reglaje (uno de ellos no accesible a los usuarios) para regulación del circuito y del calor emitido por el elemento calefactor.

Los elementos calefactores serán fácilmente desmontables, sin necesidad de desmontar parte de la red de tuberías.

Todas las válvulas de las superficies de calefacción serán fácilmente accesibles.

Cuando las superficies de calefacción estén situadas junto a un cerramiento exterior, se recomienda poner, entre la superficie de calefacción y el muro exterior, un aislamiento de un material apropiado cuya conductancia sea, como máximo de  $1,5 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En ningún caso se debilitará el aislamiento del cerramiento exterior por la ubicación en hornacina de la superficie de calefacción.

En radiadores de tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de dos centímetros y medio (2,5cm.)

Si se coloca un radiador recubierto con un envolvente, se tendrá la precaución de que entre la parte superior del radiador y el techo de la envoltura exista una distancia mínima de cinco centímetros (5cm.), así como entre los laterales del envolvente y el radiador. En cualquier caso, deberán existir aberturas en la parte alta y baja de la envolvente como mínimo de cinco centímetros (5cm.) de altura para facilitar la convección natural.

En este caso, además, el acuerdo entre la pared del fondo y el techo se hará de forma que tienda a facilitar la salida de aire situada detrás del radiador. La envolvente del radiador permitirá el fácil acceso a llaves y purgadores.

El radiador permanecerá sensiblemente horizontal apoyado sobre todas sus patas o apoyos, cualesquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones. Los radiadores de hasta 10 elementos o cincuenta centímetros (50cm.) de longitud tendrán dos apoyos o cuelgues y por cada cincuenta centímetros (50cm.) de longitud o fracción tendrán un elemento más de cuelgue o apoyo.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías se efectuará de forma que el radiador se pueda purgar bien de aire hacia la red, sin que queden bolsas que eviten el completo llenado del radiador, o impidan la buena circulación del agua a través del mismo, en caso contrario, cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

Cuando se utilicen radiadores infrarrojos como calefacción permanente, se instalarán como mínimo a dos metros (2m.) de las personas y de cualquier tipo de combustible. Llevarán un soporte metálico y una pantalla reflectante.

#### 4.1.6.4.2.7 Aerotermos y convectores

Se anclarán en las paredes o al techo de forma que su sujeción dependa únicamente de estos anclajes y no se confíe en absoluto a la rigidez que le puedan dar las tuberías. Al conectarlos a éstas, no se originarán esfuerzos suplementarios ni se variará la posición que tenía el unitermo anclado.

Las unidades se colocarán de modo que el aire caliente roce las paredes frías, sin chocar directamente contra ellas. Se recomienda colocarlos de manera que el ángulo formado por la proyección horizontal de la corriente de aire caliente y la pared fría sea de unos 30º como máximo.

Cuando varios unitermos se coloquen en un recinto muy espacioso deberán situarse de tal manera que la corriente de aire de cada uno coincida con la adyacente, formándose una corriente circulatoria general.

En los talleres grandes con cubiertas muy frías, tales como las de "dientes de sierra" o en almacenes situados en el piso superior de los edificios de las fábricas, las unidades deberán colocarse de modo que la corriente circulatoria de aire producida tenga el menor recorrido posible. Se recomienda para estos casos, utilizar convectores con toma de aire inferior.

Los unitermos, en general, no deberán montarse a alturas mayores que las

indicadas en las instrucciones del fabricante. Para conseguir un funcionamiento económico, las unidades deberán montarse todo lo bajas que le permitan las tuberías del recinto en que se instalen, pero no tanto que la corriente del aire caliente moleste a los ocupantes del mismo.

Es recomendable situar la toma de aire de retorno del aparato a unos treinta centímetros (30 cm.) del suelo.

#### 4.1.6.4.2.8 Suelos y techos radiantes

Cuando se trate de techos tipo radiante, los tubos serán de acero estirado sin soldadura, cobre o material plástico homologado para este uso, con un diámetro interior mínimo de quince milímetros (15 mm.).

Los tubos calefactores utilizados para la construcción de paneles radiantes irán con juntas soldadas, las cuales, en el caso de ser de acero, al ser ensayadas a estanquidad, serán golpeadas con un martillo.

Se recubrirán todos los tubos con mortero de cemento no agresivo (después del ensayo de estanquidad), con un espesor mínimo de dos centímetros (2cm.).

El cintrado de los tubos podrá hacerse en frío, cuando el radio de curvatura del cintrado sea por lo menos cinco veces el diámetro de la tubería.

Estos tubos se probarán a una presión de 3 MPa, antes de ser recubiertos.

En el caso de suelos radiantes con circulación de agua, se usará tubo de polipropileno o polietileno.

En ningún caso se permitirán uniones bajo el suelo, empleando en todo momento material enterizo.

Cada circuito dispondrá de doble sistema de corte.

Se instalará mediante un sistema eficaz de fijación y dispondrá en todo momento, de un sistema de aislamiento inferior y periférico, que limite las pérdidas en dichos sentidos.

En el montaje de suelo radiante, los tubos de alimentación y colectores se fijan a la pared - éstos últimos tras caja registrable - a unos 50 cms del suelo, en un lugar centrado respecto a los locales.

Se procurará que los tubos de alimentación estén cercanos a los montantes y bajantes principales.

Acoplados a los elementos de regulación y control están los ramales de ida y de retorno de los respectivos serpentines calefactores.

Los tubos de alimentación y los ramales no irán nunca por una zona más baja que la de los serpentines.

Los trazados del suelo radiante podrán realizarse en "greca simple", "greca doble" y en espiral.

Las fases de montaje del suelo radiante serán las siguientes:

1. *Colocación de aislamientos.*- Ajustando bien, colocar primero las franjas laterales y, posteriormente las zonas centrales, sin que queden huecos o rendijas.

2. *Colocación del sistema de fijación.*

3. *Colocación de los tubos.*- Cuidar que quede, al menos, 15 cms bajo ellos para el mortero.

4. *Soldadura de tubos.*- Encarar los tubos, amarrarlos provisionalmente y acabar de colocar; después realizar las soldaduras conforme las normas de la casa comercial.

5. *Prueba de presión.*- Imprescindible e insustituible. Someter la instalación a una sobrepresión al menos durante 24 horas, dejando conectado un manómetro. Si en este tiempo baja la presión es señal de que existe una fuga. La presión utilizada para la prueba suele ser de  $1\text{kg}/\text{cm}^2$ .

6. *Colocación del mortero.*- Utilizar plastificantes para evitar coqueras que dificultarían la adecuada transmisión del calor.

7. *Pavimentación.*

#### 4.1.6.4.2.9 Componentes auxiliares de las instalaciones de calefacción

##### 4.1.6.4.2.9.1 Circuladores

Los circuladores podrán colocarse tanto en posición horizontal como en vertical pero en todas las circunstancias con el eje del motor en posición horizontal. Los extremos de las tuberías donde se instalen estarán perfectamente alineados para evitar esfuerzos y tensiones de montaje en el cuerpo principal del circulador.

#### 4.1.6.4.3.- Instalación de aire acondicionado

Todos los equipos y componentes deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

La situación, recorrido y características de la instalación serán las indicadas en proyecto. Se procurará que los recorridos sean lo más cortos posible.

La sección mínima de los conductos será la de la boca a la que esté fijado. El agua que pueda condensarse en su interior irá a la red de evacuación. Las fijaciones serán sólidas de forma que no se produzcan vibraciones y no transmitan tensiones a los conductos. No vibrará ningún elemento de la instalación, especial cuidado se prestará a la maquinaria susceptible de provocar ruidos o vibraciones molestas, quedando aislados los locales que las alberguen y desolidarizados con elementos rígidos o estructurales del edificio. En todo caso cumplirán con lo estipulado por el CTE-DB-HR de protección frente al ruido.

En las tuberías para refrigerantes las uniones se harán con manguitos, pudiendo dilatarse y contraerse libremente atravesando forjados y tabiques con camisas metálicas o de plástico. Las uniones entre tuberías convergentes se harán en "Y" y no en "T". Los cortes de tuberías se harán perpendiculares a eje y se limpiarán las rebabas. Los doblados se harán de forma que no se retuerza ni aplaste la tubería. Los conductos se aislarán de forma individual, no pudiendo proteger varios tubos un mismo aislamiento.

Los soportes de fijación para conductos estarán protegidos contra la oxidación. Las uniones entre conductos de chapa galvanizada se harán engatilladas, con tiras transversales entre conductos y los equipos serán de material flexible e impermeables.

Los difusores y rejillas serán de aluminio y llevarán compuertas de regulación de caudal.

Una vez terminada la instalación se harán todas las conexiones, se colocarán los elementos de regulación, control y accesorios, se limpiará su interior y se comprobará la estanquidad antes de introducir el refrigerante.

Para la limpieza de los conductos de transporte de aire deberán instalarse unos registros de inspección.

Los materiales y equipos utilizados formando parte de un circuito hidráulico, deberán soportar, sin deformación, goteos y fugas, no presentarán roturas ni oxidación, una presión hidrostática de prueba equivalente a una vez y media la de trabajo con un mínimo de 400 kpa.

Todos los materiales que intervienen en la construcción de un equipo deberán



ser adecuados a las temperaturas y presiones a las que su funcionamiento normal, e incluso extraordinario por avería, pueda someterlos.

Todos los materiales que intervienen en la instalación de acondicionamiento de aire serán resistentes al fuego con llama estándar de 800o durante un mínimo de treinta minutos. No propagarán la llama.

Los materiales que por su funcionamiento estén en contacto con el agua o el aire húmedo presentarán una resistencia a la corrosión que evite un envejecimiento o deterioro prematuro.

Los puntos de engrase, ajuste, comprobación y puesta a punto serán fácilmente accesibles desde el exterior del equipo, sin necesidad de remover el equipo de su lugar de instalación ni desconectarlo del circuito de fluido al que pertenezca. Las cubiertas, carcasas o protecciones que para el mantenimiento fuera necesario remover, estarán fijadas en su posición mediante dispositivos que permitan las maniobras de desmontar y montar con facilidad, sin herramientas especiales y tantas veces como sea necesario sin sufrir deterioro.

No se emplearán para la sujeción de estas protecciones tornillos rosca-chapa, ni con cabeza ranurada. La colocación de cubiertas, tapas y cierres estará diseñada de tal forma que físicamente sólo sea posible su colocación en la manera correcta.

El fabricante de todo equipo deberá garantizar la disponibilidad de repuestos necesarios durante la vida útil del mismo. Junto con los documentos técnicos del equipo, se exigirá una lista de despiece, con esquema de despiece referenciado numéricamente de tal forma que cualquier pieza de repuesto necesaria sea identificable fácilmente.

Junto a la documentación técnica del equipo se entregará por el fabricante, normas e instrucciones para el mantenimiento preventivo del equipo, así como un cuadro de diagnóstico de averías y puesta a punto.

Todo equipo estará provisto de las indicaciones y elementos de comprobación, señalización y tarado necesarios para poder realizar con facilidad todas las verificaciones y comprobaciones precisas para su puesta a punto y control de funcionamiento.

Todo equipo en que deba ajustarse y comprobarse la velocidad de rotación llevará un extremo del eje accesible para la conexión del tacómetro.

Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la presión de un fluido estará dotado de los manómetros de control correspondientes.

Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la temperatura de un fluido estará dotado de los termómetros correspondientes.

Todo equipo cuyo engrase se realice por un sistema de engrase a presión llevará el correspondiente indicador de la presión de engrase. En caso de disponer de un cárter de aceite, el nivel del aceite será fácilmente comprobable.

Los anteriores dispositivos de control y temperaturas llevarán una indicación de los límites de seguridad de funcionamiento.

El rendimiento de cualquier máquina componente de una instalación de aire acondicionado será el indicado por el fabricante en su documentación técnica, con una tolerancia de +/- 5 por 100 (+/- 5%). Las condiciones de ensayo se especificarán en cada caso.

La eficiencia de intercambio de cualquier equipo, recuperador o intercambiador, será la indicada por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del 3 por 100 (3%)

Los motores eléctricos para el accionamiento de los equipos deberán seleccionarse para trabajar lo más próximo posible a las condiciones de plena carga, pues en estas condiciones en las que la eficiencia de un motor es máxima, y las variaciones de voltaje respecto al teórico producen la mínima perturbación y pérdida de eficiencia. No obstante, en los ventiladores centrífugos deberá ponerse especial cuidado para evitar sobrecargas en un motor muy justamente dimensionado, debidas a una sobreestimación de las pérdidas de carga del circuito.

Ningún equipo podrá desprender en su funcionamiento gases u olores desagradables o nocivos, sin que los mismos estén debidamente controlados y canalizados para su adecuada evacuación.

El funcionamiento de cualquier equipo no producirá vibraciones desagradables o que puedan afectar al edificio y el nivel del ruido producido estará en los límites establecidos para que en el espacio habitable no se sobrepase los valores indicados para cada caso.

En la instalación de equipos autónomos se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

En pasillos, vestíbulos de locales no industriales, así como en habitaciones de locales institucionales, sólo podrán colocarse equipos compactos y partidos, que utilicen refrigerante del grupo primero (no tóxico y no inflamable).

Todos los equipos frigoríficos deberán estar provistos de carcasas de

protección, de tal forma que los hagan inaccesibles a personas no autorizadas.

Queda prohibida la instalación de equipos frigoríficos en los pasillos, escaleras y sus rellanos, entradas y salidas de edificios, siempre que dificulten la libre circulación de personas.

En función del empleo y condiciones en que vaya a colocarse el material aislante sobre los conductos, se especificarán los siguientes datos técnicos:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
- Módulo de elasticidad.
- Coeficiente de dilatación lineal.
- Comportamiento frente a parásitos.
- Comportamiento frente a agentes químicos.
- Comportamiento frente al fuego.

En cuanto al montaje de los elementos aislantes en los conductos, los soportes estarán secos y limpios, y carecerán de resaltes que impidan la fijación del aislamiento. El aislamiento debe cubrir toda la superficie a aislar. El aislamiento no presentará huecos o roturas. Tendrá una superficie plana sin abombamientos o resaltes.

No se someterán a esfuerzos para los que no han sido previstos. Se impedirá el acceso al personal de la obra, limitándose al mantenimiento o reparación. Los daños producidos por cualquier causa se repararán inmediatamente.

No se colocarán elementos que perforen el aislamiento.

#### 4.1.6.4.3.1 Unidades de tratamiento de aire (UTA)

Todos los componentes de una Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) deben ser accesibles para su mantenimiento y limpieza a través de puertas de acceso; en su caso, los componentes se deben extraer de forma fácil.

Los perfiles que conforman la estructura portante de la unidad no deben ser en forma de U, porque pueden ser receptáculos de suciedad y, además, su limpieza resulta difícil.

Todos los materiales porosos y fibrosos, salvo los filtros, deben estar protegidos contra la erosión por medio de un material que puede soportar frecuentes operaciones de limpieza.

En las unidades con elevados requerimientos de higiene (hospitales y laboratorios, por ejemplo), los tornillos y otros componentes similares no deben sobresalir en el interior.

Todas las unidades deben estar provistas de ventanas de inspección y alumbrado interior, por lo menos en las secciones de ventilación, filtros y humectadores.

Las bandejas de condensados deben disponer de desagües dotados de sifón con sello de altura adecuada a la depresión existente en el lugar, con un mínimo de 50 mm.

Las conducciones colectivas de un edificio se llevarán por patinillos que estarán aislados de los recintos protegidos y de los recintos habitables.

Las unidades terminales de sistemas mixtos de cualquier tipo tendrán válvulas de cierre a la entrada y a la salida del fluido portador para poder efectuar cambios de distribución u operaciones de mantenimiento.

Las unidades terminales deberán ser fácilmente accesibles para su limpieza, desinfección, mantenimiento y reparación o sustitución. Con el fin de facilitar estas labores y evitar molestias para los usuarios, las unidades terminales pueden situarse en un recinto que no sea permanentemente ocupado por las personas, como, por ejemplo, en pasillos.

Las unidades terminales que queden ocultas en falsos techos o suelos elevados, se debe prever un acceso que sea cercano al aparato y se pueda abrir sin recurrir a herramientas. Como se ha dicho, es conveniente que tales unidades terminales se sitúen en recintos adyacentes a los locales a climatizar, como los pasillos, para que las operaciones de mantenimiento puedan llevarse a cabo con más facilidad y evitando molestias para los usuarios.

Se prestará especial importancia a la accesibilidad y visibilidad de los instrumentos de medida, control, protección y maniobra.

Las unidades exteriores de los equipos autónomos quedarán ocultas a la vista en edificios de nueva construcción.

Los edificios multiusuarios con instalaciones térmicas situadas en el interior de sus locales (por ejemplo, edificios de viviendas), deberán disponer de patinillos verticales accesibles para alojar todas las conducciones correspondientes, con la holgura necesaria para poder efectuar las operaciones de mantenimiento.

#### 4.1.6.4.3.2 Refrigeración por techo

Será mediante circuito cerrado por paneles de tubos capilares instalados en falsos techos con tuberías de polietileno reticulado homologado, montado con accesorios de unión a tuberías de polietileno provisto de colector de ida, colector de

retorno, detentores, purgadores automáticos, válvulas de paso, termómetros, llaves de llenado y vaciado, tapones, soportes y adaptadores, caja para colectores.

#### 4.1.6.4.3.3 Conductos de lana o fibra de vidrio

En tramos horizontales, uno de cada tres refuerzos se recibirá al forjado mediante redondo de acero de seis milímetros (6 mm.) de diámetro y si la anchura del conducto es superior a ciento cincuenta centímetros (150 cm.), se recibirá uno cada dos.

En tramos verticales, los soportes se espaciarán como máximo trescientos sesenta centímetros (360 cm.) y se apoyarán en forjado o anclados a la pared.

El apoyo en forjado se hará con perfil de 30 x 30 x 3 mm., fijado al conducto y con refuerzo de chapa galvanizada de quince centímetros (15 cm.) de ancho por 8/10 mm de espesor.

Su anclaje en pared se hará con el mismo perfil fijado al refuerzo transversal y disponiendo interiormente en manguito de iguales características.

#### 4.1.6.4.4. Instalación solar térmica a baja temperatura para ACS

Todos los equipos y componentes deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Se seleccionarán depósitos de acumulación dotados de una boca de registro para la limpieza interior. Se establece un criterio para la catalogación de los depósitos de acumulación:

-Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre fácilmente accesible, con un diámetro mínimo de 400 mm o un sistema equivalente para permitir realizar operaciones de limpieza, desinfección y protección contra la corrosión.

-En los depósitos menores de 750 l será suficiente disponer de un acceso que permita la limpieza manual de todas las superficies interiores.

Es recomendable que los puntos terminales, como grifos y duchas, cuenten con elementos desmontables que permitan su correcta limpieza y desinfección.

Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

Las conducciones colectivas de un edificio se llevarán por patinillos que estarán aislados de los recintos protegidos y de los recintos habitables.

#### 4.1.6.4.4.1 Captadores

Se montará el captador siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

La carcasa del captador debe asegurar que en la cubierta se eviten tensiones inadmisibles, incluso bajo condiciones de temperatura máxima alcanzable por el captador.

##### 4.1.6.4.4.1.1 Conexión del sistema captador solar

Se prestará especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se conectarán entre sí en paralelo, en serie ó en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc. Además se instalará una válvula de seguridad por fila con el fin de proteger la instalación.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m<sup>2</sup> en la zona climática III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas IV y V establecidas en el Documento CTE-DB-HE4 – *Zonas Climáticas*.

La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

##### 4.1.6.4.4.2 Estructura soporte

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

La construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuados, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre captadores se ajustarán a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

#### 4.1.6.4.4.3 Sistema de acumulación solar

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

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

En los casos en los debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos horizontales las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

#### 4.1.6.4.4.4 Sistema de intercambio

En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

#### 4.1.6.4.4.5 Circuito hidráulico (tuberías, bombas, vasos de expansión, purga de aire, drenaje)

#### 4.1.6.4.4.5.1 Redes de tuberías

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

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

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

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

Las tuberías empleadas serán del tipo que impidan la formación de obturaciones o depósitos calcáreos para las condiciones de trabajo de diseño.

La longitud de tuberías del sistema será tan corta como sea posible y evitarán al máximo el montaje de codos y pérdidas de carga en general.

Los tramos horizontales de tuberías tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El tendido de las tuberías de agua fría se hará de forma que no resulten afectadas por los focos de calor, discurriendo siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría irá siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías se instalarán siempre 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 30cm.

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

Las tuberías de intemperie estarán dotadas de protección externa de aislamiento 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.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con longitud superior a 25m se adoptarán las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura.

Se evitará la formación de zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos de reserva, tramo de tuberías con fondo ciego, etc. Los tramos de tubería en los que no se pueda asegurar una circulación del agua y una temperatura mínima superior a 50oC no pueden tener una longitud superior a 5 metros o un volumen de agua almacenado superior a 3litros.

Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

En instalaciones superiores a 50m<sup>2</sup> se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

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 cm<sup>3</sup>. 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. La purga del acumulador permitirá la toma de muestras. En termoacumuladores de pequeño volumen la toma de muestra se podrá realizar del punto más cercano.

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

Las redes de conductos estarán equipadas con aperturas para el servicio para permitir las operaciones de desinfección y limpieza.

Los elementos instalados en la red de conductos deberán ser desmontables con apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Estos registros serán construidos con gran precisión y dotados de juntas de estanquidad, para no aumentar las fugas.

Si la red de conductos discurre por falsos techos, éstos también deberán disponer de la correspondiente apertura de acceso o una sección desmontable.

Las redes de tuberías deberán estar dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Los drenajes se deberían conducir a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

Los depósitos de acumulación deberán contar con una válvula de desagüe en el punto más bajo del mismo, de forma que permita su completo vaciado.

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En la puesta en marcha se realizará una limpieza y desinfección. La tubería de acometida de agua a la cabeza difusora y la misma cabeza deben quedar vacías cuando las duchas o grifos no estén en uso.

#### 4.1.6.4.4.5.2 Uniones y juntas

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

En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico. Los tubos sólo se soldarán 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 normativa. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

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

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

#### 4.1.6.4.4.5.3 Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas estarán protegidas 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:

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

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

Las conducciones exteriores y aquellas al aire libre, se protegerán igualmente. En este caso, los tubos de acero estarán 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.

Para evitar la corrosión por el uso de materiales, no se montarán tuberías de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando, según el sentido de circulación del agua, se instale primero el de menor valor.

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

De la misma forma, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

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

Se autoriza el acoplamiento de cobre, después de acero galvanizado, siempre y cuando se instale una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

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

Para evitar la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado anteriormente, se instalarán filtros

#### 4.1.6.4.4.5.4 Protección contra las condensaciones

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

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

#### 4.1.6.4.4.5.5 Protecciones térmicas

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

Si la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red alcance valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente la misma empleando un aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el indicado por la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

#### 4.1.6.4.4.5.6 Protección contra esfuerzos mecánicos

Las tuberías que atraviesen cualquier paramento de la edificación u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo harán dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente.

En instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical y el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros 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 centímetro.

Si la red de tuberías atraviesa, 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 2bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50% de la presión de servicio.

#### 4.1.6.4.4.5.7 Protección contra ruidos

Sin perjuicio de lo que establezca el CTE-DB HR *“Protección frente al ruido”* al respecto, se adoptarán las siguientes medidas:

- a) Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurren las conducciones estarán situados en zonas comunes
- b) 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.

#### 4.1.6.4.4.6 Accesorios

##### 4.1.6.4.4.6.1 Grapas y abrazaderas

Para la fijación de los tubos a los paramentos se emplearán grapas y abrazaderas, colocándose 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.

##### 4.1.6.4.4.6.2 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 bajo determinadas circunstancias 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.

#### 4.1.6.4.4.7 Sistemas de medición del consumo. Contadores

##### 4.1.6.4.4.7.1 Condiciones generales

Cada usuario deberá disponer de sus propios contadores de energía, de cualquier tipo (eléctrica y térmica).

-Para instalaciones de más de 70kW térmicos será obligatorio medir la energía consumida por la instalación de climatización.

-Con el mismo fin, se exige que las centrales frigoríficas de más de 400kW térmicos dispongan de dispositivos de medición y registro del consumo de energía eléctrica de las máquinas frigoríficas y sus accesorios, incluidas las torres, en su caso.

-Los generadores de calor y frío de potencia mayor que 70 kW dispondrán de un registrador de las horas de funcionamiento, así como del número de arrancadas de los compresores frigoríficos.

#### 4.1.6.4.4.7.2 Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio, estando impermeabilizada y contando con un desagüe en su piso o fondo para garantizar la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida.

El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

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

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

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

#### 4.1.6.4.4.7.3 Contadores individuales aislados

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

#### 4.1.6.4.4.8 Sistemas de control de la presión

##### 4.1.6.4.4.8.1 Montaje del grupo de sobreelevación

###### 4.1.6.4.4.8.1.1 Depósito auxiliar de alimentación

Almacenará el agua de consumo humano bajo las siguientes condiciones:

- a) El depósito será fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará con tapa y estará asegurada contra deslizamiento, disponiendo, en la zona más alta, de suficiente ventilación y aireación
- b) Se asegurarán todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas mediante dispositivos eficaces como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

Ser capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

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

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

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

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

###### 4.1.6.4.4.8.1.2 Bombas

Se instalarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de



impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

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

Los sistemas antivibratorios tendrán unos valores de transmisibilidad inferiores a los establecidos en el apartado correspondiente del CTE-DB-HR.

Se considerarán válidos los soportes antivibratorios y los manguitos elásticos que cumplan lo dispuesto en la norma UNE 100 153:1988.

Se realizará siempre una adecuada nivelación.

Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

#### 4.1.6.4.4.8.1.3 Depósito de presión

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

Los valores correspondientes de reglaje figurarán, de forma visible, en el depósito.

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

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

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

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

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha, demasiado frecuente del

equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se otorgará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.

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

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

#### 4.1.6.4.4.8.2 Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional

Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación.

Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tal cómo avería, interrupción del suministro eléctrico, etc.

Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula de tres vías con presiones máxima y/o mínima para cada situación.

Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

#### 4.1.6.4.4.8.3 Ejecución y montaje del reductor de presión

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

Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la

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

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad.

La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20% por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

Si por razones de servicio se requiere un by-pass, éste se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

#### 4.1.6.4.4.9 Montaje de los filtros

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

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

Para no interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se instalarán filtros retroenjuagables o mediante instalaciones paralelas.

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

#### 4.1.6.4.4.9.1 Instalación de aparatos dosificadores

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

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

Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS..

#### 4.1.6.4.4.9.2 Montaje de los equipos de descalcificación

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

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

Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará, delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

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

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie.

#### 4.1.6.4.4.10 Montaje de elementos en instalaciones de climatización de piscinas

En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

La temperatura del agua de una piscina, salvo las de usos terapéuticos, se mantendrá entre 24 y 30 °C.

La red de distribución de agua caliente debe ser independiente de la de tratamiento sanitario (filtración y tratamientos químicos o físicos).

En piscinas al aire libre sólo está permitido el uso de energía renovables (solar, biomasa) o residuales, estando prohibido el empleo de energía eléctrica en forma de bomba de calor.

#### 4.1.6.4.4.11 Sistema de energía convencional auxiliar

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

Sólo deberá entrar en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de

forma que se aproveche al máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis, cuando el de aporte de energía convencional auxiliar sea con acumulación o en línea.

Si no dispone de acumulación, (fuente instantánea), el equipo será modulante, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cual sea la temperatura del agua de entrada al mismo.

Para el control de la temperatura del agua en climatización de piscinas, se instalará una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor.

La temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

#### 4.1.6.4.4.12 Sistema de control

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, actuará 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 de 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.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Puede realizarse por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías del tipo “todo o nada”, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

#### 4.1.6.4.4.13 Sistema de medida

En instalaciones mayores de 20 m<sup>2</sup> se dispondrá al menos de un sistema analógico de medida local y de registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- a) temperatura de entrada agua fría de red.
- b) temperatura de salida acumulador solar.
- c) caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

#### 4.1.6.4.4.14 Protección contra retornos

Todos los aparatos y dispositivos se instalarán de forma que se impida la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua salida de ella.

Al ejecutar la instalación, está terminantemente prohibido empalmar ésta directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

No se establecerán uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

Las instalaciones de suministro que dispongan de sistema de tratamiento de agua estarán provistas de un dispositivo para impedir el retorno; este dispositivo debe situarse antes del sistema y lo más cerca posible del contador general si lo hubiera.

En todos los aparatos que se alimentan directamente de la distribución de

agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavaderos, y en general, en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter a 20 mm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente.

Los rociadores de ducha manual incorporarán un dispositivo antirretorno.

En los depósitos cerrados aunque estén en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua (por encima del punto más alto de la boca del aliviadero). Este aliviadero debe tener una capacidad suficiente para evacuar un caudal doble del máximo previsto de entrada de agua.

En las derivaciones de uso colectivo, los tubos de alimentación que no estén destinados exclusivamente a necesidades domésticas estarán provistos de un dispositivo antirretorno y una purga de control. En los edificios, éstas no pueden conectarse directamente a la red pública de distribución, salvo que fuera una instalación única en el edificio

Las calderas de vapor o de agua caliente con sobrepresión no se empalmarán directamente a la red pública de distribución. Cualquier dispositivo o aparato de alimentación que se utilice partirá de un depósito, para el que se cumplirán las anteriores disposiciones.

Las bombas no se podrán conectar directamente a las tuberías de llegada del agua de suministro, sino que deben alimentarse desde un depósito, excepto cuando estén equipadas con los dispositivos de protección y aislamiento que impidan que se produzca depresión en la red.

Esta protección alcanzará también a las bombas de caudal variable instaladas en los grupos de presión de acción regulable e incluirá un dispositivo que provoque el cierre de la aspiración y la parada de la bomba en caso de depresión en la tubería de alimentación y un depósito de protección contra las sobrepresiones producidas por golpe de ariete.

En los grupos de sobreelevación de tipo convencional, se instalará una válvula antirretorno, de tipo membrana, para amortiguar los posibles golpes de ariete.

#### 4.1.6.4.4.15 Señalización

Las tuberías de agua de consumo humano estarán señalizadas con los colores verde oscuro o azul.

Si el agua no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación estarán adecuadamente señalados para que

puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

#### 4.1.6.4.4.16 Requisitos a satisfacer por los materiales de la construcción necesarios para la ejecución de la instalación térmica

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

- a) Todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano.
- b) No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- c) Serán resistentes a la corrosión interior. d) Serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.
- e) No presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí.
- f) Deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato.
- g) Serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

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

#### 4.1.6.4.4.17 Condiciones particulares de las conducciones

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

- a) Tubos de acero galvanizado.
- b) Tubos de cobre.
- c) Tubos de acero inoxidable.
- d) Tubos de fundición dúctil.
- e) Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC).
- f) Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C).
- g) Tubos de polietileno (PE).



- h) Tubos de polietileno reticulado (PE-X).
- i) Tubos de polibutileno (PB).
- j) Tubos de polipropileno (PP).
- k) Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT).
- l) Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X).

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

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

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

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

#### 4.1.6.4.4.18 Aislantes térmicos

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

#### 4.1.6.4.4.19 Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

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

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

#### 4.1.6.4.4.20 Acumuladores e interacumuladores

Podrán ser eléctricos o a gas. Los eléctricos, con montaje de tipo vertical, dotados de termostato exterior regulable y testigos de funcionamiento luminosos, contruidos en acero de elevado espesor recubierta en la parte inferior de un esmalte

especial vitrificado y con aislamiento de espuma de poliuretano y ánodo de sacrificio de magnesio. Válvula de seguridad y antirretorno de 6 Kg./cm<sup>2</sup> y latiguillo.

Los de gas (gas natural y GLP), con cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido piezoeléctrico y seguridad por termopar (con piloto), dotado de quemador multigás y selector de temperatura de ACS. (de 35°C a 75°C), con protección por ánodo de magnesio y aislamiento de espuma de poliuretano y sonda antidesbordamiento de gases.

Los interacumuladores podrán ser vertical u horizontales para producción y acumulación de agua caliente, contruidos en acero galvanizado calorifugado o chapa de acero vitrificado o esmaltado y diseñados para protección catódica contra la corrosión, dotados de serpentín desmontable de doble envolvente, incluidas bomba circuito primario, red tuberías de acero negro, etc.

#### *4.1.6.5. Instalación de ventilación*

El sistema de ventilación mecánica se colocará sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios. Los aspiradores mecánicos, en su caso, deben instalarse aplomados y sujetos al conducto de extracción o a su revestimiento.

Los empalmes y conexiones deben ser estancos y estar protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de ventilación cumplirán las siguientes condiciones:

- a) lo especificado en el CTE-DB-HS-3.
- b) lo especificado en la legislación vigente
- c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.

Si se instalan compuertas que deban atravesar elementos delimitadores (muros, forjados, etc.) éstas serán de tipo cortafuegos. Si el espesor del elemento delimitador es insuficiente, la parte de la compuerta o del conducto que sobresalga se revestirá con un material resistente al fuego, de resistencia igual a la del elemento delimitador.

Los huecos de paso de los forjados deben proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm y debe rellenarse dicha holgura con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta debe apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

Para conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deben colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o cerámicas, deben recibirse con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, deben realizarse las uniones previstas en el sistema, cuidándose la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción deben taparse adecuadamente para evitar la entrada de escombros u otros objetos en los conductos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

El marco de la compuerta quedará fijado firmemente al elemento delimitador, directamente o a través de un manguito, de manera que la dilatación de los conductos no afecte a la posición de la compuerta y a su integridad. La lama (o lamas) de la compuerta, cuando está cerrada, deberá ajustarse al marco mediante un elemento de solape de, al menos, 20 mm. El juego entre lama y marco será suficiente para permitir la libre dilatación de la lama y será igual a una centésima parte del lado o diámetro de la compuerta, por lo menos.

Todos los componentes de las compuertas deberán estar protegidos contra la corrosión mediante la selección de materiales adecuados o la aplicación de barreras protectoras (pinturas o galvanizado).

En el conducto que acomete a la compuerta del lado del mecanismo se practicará un registro de inspección de medidas adecuadas para efectuar pruebas y facilitar las operaciones de mantenimiento.

Bajo ningún concepto se instalarán compuertas, de cualquier tipo, en conductos de extracción de aire de aparcamientos, de evacuación de humos de cocinas y de evacuación de productos de la combustión, por evidentes razones de seguridad, por lo que estas conducciones deberán estar totalmente situadas en una misma zona de fuego.

Los revestimientos de los conductos, interiores o exteriores, deben interrumpirse donde esté instalada una compuerta, para no interferir con su funcionamiento.

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro debe colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y deben sellarse los extremos en su encuentro con el mismo. Los elementos

de protección de las aberturas deben colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Los elementos de protección de las aberturas de extracción cuando dispongan de lamas, deben colocarse con éstas inclinadas en la dirección de la circulación del aire.

#### *4.1.6.6. Señalización*

Toda la instalación térmica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con puntos calientes, superficies frías y elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

#### **4.1.7. Acabados, control y aceptación, medición y abono**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero Director procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

##### *4.1.7.1. Acabados*

Terminada la instalación térmica, se vigilará especialmente los siguientes apartados:

Todos los materiales de la instalación quedarán protegidos frente a impactos, materiales agresivos, humedades y suciedad.

Adecuada fijación a los paramentos-soporte, de los elementos de la instalación, evitándose ruidos y vibraciones, y comprobación de la correcta conexión a las redes.

Comprobación de aquellos elementos que deban quedar en condiciones de servicio, completamente estanco y conectado a la red que debe alimentar, como depósitos.

Inexistencia de taponamientos y rebose de aguas, por la acumulación de sólidos que obstruye las tuberías de saneamiento disminuyendo la sección efectiva de las mismas.

Inexistencia de humedades y deterioro de pavimentos y otros elementos constructivos debido a fugas provocadas por la falta de estanqueidad en las uniones de tuberías, por soldaduras mal realizadas, por el empleo de material no adecuado como aporte en soldaduras, empotramientos que impiden la libre dilatación de las tuberías.

Inexistencia de interferencias con otros elementos constructivos, pudiendo deteriorar éstos últimos.

Condensaciones y congelación por la falta de aislamiento en las tuberías.

Estado y ejecución de los aislamientos.

Corrosión de las tuberías por falta de protección exterior, empleo de materiales no adecuados o por trabajar a temperaturas excesivas.

Corrosión y manchas en falsos techos.

Desprendimientos, por la sujeción inadecuada de los tubos.

Daños en elementos estructurales, por apertura de huecos en vigas, ábacos, etc. por el paso de instalaciones a través de elementos o en zonas no previstas debido a un mal replanteo o improvisaciones de última hora.

En los sistemas de calefacción, la Dirección Facultativa realizará una inspección, una vez finalizadas las obras, para el control de los acabados consistente en la apertura de paneles, registros, etc., e inspeccionando los equipos de calefacción instalados, los sistemas de ventilación, los conductos de salida de humos y chimeneas.

En los sistemas de aire acondicionado, se procederá a inspeccionar, abriendo paneles y registros, el equipo central y los sistemas de distribución.

#### *4.1.7.2. Control y aceptación*

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

##### *4.1.7.2.1. Controles funcionales en los sistemas de climatización y ventilación*

Comprobación que los equipos de la instalación cumple las exigencias de funcionamiento de las especificaciones del proyecto.

#### ***Trabajos preliminares.***

-Comprobación de la terminación de todos los trabajos de montaje e

instalación.

- Puesta en marcha de los equipos.
- Efectuar ajustes y regulación de la instalación.
- Ensayo y funcionamiento del sistema completo a diferentes cargas.
- Ajuste de caudal y de distribución de aire en condiciones especiales de funcionamiento.
- Ajuste de elementos de regulación en los conductos de aire.
- Ajuste y registro del equipo de seguridad.
- Ajuste de sistemas de mando y antihielo.
- Ajuste de mandos automáticos.
- Determinación del aire impulsado en cada elemento terminal, con regulación eventual.
- Ajuste de los elementos de regulación en las redes de conductos de calefacción, refrigeración y humidificación en relación con los datos de funcionamiento requeridos.
- Ajuste de la alimentación eléctrica según condiciones de diseño.
- Documento en el que se recogen los resultados de las pruebas realizados.
- Instrucciones para formar el personal encargado del manejo de la instalación.

#### ***Modo operativo de los controles funcionales.***

- Establecimiento de listado de verificaciones sobre todos los equipos.
- Extensión de los controles funcionales.
- Localización de los controles, acordándose previamente entre las partes interesadas.
- Instrucciones relativas al modo operar y lista de controles funcionales corrientes.

#### ***Controles separados de los dispositivos Dispositivos centrales, ventiladores.***

- Sentido de rotación de ventiladores.
- Regulación de velocidad o de caudal de aire de los ventiladores.
- Conmutador de puesta a cero.
- Puesta en marcha y parada de sistemas de regulación y mando de las compuertas.

#### ***Cambiadores de calor.***

- Sentido de funcionamiento y de regulación de los dispositivos de mando.
- Sentido de rotación de las bombas de circulación en los cambiadores de calor.

#### ***Compuertas de las hojas múltiples.***

- Control del sentido de marcha de los servomotores.

***Compuertas cortafuegos.***

- Ensayo del dispositivo y de la señal de enclavamiento.
- Ensayo del sentido y de los límites de la marcha de la compuerta y del indicador.

***Sección de mezcal, cámara de reposo, recalentamiento secundario, etc.***

- Control de funciones de regulación y mando.

***Red de conductos.***

- Elementos de regulación en las redes de calefacción, refrigeración y humidificación.
- Accesibilidad de la red de conductos.

***Elementos de regulación terminales de aire (impulsión / extracción) y caudal de aire en el local.***

- Ensayo de funcionamiento por control localizado.
- Ensayo de humo para una evaluación inicial del caudal de aire en el local y también de una iniciación de la circulación de aire en las zonas de conductos.

***Aparatos de mando y armarios de distribución.***

Comprobación localizada de las uniones de mando automático y de cierre en los diversos estados de funcionamiento, ajustando los valores de consigna, en particular:

- Valor de consigna de la temperatura interior.
- Valor de consigna de la humedad interior.
- Interruptor de arranque.
- Funciones antihielo.
- Compuertas de incendios (enclavamiento y señal)
- Regulación del caudal de aire.
- Sistemas de recuperación de calor.
- Unión con sistemas de protección contra incendios.

***4.1.7.3. Medición y abono***

Las conducciones se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo el tubo, aislamientos, piezas de sujeción, bridas, acoplamientos elásticos, piezas especiales, etc., incluidas ayudas de albañilería cuando existan.

Asimismo los suelos radiantes (y el mortero que lo recubre) se medirán y

valorarán por metro cuadrado de film de polietileno, colocado incluyendo, por unidad los elementos como paneles machihembrados de poliestireno expandido para aislamiento, cintas perimetrales de montaje, piezas especiales, racores, válvulas de esfera, grifos de purga, etc. Los aditivos plastificantes necesarios, por Kg.

Los sistemas capilares de refrigeración por techo se medirán y valorarán por metro lineal de conducto o tubo y por unidad de panel de tubos capilares, incluido colector, manguitos, tubos flexibles, etc.

Los sistemas de conductos de aire, se medirán y valorarán por unidad instalada en cuanto a ventiladores centrífugos, piezas de conductos circulares, rejillas de impulsión, rejillas para fan-colis de techo, difusores, silenciadores, bocas de ventilación, toberas, unidades de tratamiento de aire, compuertas, registros. Por metro lineal, el conducto circular, los tubos flexibles. Por metro cuadrado, los conductos de chapa galvanizada, los conductos de lana mineral.

Los demás elementos de las instalaciones térmicas (calefacción, aire acondicionado, ACS, ventilación), por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento, como generadores de calor (calderas, grupos térmicos, termos, calentadores, bombas de calor, etc.), intercambiadores, captadores solares (incluye, por litro, el líquido de relleno) acumuladores, depósitos de combustibles, intercambiadores, chimeneas, contadores, emisores (radiadores, aerotermos, ventiloconvectores, etc.), generadores de frío, unidades centralizadas, emisores por agua, fan-coils, sondas, termostatos, etc.

#### *4.1.7.4. Control de la instalación terminada*

En la instalación terminada, bien sobre su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, se realizarán las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el Ingeniero-Director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en la IT 2 y las exigidas por la normativa vigente.

### **4.1.8. Reconocimientos, pruebas y ensayos**

#### *4.1.8.1. Reconocimiento de las obras*

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos (a vertedero autorizado), embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado



antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación térmica ha sido llevada a cabo y terminadas, rematadas correcta y completamente.

#### *4.1.8.2. Pruebas y ensayos*

Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, de acuerdo a los requisitos de la IT 2.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del Ingeniero-Director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien otorgará su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Si para extender el certificado de la instalación fuese necesaria disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el Ingeniero-Director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas.

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

Se comprobará que los componentes del sistema instalados corresponden a las especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos.

Asimismo se comprobará que los componentes del sistema instalados coinciden con los que contempla el proyecto de ejecución.

Se controlará la conformidad con las reglas técnicas y reglamentos en vigor así

como la accesibilidad del sistema en lo relativo al funcionamiento, la limpieza y el mantenimiento.

Se revisará la limpieza del sistema.

Se revisará que estén todos los documentos necesarios para realiza la puesta en funcionamiento del sistema.

#### 4.1.8.2.1. Pruebas generales en sistemas de climatización y ventilación

De forma genérica las pruebas serán las siguientes:

- Accesibilidad de los componentes para el funcionamiento y el mantenimiento.
- Estado de limpieza de los aparatos, intercambiadores de calor y el sistema de distribución.
- Disposición de accesibilidad de las aberturas para la limpieza de los dispositivos y de las redes de conductos.
- Integridad del marcado y del tipo de designación. • Medidas de protección contra incendios previstas (compuertas cortafuegos, revestimientos ignífugos, etc.).
- Calorífugados previstos y dispositivos d estanqueidad del vapor.
- Protección prevista contra la corrosión de la estructura de montaje y de los apoyos.
- Dispositivos antivibratorios, sujeción de conductos, etc.
- Medidas tomadas de puerta a tierra de los componentes y del sistema de conductos.

#### ***Aparatos centrales, ventiladores.***

- Comprobación de la disposición lógica o no de los diversos elementos.
- Control de la placa de características. (Identificación de las prestaciones)
- Construcción (por ejemplo, doble envolvente)
- Pruebas de estanqueidad de los elementos y de las uniones flexibles por observación.
- Instalación de los amortiguadores de vibraciones.
- Fijación del motor.
- Número de correas trapeciales.(incluyendo repuestos)
- Protección de la transmisión.
- Purga con sifón.

-Prueba de la velocidad del ventilador y del motor de acuerdo con las características de la placa de identificación.

***Cambiadores de calor.***

- Control de la placa de características. (Identificación de las prestaciones)
- Comprobación de la estanqueidad de la envolvente.
- Comprobación concerniente al peligro.(curvatura de las aletas)
- Verificación del material de los cambiadores de calor.
- Comprobación de la entrada y salida en la conexión de agua.
- Comprobación de las condiciones de montaje de las válvulas de mando.
- Control de los dispositivos antivahos para detectar los eventuales peligros.
- Dispositivos antihelio dentro y fuera del cambiador de calor.

***Filtro de aire.***

- Revisión del sistema de filtrado y su calidad en función del tipo escogido.
- Inspección y montaje y sellado del marco.
- Verificación del filtrado para detectar los peligros eventuales.
- Controlar el indicador de presión diferencial con respecto a los peligros eventuales y verificar el nivel del fluido.
- Examinar el juego de filtros de repuesto previsto en el contrato).
- Comprobación de la limpieza.

***Humidificador.***

- Control de la placa de características. (Identificación de las prestaciones).
- Revisión de las condiciones de montaje, incluido el volumen de la cámara de humidificación.
- Comprobación de los elementos separados que lo integran (bombas, mando de nivel de agua, evacuación).
- Control del sistema de distribución de agua (vapor).

***Entrada de aire exterior.***

- Inspección de las dimensiones, del material y diseño de la rejilla exterior resistente a la intemperie.

***Compuertas corta fuegos.***

- Revisión de las condiciones de montaje.
- Marca de certificación.
- Control de la adecuación del tipo de mecanismo de enclavamiento.

***Red de conductos.***

- Ensayo de estanqueidad de las uniones por controles localizados e inspecciones manuales.

- Verificación de la calidad de los accesorios de conformidad con el contrato.
- Control del sellado del material del filtro.

***Sección de mezcla, cámaras de reposo, recalentamiento secundario, etc.***

- Comprobaciones localizadas a verificar la conformidad al proyecto.

***Elementos terminales de difusión.(impulsión / extracción de aire)***

- Comprobaciones de los tipos, disposición, correspondencia con los de proyecto.

***Dispositivos de mando y armarios de distribución.***

- Control de cada circuito de mando para verificar que el sistema está conforme al esquema general.
- Control de la disposición de los sensores.
- Comprobación del perfecto estado y de la disposición de los reguladores.
- Inspección de los armarios de distribución para verificar su conformidad con el contrato.
- Emplazamiento, accesibilidad.
- Sistema de protección.
- Ventilación.
- Marcado.
- Tipos de cables.
- Puerta a tierra.
- Esquemas de montaje enmarcados.

4.1.8.2.2 Prueba de estanqueidad de las redes de tuberías (instalaciones interiores)

Todas las partes de la red o el tramo de red de tuberías en prueba deberán ser accesibles para la observación de fugas y su reparación; no deberá estar instalado el aislamiento térmico. Todos los extremos de la sección de tuberías en prueba deberán sellarse herméticamente. Antes de realizar la prueba y, por supuesto, antes del sellado de las extremidades, la red de tubería deberá limpiarse de todos los residuos procedentes del montaje, como cascarillas, aceites, barro, etc. La limpieza se efectuará llenando la red de agua y vaciándola el número de veces que sea necesario. El agua podrá estar aditivada con algún producto detergente; esta práctica no está permitida cuando se trata de redes de agua para usos sanitarios. Deberá comprobarse que los equipos, aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se prueba puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales elementos deberán quedar excluidos mediante el cierre de válvulas o la sustitución por tapones.

La fuente de presurización deberá tener una presión igual o mayor que la presión de prueba. La conexión estará dotada de los siguientes accesorios:

- Válvula de interceptación de tipo de esfera.
- Filtro para agua.
- Válvula de retención.
- Válvula graduable reductora de presión o, en caso de no existir una fuente con presión suficiente, bomba dotada de VFD (variador de frecuencia) que aspira, de un depósito de capacidad adecuada, el volumen de agua necesario para el llenado de la red en prueba.
- Manómetro calibrado y de escala adecuada.
- Válvula de seguridad, tarada a la presión máxima admisible en la red.
- Manguito flexible de unión con la red o la sección de red en prueba.

Las fugas se detectarán por la formación de un goteo o un chorro de agua o, en caso de aberturas muy pequeñas, por la formación de superficies mojadas. La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se ha manifestado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Se prohíbe el empleo de masillas u otros materiales o medios improvisados o provisionales.

Después de haber preparado la red, se procederá a efectuar la prueba preliminar de estanquidad.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, desde su parte baja, dejando que el aire sea evacuado por los puntos altos, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire.

A continuación, bajo la presión hidrostática determinada por la altura de la red, se recorrerá ésta y se comprobará la presencia de fugas, en particular en las uniones. Se procederá a la reparación, en su caso, y se volverá a repetir esta prueba hasta tanto no se detecten fugas.

A continuación, se realizará la prueba de resistencia mecánica. Una vez llenada la red, se sube la presión hasta el valor de prueba y se cierra la acometida del agua. Si la presión en el manómetro bajara, se comprobará, primero, que las válvulas o tapones de las extremidades estén herméticamente cerrados. En caso afirmativo, se recorrerá la red para buscar señales de pérdidas de líquido. Esta prueba tendrá la duración necesaria para verificar visualmente la estanquidad de todas y cada una de las uniones.

Seguidamente se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, la cual estará conectada previamente y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- a) Para tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según

se describe en la norma UNE 100 151:1988

b) Para tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.

Los circuitos se someterán a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Transcurrido este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.

El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo abierta o cerrada.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión

Al terminar las pruebas se reducirá la presión, se conectarán a la red los equipos, aparatos y accesorios que hayan sido excluidos de la prueba, se actuará sobre las válvulas de corte y las válvulas de evacuación de aire y se volverán a instalar los aparatos de medida y control.

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

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

Seguidamente se resumen los pasos a seguir para la realización de la prueba de estanquidad de una red:

### **1 Preparación de la red**

- Eliminación de equipos, aparatos y accesorios que no soporten la presión de prueba.
- Cierre de todos los terminales abiertos, mediante válvula o tapones, delimitando la sección que va a ser sometida a prueba.
- Eliminación de todos los aparatos de medida y control.
- Apertura de todas las válvulas incluidas en la red en prueba.
- Comprobación de que todo los puntos altos de la red estén equipado de purgadores de aire.
- Comprobación de que la unión entre la fuente de presión y la red está fuertemente apretada.
- Antes de aplicar la presión asegurarse de que todas las personas hayan sido alejadas de los tramos de tuberías en prueba.

### **2 Prueba preliminar**

- Llenado de la red desde la parte baja, asegurándose de que el aire se escapa por los puntos más elevados sin aplicar presión.
- Se deberá recorrer toda la red para comprobar la presencia de fugas. Si se detectan fugas se procederá a su reparación.

### **3 Prueba de estanquidad**

- Una vez llenada toda la red y eliminado el aire eventualmente presente, se aumentará la presión hasta el valor de prueba.
- Se recorre la red para comprobar la presencia de fugas.
- Se verificará visualmente la estanquidad de todas y cada una de las uniones.

La prueba tendrá la duración necesaria para recorrer toda la red. Cuando la presión del manómetro bajara sin que se manifiesten fugas, se podrá alargar la duración de la prueba tomando nota de las variaciones de temperatura del ambiente, que pueden alterar la presión a la que está sometida la red. Habrá que tener cuidado cuando las condiciones del ambiente puedan reducir la temperatura del agua debajo del punto de congelación.

### **4 Reparación de fugas**

- La reparación de las uniones donde se han originados las fugas se hará desmontando la parte defectuosa o averiada y sustituyéndola por otra nueva.
- Una vez reparadas las anomalías, se volverá a repetir las pruebas desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá todas las veces que sea necesario, hasta tanto la red no sea estanca.

### **5 Terminación de la prueba**

- Reducción de la presión.
- Conexión a la red de los equipos, aparatos y accesorios que hayan sido excluidos de las pruebas.
- Instalación de los aparatos de medida y control que hayan sido desmontado para la prueba. Las presiones a las que se deben someter las redes de distribución del fluido portador serán las indicadas a continuación.
- Circuitos cerrados de fluidos portadores (incluidas torres de refrigeración): 1,5 veces la presión máxima de trabajo, con un mínimo de 6 bar.
- Circuitos abiertos de torres de refrigeración: 2 veces la presión hidrostática máxima, con un mínimo de 6 bar. Circuitos de agua para usos sanitarios: 2 veces la presión máxima de trabajo, con un mínimo de 6 bar.
- Agua sobrecalentada o vapor: 2 veces la presión máxima de trabajo, con un mínimo de 10 bar. Para cada prueba se redactará una ficha técnica en la que se anoten los valores obtenidos.

#### 4.1.8.2.3. Pruebas de las redes de conductos de aire

Las redes de conductos se probarán de acuerdo a lo que se indica a continuación. Las pruebas se realizarán antes de que la red de conductos quede oculta

por la instalación del aislamiento térmico, el cierre de obras de albañilería o de falsos techos o suelos.

Las pruebas se realizarán sobre la totalidad de la red de conductos. Si, por razones de ejecución de obra, se necesita ocultar parte de la red antes de su ultimación, las pruebas podrán realizarse subdividiéndola en tramos.

Las aberturas de terminación de los conductos, donde se conectarán las unidades terminales o los difusores, se cerrarán por medio de tapones de chapa metálica u otro material. El montaje de los elementos de cierre se hará al momento del montaje de los conductos para evitar la introducción de materiales extraños y de suciedad.

El ventilador, directamente acoplado al motor, será capaz de suministrar un caudal entre el 2 al 3% del caudal de la red de conductos, con una presión estática igual, por lo menos, a vez y media la presión máxima de trabajo de la red o a la presión máxima de trabajo de la red más 500Pa, la mayor entre las dos.

El acoplamiento entre la boca de descarga del ventilador y la entrada al tramo de conducto de medida es crítico; las uniones se harán mediante juntas de goma y soldadura a estaño.

La unión entre el conducto de medida y la red de conductos en prueba se sellará mediante masilla y cinta adhesiva.

El tramo de conducto de unión entre el ventilador y la red en pruebas será calandrado de chapa galvanizada de 15/10 de mm de espesor, de 80 mm de diámetro y una longitud mínima de 1,6 m. En este tramo se instalará un enderezador de flujo y una brida calibrada, con un taladro central de  $22 \pm 0,025$  mm de diámetro.

Antes y después de la brida calibrada se soldarán al conducto dos manguitos de acoplamiento al manómetro en U. Éste, a su vez, se acoplará a los manguitos mediante dos tubos flexibles de plástico de 6 mm de diámetro interior.

Las pruebas se realizarán según el siguiente procedimiento.

#### **Prueba preliminar**

- Se procede al reconocimiento auditivo del sistema de conductos.
- Se pone en marcha el ventilador gradualmente, hasta alcanzar una presión igual a la presión máxima de trabajo más 500 Pa.
- Se procede al reconocimiento auditivo de la red en prueba, detectando las fugas de aire. Se para el ventilador y se procede al sellado de todas las uniones defectuosas. Se dejará transcurrir el tiempo necesario para que el material sellante tenga tiempo de fraguar.



Se procede de nuevo a efectuar esta prueba hasta que hayan sido eliminadas todas las fugas.

### **Prueba estructural**

-Esta prueba sólo se debe hacer para conductos de forma rectangular. En esta prueba se debe alcanzar una presión igual a una vez y media la presión máxima de trabajo.

Las uniones transversales y longitudinales deben ser capaces de resistir la presión sin deformarse y sin perder la estanquidad. Para los refuerzos transversales de los conductos o sus uniones transversales, cuando éstas actúan como refuerzos, la deflexión máxima permitida es de 6 mm.

La deflexión máxima permitida para las chapas de las paredes de los conductos será la siguiente:

- Lados de hasta 300mm: 10mm
- Lados de hasta 450mm: 12mm
- Lados de hasta 600mm: 15mm
- Lados de más de 600mm: 20mm

### **Prueba de estanquidad**

Para asegurar que el caudal de aire en las unidades terminales sea igual al de diseño, es necesario sobredimensionar el caudal del ventilador en una cantidad igual a las pérdidas por exfiltración (fugas), cuando la red de conducto trabaje con presión positiva, o a las ganancias por infiltración, cuando la red de conducto trabaje con presión negativa. En adelante, todas las pérdidas y ganancias de caudal se denominarán con la palabra “pérdidas”. Las pérdidas son proporcionales a la longitud total de las uniones transversales y longitudinales, que, a su vez, está relacionada con la superficie exterior de los conductos y con la complejidad del sistema. A efectos prácticos, puede considerarse que las pérdidas sean proporcionales a la superficie exterior de los conductos. Se pone en marcha el ventilador y, gradualmente, se llega a la presión máxima de servicio. En estas condiciones, la lectura del manómetro indica la pérdida de presión a través de la brida taladrada y, en consecuencia, el caudal de fugas. Para cada prueba se redactará una ficha técnica en la que se anoten los valores obtenidos.

#### **4.1.8.2.4. Prueba de estanquidad de las chimeneas**

La prueba de estanquidad de los conductos para la evacuación de los productos de la combustión se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

#### **4.1.8.2.5. Pruebas finales**

Para las pruebas finales se seguirán las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599.

Para el subsistema solar se llevará a cabo una prueba de seguridad en condiciones de estancamiento del circuito primario.

#### 4.1.8.2.6. Pruebas particulares de las instalaciones de ACS

En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.
- Medición de temperaturas de la red

Con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 24 horas seguidas y además se hayan cumplido los siguientes requisitos, además de los contemplados en el presente apartado:

Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de dos años, contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

#### 4.1.8.2.7. Pruebas de eficiencia energética

Se exigirá a la empresa instaladora autorizada la realización y documentación de las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

-Comprobación del funcionamiento de los equipos de generación de calor (temperaturas, caudal, potencia, temperaturas de humos, etc.) a plena carga y a carga parcial (para su realización, consúltese la guía técnica no 5 del IDAE “Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas”).

-Comprobación del funcionamiento de los equipos de generación de frío (temperaturas, caudal, potencia, etc.) a plena carga y a carga parcial. (Para su realización, consúltese la guía técnica no 2 del IDAE “Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras y equipos autónomos de tratamiento de aire” y la no 4 “Torres de refrigeración”).

-Comprobación de la aportación energética de los sistemas de generación de energía de origen renovable. – Equipos de transferencia energética, como baterías, intercambiadores, etc. Serán de ayuda las fichas técnicas.

-Comprobación del sistema de automatización y control del edificio.

-Comprobación de caudales y temperaturas de impulsión y retorno de todos los circuitos de distribución de energía térmica y de sus pérdidas de energía. Esta comprobación está relacionada con la puesta en marcha de la instalación.

-Comprobación de los consumos energéticos en diferentes situaciones de carga térmica, lo que impone el seguimiento de la instalación durante un año completo.

-Comprobación del funcionamiento de los motores eléctricos, en particular, de su rendimiento.

#### 4.1.9. Condiciones de mantenimiento y uso

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones térmicas en los edificios son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.

Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento, absteniéndose

realizar un uso incompatible con el previsto.

Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del Manual de Uso y Mantenimiento de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.

La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del Manual de Uso y Mantenimiento y con las exigencias del RITE.

Las instrucciones de uso y mantenimiento, de acuerdo con las características específicas de la instalación, quedarán reflejadas mediante la elaboración de un *“Manual de Uso y Mantenimiento”* anteriormente mencionado, que contendrá las instrucciones de seguridad, manejo y operación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación proyectada, de acuerdo con la IT 3.

Será obligación del mantenedor autorizado y del Ingeniero- Director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el Manual de Uso y Mantenimiento a las características técnicas de la instalación. Las instalaciones mantendrán sus características originales. Si son necesarias reformas, éstas deben ser efectuadas por empresas autorizadas para ello de acuerdo a lo prescrito por el Reglamento RITE.

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

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

Las tuberías se emplazarán en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

Si fuese necesario interrumpir el funcionamiento de un generador, por desarrollar operaciones de mantenimiento o reparación, por razones de seguridad o explotación, etc., también deberá interrumpirse el funcionamiento de todos los equipos accesorios y/o auxiliares directamente relacionados con el mismo.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los

montantes, hasta cada derivación particular, se considerarán formando parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

Los elementos y equipos de la instalación tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, se instalarán en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

El mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo a los siguientes casos:

- a) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío igual o superior a 5kW e inferior o igual a 70kW. Se mantendrán por una empresa mantenedora, que debe realizar su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».
- b) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío mayor que 70kW. Se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular de la instalación térmica debe suscribir un contrato de mantenimiento, realizando su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».
- c) Instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea igual o mayor que 5.000kW en calor y/o 1.000kW en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400kW. Se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular debe suscribir un contrato de mantenimiento. El mantenimiento debe realizarse bajo la dirección de un técnico titulado competente con funciones de director de mantenimiento, ya pertenezca a la propiedad del edificio o a la plantilla de la empresa mantenedora.

En el caso de las instalaciones solares térmicas la clasificación en los apartados anteriores será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo. En el caso de que no exista este equipo de energía de apoyo la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por  $0,7\text{kW/m}^2$ .

El titular de la instalación podrá realizar con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas siempre y cuando acredite cumplir con los requisitos exigidos en el artículo 41 para el ejercicio de la actividad de mantenimiento, y sea autorizado por el órgano competente de la Comunidad

Autónoma.

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- a) Plan de vigilancia.
- b) Plan de mantenimiento preventivo.
- c) Programa de gestión energética

#### 4.1.9.1. Plan de vigilancia

Se define como el conjunto de operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son los correctos. Es un plan de observación simple (Inspecciones Visuales) de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, con el siguiente alcance:

De forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar, son las siguientes.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	I-Condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	I-Agritamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	I-Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	I-Fugas
	Estructura	3	I-Degradación, indicios de corrosión
Circuito Primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	I-Ausencia de humedad y fugas
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
Circuito Secundario	Termómetro	Diaria	I-Temperatura
	Tubería y aislamiento	6	I-Ausencia de humedad y fugas
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

#### 4.1.9.2. Plan de mantenimiento

Se definen como el conjunto de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación permitan mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

Se realizará por personal técnico competente con conocimientos demostrados de la tecnología solar térmica y de las instalaciones mecánicas en general.

Se anotarán las operaciones de mantenimiento en un “*Libro de mantenimiento*” en el que quedarán convenientemente reflejadas así como el mantenimiento correctivo que fuese necesario practicar.

El mantenimiento incluirá todas las operaciones y la sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se detallan las operaciones que se deben realizar según el sistema de la instalación.

##### - Sistema de captación.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	I-Diferencias sobre original
Cristales	6	I-Diferencias entre captadores
Juntas	6	I-Condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	I-Agritamientos, deformaciones
Carcasa	6	I-Corrosión, deformaciones
Conexiones	6	I-Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	I-Aparición de fugas
Captadores	6	I-Degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos

I: Inspección visual.

##### - Sistema de acumulación.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

I: Inspección visual.

## - Sistema de intercambio.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	II-Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	II-Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

II: Control de funcionamiento.

## - Sistema de captación.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	I-Degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	I- Uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	II- y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	II- Actuación
Válvula de corte	12	II- Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	II- Actuación

I: Inspección visual.

II: Control de funcionamiento.

## - Sistema eléctrico y de control.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobación cierre correcto para evitar entrada de polvo
Control diferencial	12	II-Actuación
Termostato	12	II-Actuación
Verificación del sistema de medida	12	II-Actuación

II: Control de funcionamiento.

## - Sistema de energía auxiliar.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	II-Actuación
Sondas de temperatura	12	II-Actuación

II: Control de funcionamiento.



### ***Sistema eléctrico y de control***

#### ***Sistema de energía auxiliar***

Para las instalaciones menores de 20 m<sup>2</sup> se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

#### ***4.1.9.3. Programa de gestión energética***

La empresa de mantenimiento deberá también llevar un registro de las mediciones de algunos parámetros de los generadores de calor y los de frío, con el fin de evaluar periódicamente la eficiencia energética de estos equipos.

Para las instalaciones solares térmicas de más de 20 m<sup>2</sup> de superficie de captación la empresa de mantenimiento realizará mediciones del consumo de agua caliente sanitaria y de la contribución solar. Una vez al año se comprobará el cumplimiento de la exigencia de la sección HE4 del CTE.

La empresa mantenedora deberá realizar un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua para instalaciones de más de 70 kW térmicos, con el fin de detectar posibles desviaciones de los valores iniciales y tomar las medidas correctoras necesarias.

Las instrucciones de seguridad de las instalaciones térmicas de más de 70kW serán visibles y comprenderán los aspectos relativos a paradas de equipos, indicaciones de seguridad, advertencias, cierre de válvulas, etc.

Las instrucciones de manejo y maniobra, así como las instrucciones de funcionamiento, deberán estar situadas en salas de máquinas y otros locales técnicos.

Será obligatorio efectuar la contabilización del consumo de energía de todos los usuarios (véase la guía técnica no 6 "Contabilización de consumos" del IDAE).

#### ***4.1.9.4. Limpieza y programa de desinfección***

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo tanto entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, según Orden SCO 317/2003, de 7 de febrero.

Se distinguen tres tipos de actuaciones en la instalación: 1. Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento. 2. Limpieza y desinfección de choque. 3. Limpieza y desinfección en caso de brote.

Al existir distintas configuraciones de instalaciones de ACS, desde el punto de vista de las actuaciones para evitar el crecimiento de *Legionella*, se distinguirán las siguientes:

**a) Instalaciones de ACS con lavabos y sin duchas ni otros elementos que produzcan aerosoles.**

Estas instalaciones generalmente al no producir aerosoles se puede considerar que están fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto, pero por ser susceptibles de crear hábitat adecuados para el desarrollo de *Legionella*, es recomendable, al menos, realizar una analítica de *Legionella* anual y en caso de detectar presencia, realizar una limpieza y desinfección según protocolos. Dado que estos sistemas pueden ser reservorios de agua conectados a otras instalaciones es preciso cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003.

**b) Instalaciones con generador de calor instantáneo y sin depósito acumulador con duchas u otros elementos que produzcan aerosoles:**

Al menos una vez al año, los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias. Se sumergirán en una solución que contenga 20mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante apto para su uso en agua fría de consumo humano. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo y posteriormente se aclarará con agua fría.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, si el resultado es positivo se realizará una desinfección, térmica o química, de la red de ACS según protocolos detallados en las tablas 6 y 7.

Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección.

Para los elementos terminales se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (> 50°C).

**c) Instalaciones con acumulador y sin circuito de retorno (con duchas o elementos que producen aerosoles).**

Para definir el protocolo de limpieza y desinfección en estas instalaciones se tendrá en cuenta tanto la capacidad como la accesibilidad y otras variables que se describen en la siguiente tabla:

	< 300 litros	300-750 litros	> 750 litros
<b>Accesibilidad</b>	Recomendable	Mínimo boca de mano	Obligatorio (> 400 mm) boca de hombre
<b>Temperatura operación</b>	Mantener T < 60°C en depósito. Alcanzar T > 50°C en puntos terminales aprox. 1 minuto	Mantener T < 60°C en depósito. Alcanzar T >= 50°C en puntos terminales aprox. 1 minuto	Mantener T < 60°C en depósito. Alcanzar T >= 50°C en puntos terminales aprox. 1 minuto
<b>Limpieza</b>	A través de purga	Anual	Anual
<b>Desinfección periódica</b>	Mínimo Anual	Mínimo Anual	Mínimo Anual
<b>Purga</b>	Mínimo semanal	Mínimo semanal Disponer desagüe de pura en el punto más bajo	Mínimo semanal Disponer desagüe de pura en el punto más bajo

Al menos una vez al año, los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias. Se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante apto para su uso en agua fría de consumo humano. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo y posteriormente se aclarará con agua fría.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, en Proyecto de las instalaciones de un centro infantil

instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral, y en establecimientos lúdicos, turísticos y deportivos la periodicidad mínima recomendada es semestral.

Si se detecta presencia de *Legionella* se realizará una desinfección, preferiblemente térmica, de toda la instalación incluyendo la red de ACS según protocolos Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección.

Se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (3 50C en elementos terminales y > 60oC en depósitos acumuladores).

**d) Instalaciones con acumulador y circuito de retorno. (con duchas o elementos que producen aerosoles).**

Para definir el protocolo de limpieza y desinfección en estas instalaciones es preciso tener en cuenta tanto la capacidad como la accesibilidad y otras variables que se describen en la siguiente tabla:

	<b>&lt;= 750 litros</b>	<b>&gt; 750 litros</b>
<b>Accesibilidad</b>	Mínimo boca de mano	Obligatorio (> 400 mm) boca de hombre
<b>Temperatura operación</b>	Mantener T < 60°C en deposito. Alcanzar T > 50°C en puntos terminales aprox. 1 minuto	Mantener T < 60°C en deposito. Alcanzar T > 50°C en puntos terminales aprox. 1 minuto
<b>Limpieza</b>	Anual	Anual
<b>Desinfección periódica</b>	Mínimo Anual	Mínimo Anual
<b>Purga</b>	Mínimo semanal Disponer desagüe de pura en el punto más bajo	Mínimo semanal Disponer desagüe de pura en el punto más bajo

En todos los casos, se realizará desinfección anual, térmica o química, de la red completa de ACS, incluyendo acumulador, red de impulsión, red de retorno y elementos terminales.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, en instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos,

balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral y en establecimientos lúdicos, turísticos y deportivos la periodicidad mínima recomendada es semestral.

Si se detecta presencia de *Legionella* se realizará una desinfección, química o preferiblemente térmica, de toda la instalación de ACS (acumulador, redes y elementos terminales) según protocolos. Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección. Se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (> 50 °C en elementos terminales y > 60 °C en depósitos acumuladores).

#### *4.1.9.5. Limpieza y desinfección en caso de brote de legionella*

En el caso de producirse un brote se realizará un tratamiento en todo el sistema de distribución de Agua Caliente Sanitaria, tal y como se especifica en el anexo 3 del Real Decreto 865/2003.

Todas las actividades realizadas con motivo de la aparición de un brote de legionelosis en una instalación han de quedar reflejadas en el registro de mantenimiento de forma que estén siempre disponibles para las Autoridades Sanitarias.

Todos los elementos desmontables deberán tratarse según lo establecido en anteriores apartados, teniendo en cuenta que sólo puede utilizarse cloro, procediendo a la renovación de aquellos elementos de la red en los que se aprecie alguna anomalía, en especial los que se vean afectados por procesos de corrosión e incrustación.

#### *4.1.9.6. Registros asociados a las instalaciones de ACS*

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberán indicar:

##### **a) Para las instalaciones catalogadas de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella:**

- Plano señalizado con la descripción de flujos de agua y de las temperaturas de consigna en los diferentes puntos del sistema.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua realizados incluyendo registros de temperatura en los depósitos de acumulación.
- Certificados de limpieza-desinfección.

-Resultado de la evaluación del riesgo.

**b) Para las instalaciones catalogadas de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella:**

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.

Resultado de la evaluación del riesgo

- El contenido del registro y de los certificados de los tratamientos deberá ajustarse al Real Decreto 865/2003.

*4.1.9.7. Prevención de riesgos laborales*

Con el fin de prevenir los accidentes de trabajo y los riesgos para la salud de los operarios de las instalaciones y del personal de mantenimiento, limpieza y desinfección, especialmente los riesgos derivados de la inhalación de aerosoles con legionela y de la exposición a productos químicos y agentes físicos utilizados en el tratamiento de las instalaciones y del agua de las mismas, deben tomarse las siguientes precauciones.

Planificar y diseñar las tareas de revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección de forma que los riesgos para los trabajadores sean mínimos, mediante procedimientos de trabajo escritos. Aquellas tareas en las cuales el riesgo pueda ser importante, como, por ejemplo, las que se realicen en espacios confinados, o las que impliquen la utilización de agentes químicos o la exposición a agentes físicos, no deben realizarse nunca en solitario. Aunque sean llevadas a cabo por un solo trabajador, siempre debe haber en las inmediaciones otra persona con los equipos de protección individual (EPI) y medios apropiados para que, en caso de producirse un accidente o una exposición excesiva, pueda socorrer al afectado sin que ella misma se exponga al riesgo.

Informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que pueden verse expuestos y sobre los medios y medidas preventivas establecidas y adiestrarles en la ejecución segura de sus tareas y la observancia de las medidas de prevención.

Guardar los productos químicos en un almacén a ellos dedicado y deben existir normas escritas sobre su almacenamiento y manipulación, redactadas de acuerdo a las fichas de seguridad suministradas por los fabricantes.

Suministrar a los trabajadores equipos de protección individual acordes al riesgo al que puedan estar expuestos en la realización de sus tareas, que no supongan

un riesgo o esfuerzo añadido o sean penosos de llevar.

Los trabajadores deben ser adiestrados en su uso, limpieza, descontaminación, mantenimiento y conservación adecuados. Es recomendable que existan procedimientos escritos para ello. De acuerdo a la tarea que se realice y a los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos y biológicos, se recomienda la utilización de los equipos de protección individual que se señalan en la siguiente tabla.

#### *4.1.9.8. Interrupción del servicio*

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

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

#### *4.1.9.9. Nueva puesta en servicio*

Todas las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria se limpiarán y desinfectarán cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión así lo aconseje o cuando lo determine la Autoridad Sanitaria.

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

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

En instalaciones de descalcificación se iniciará una regeneración por arranque manual.

#### 4.1.9.10. Certificado de mantenimiento

Anualmente el mantenedor autorizado titular del carné profesional y el Director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de mantenimiento, que será enviado, si así se determina, al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quedando una copia del mismo en posesión del titular de la instalación. La validez del certificado de mantenimiento expedido será como máximo de un año.

El certificado de mantenimiento, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- a) Identificación de la instalación.
- b) Identificación de la empresa mantenedora, mantenedor autorizado responsable de la instalación y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva.
- c) Resultados de las operaciones realizadas de acuerdo con la IT 3 del RITE.
- d) Declaración expresa de que la instalación ha sido mantenida de acuerdo con el «Manual de Uso y Mantenimiento » y que cumple con los requisitos exigidos en la IT 3 del RITE.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.



#### 4.1.9.11. Mantenimiento instalación de ventilación

Operación	Trabajos	Periodicidad
Limpieza de rejillas	Aspirar la pelusa con un aspirador. Soplar lamas con aire a presión. Pasar un trapo por las lamas.	Cuando se vean sucias
Limpieza de rodetes y palas	Desconectada la alimentación eléctrica y bloqueando el rodete, pulverizar con desengrasante y limpiar con paño y agua a presión. Dejar secar	Anual o cuando vibre
Limpieza de conductos	Realizada por empresa de mantenimiento	Cada 5 años
Engrase de cojinetes	Desconectada la alimentación eléctrica y bloqueando el rodete, con engrasador llenar de grasa	Anual
Controlar arranque automático	Verificar el sistema de arranque por temporizador o sensor de CO2	Anual
Tensado de correas	Si lleva correas de transmisión, verificar tensado	Semestral

#### 4.1.9.12. Reparación. Reposición

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

#### 4.1.10. Inspecciones

Las inspecciones, iniciales y periódicas de eficiencia energética sobre las instalaciones térmicas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Serán realizadas, bien por personal facultativo de los servicios de Seguridad Industrial del órgano competente de la Comunidad Autónoma, o mediante Organismos o Entidades de Control Autorizadas (O.C.A.) en este campo reglamentario, siendo, en este último caso, de libre designación y elección por parte de La Propiedad o titular de la instalación.

Las inspecciones incluirán el análisis y evaluación del rendimiento y la revisión del registro oficial de las operaciones de mantenimiento.

Cuando la instalación térmica tenga más de 15 años de antigüedad y la potencia térmica nominal sea más de 20 kW de potencia térmica nominal, incluida la instalación de energía solar, y para equipos de producción de frío de más de 12 kW de potencia térmica nominal, se deberá realizar una inspección de toda la instalación térmica desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Dos serán los tipos de inspecciones a realizar sobre las instalaciones térmicas, clasificándose en *Inspecciones Iniciales* e *Inspecciones Periódicas de Eficiencia Energética*.

Como resultado de la inspección, se emitirá el correspondiente *Certificado de Inspección*, el cual señalará si el proyecto o memoria técnica y la instalación ejecutada cumple los preceptos del RITE, la posible relación de defectos, la calificación de la instalación y plazo de subsanación.

##### 4.1.10.1. Inspecciones iniciales

Ejecutada la instalación térmica y presentada la documentación de la misma para la solicitud de su puesta en marcha, el órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá disponer de una inspección inicial de estas instalaciones con la finalidad de comprobar el cumplimiento reglamentario del RITE.

Ésta se realizará sobre la base del cumplimiento de las condiciones de bienestar e higiene, eficiencia energética y de seguridades establecidas por el RITE y contempladas en el presente Pliego de Condiciones, asimismo acorde a la reglamentación industrial en vigor, y para las instalaciones que empleen gases combustibles, a través de su específica reglamentación.

#### 4.1.10.2. Inspecciones periódicas de eficiencia energética

Se inspeccionarán con la finalidad de verificar su cumplimiento reglamentario, según tipología, potencia, contenidos, plazos, criterios de valoración y medidas a adoptar como resultado de las mismas, en función de las características de la instalación.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma establecerá:

- a) El calendario de inspecciones periódicas de eficiencia energética, coordinando su realización con otras inspecciones a las que vengan obligadas por razón de otros reglamentos.
- b) Los requisitos de los agentes autorizados para llevar a cabo estas inspecciones, que podrán ser, entre otros, organismos o entidades de control autorizadas para este campo reglamentario, o técnicos independientes, cualificados y acreditados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, elegidos libremente por el titular de la instalación de entre los autorizados para realizar estas funciones.

##### 4.1.10.2.1. Alcance de las inspecciones de eficiencia energética

###### 4.1.10.2.1.1 Generador de calor

Se inspeccionarán aquellos generadores de Potencia instalada  $\geq 20$  kW, comprendiendo las siguientes tareas:

- a) Análisis y evaluación del rendimiento (no tendrá un valor inferior a 2 unidades con respecto al rendimiento determinado en la puesta en servicio).
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento establecidas en la IT3 del RIT, relacionadas con el generador de calor y la energía solar.
- c) Incluirá la instalación de energía solar térmica, caso de existir y comprenderá la evaluación de la contribución mínima en la producción de agua caliente sanitaria y calefacción solar.

###### 4.1.10.2.1.2 Generador de frío

Se inspeccionará los generadores de frío de potencia **térmica nominal > 12 kW** y comprenderá las siguientes actuaciones:

- a) Análisis y evaluación del rendimiento
- b) Inspección de registro oficial de operaciones de mantenimiento establecidas

en la IT3 del RITE, relacionadas con el generador de frío para verificar su realización periódica y el cumplimiento y adecuación del “Manual de Uso y Mantenimiento” a la instalación existente.

c) Inspección de la instalación de energía solar, caso de existir ésta y comprenderá la evaluación de la contribución de energía solar al sistema de refrigeración solar.

#### 4.1.10.2.1.3 Instalación térmica completa

Transcurridos quince (15) años desde la emisión del primer certificado de instalación, y con **potencia térmica nominal > 20kW en calor o 12kW en frío**, se realizará una inspección global, comprendiendo ésta las siguientes tareas:

- a) Inspección del sistema relacionado con la eficiencia energética según la IT1 del RITE.
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento establecidas en la IT3 del RITE para la instalación térmica completa y comprobación del cumplimiento y adecuación del “Manual de Uso y Mantenimiento” a la instalación existente.
- c) Elaboración de informe-dictamen de asesoramiento y de adopción de mejoras de la eficiencia energética con posibilidad de incorporar energía solar. Este informe será entregado a La Propiedad y contemplará propuestas de rentabilidad energética, económica y de sostenibilidad medioambiental.

#### 4.1.10.2.2. Periodicidad de las inspecciones

##### 4.1.10.2.2.1 Generadores de calor

Los generadores de calor de las instalaciones existentes deberán superar su primera inspección de acuerdo con el calendario que al respecto establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma en función de la potencia, tipo de comestible y antigüedad.

Potencia Térmica Nominal (kW)	Tipo de combustible	Periodo de Inspección
20 ≤ P <	Gases y combustibles renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles	Cada 5 años
P > 70	Gases y combustibles renovables	Cada 4 años
	Otros combustibles	Cada 2 años

#### 10.2.2.2 Generadores de frío

Los generadores de frío de las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal superior a 12 kW, se inspeccionarán periódicamente de acuerdo con el calendario que al respecto establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de su antigüedad y de que su potencia térmica nominal sea mayor de 70 kW o igual, o inferior a dicho valor.

#### 10.2.2.3 Instalación térmica completa

Esta inspección se hará coincidir con la primera inspección del generador de calor o frío, una vez que la instalación haya superado los quince (15) años de antigüedad. Posteriormente, este tipo de inspección completa se hará cada 15 años

#### 10.3.- Calificación de las instalaciones en función del resultado de la inspección de eficiencia energética y emisión del certificado de inspección

**Aceptable:** Si no se determina la existencia de algún defecto grave o muy grave, donde los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que debe establecer los medios para subsanarlos, acreditando su subsanación antes de tres (3) meses.

**Condicionada:** Si se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o de un defecto leve descubierto en otra inspección anterior y que no se haya corregido. En este caso:

- a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán entrar en servicio y ser suministradas de energía en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de aceptable.

b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, acreditando su subsanación antes de quince (15) días. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el organismo que haya efectuado ese control debe remitir el certificado de inspección al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quién podrá disponer la suspensión del suministro de energía hasta la obtención de la calificación de aceptable.

Negativa: cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

a) Las instalaciones nuevas objeto de esta calificación no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de aceptable.

b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá certificado de calificación negativa, que se remitirá inmediatamente al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quién deberá disponer la suspensión del suministro de energía hasta la obtención de la calificación de aceptable.

Los certificados de inspección periódica se presentarán ante el órgano competente de la Administración de la Comunidad Autónoma haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el Colegio Oficial correspondiente en el plazo máximo de UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

#### *4.1.10.4. De los plazos de entrega y de validez de los certificados de inspección oca*

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará, en el generador de frío o de calor, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

#### *4.1.10.5. Tipos de defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones térmicas y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora*

Los defectos en las instalaciones térmicas se clasificarán en: muy graves, graves o leves.

Defecto muy grave: es aquel que suponga un peligro inmediato para la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente.

Defecto grave: es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes o del medio ambiente, pero el defecto puede reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación térmica o su eficiencia energética, así como la sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

Defecto leve: es aquel que no perturba el funcionamiento de la instalación y por el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados,

procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

#### **4.1.11. Condiciones de índole facultativo**

##### *4.1.11.1. De la responsabilidad de las partes en el cumplimiento reglamentario.*

La responsabilidad del cumplimiento del RITE recae sobre:

1. Los agentes que participan en el diseño, dimensionado, montaje y puesta en marcha de las instalaciones.
2. Los agentes que participan en el mantenimiento e inspección de las instalaciones.
3. Las entidades e instituciones que intervienen en el visado, supervisión o informes de los proyectos o memorias técnicas.
4. Los titulares y usuarios de las instalaciones

##### *4.1.11.2. Del titular de la instalación térmica y sus obligaciones*

Son obligaciones y responsabilidades del titular/usuario de la instalación térmica, las siguientes:

Es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en lo que se refiere a su uso y mantenimiento, y sin que este mantenimiento pueda ser sustituido por la garantía.

No está autorizado a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Mantener, durante la vida útil de la instalación, y con carácter permanente, su buen estado de seguridad y funcionamiento, utilizándola de acuerdo con sus características funcionales.

Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones térmicas.



Asimismo será responsable de que se realicen las siguientes acciones:

- a) Encargar a una empresa mantenedora, la realización del mantenimiento de la instalación térmica.
- b) Realizar las inspecciones obligatorias y conservar su correspondiente documentación.
- c) Conservar la documentación de todas las actuaciones, ya sean de reparación o reforma realizadas en la instalación térmica, así como las relacionadas con el fin de la vida útil de la misma o sus equipos, consignándolas en el Libro del Edificio.

También podrá realizar, con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas siempre y cuando acredite cumplir con los requisitos exigidos en el artículo 41 del RITE, para el ejercicio de la actividad de mantenimiento, y sea autorizado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

#### *4.1.11.3. De la dirección facultativa*

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

#### *4.1.11.4. De la empresa instaladora autorizada o contratista*

Se define como “Empresa instaladora autorizada” a la persona física o jurídica que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional, realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación y desmantelamiento de las instalaciones térmicas que se le encomiende y esté autorizada para ello en el ámbito del RITE.

Para el ejercicio de esta actividad, deben, además de haber sido autorizadas para ello, encontrarse inscritos en el Registro de empresas instaladoras autorizadas, en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

Tendrá obligación de extender un Certificado de Instalación y un redactar un

Manual de Uso y Mantenimiento por cada instalación térmica que ejecute, ya sea nueva o reforma de una existente.

Las empresas instaladoras registradas están obligadas a tener una copia del certificado de registro a disposición del público y deben hacerlo constar en sus documentos técnicos y comerciales.

El certificado de registro de empresa instaladora tendrá validez por un período de cinco (5) años, siempre y cuando se mantengan las condiciones que permitieron su concesión, debiendo ser renovado, a solicitud del interesado, antes de la finalización de dicho plazo.

#### *4.1.11.5. De la empresa mantenedora autorizada*

Se define como “Empresa mantenedora autorizada” a la persona física o jurídica que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional, realiza las actividades industriales relacionadas realiza con el mantenimiento y la reparación de las instalaciones térmicas en el ámbito del RITE.

Para el ejercicio de esta actividad, deben, además de haber sido autorizadas para ello, encontrarse inscritas en el Registro de empresas mantenedoras autorizadas, en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.

Las empresas mantenedoras registradas están obligadas a tener una copia del certificado de registro a disposición del público y deben hacerlo constar en sus documentos técnicos y comerciales.

El certificado de registro de empresa mantenedora tendrá validez por un período de cinco (5) años, siempre y cuando se mantengan las condiciones que permitieron su concesión, debiendo ser renovado, a solicitud del interesado, antes de la finalización de dicho plazo.

Formalizará un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación térmica, y tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Comunicar al órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente, y en el plazo de un (1) mes, las altas y bajas de los trabajadores con carné profesional.
- b) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- c) Interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en

que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación, hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente.

d) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación térmica.

e) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.

f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica de eficiencia energética a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.

g) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

#### *4.1.11.6. De los organismos de control autorizado*

Un OCA es aquella entidad que realiza el ámbito reglamentario, en materia de seguridad industrial, actividades de certificación, ensayo, inspección o auditoria, en base a lo definido en el artículo 41 del Reglamento de las Infraestructuras para la Calidad y la Seguridad Industrial aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, autorizada en el campo de las instalaciones térmicas e inscrita en el Registro Especial de esta Comunidad Autónoma.

#### *4.1.11.7. Condiciones de índole administrativo*

##### *4.1.11.7.1. Antes del inicio de las obras*

Antes de comenzar la ejecución de la instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de obra.

##### *4.1.11.7.2. De la puesta en servicio de la instalación*

Para la puesta en servicio de instalaciones térmicas, tanto de nueva planta como de reforma de las existentes, será necesario el registro del certificado de la

instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se ubique la instalación, para lo cual la empresa instaladora debe presentar al mismo la siguiente documentación:

- a) Proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada.
- b) Certificado de la instalación.
- c) Certificado de inspección inicial con calificación aceptable, cuando sea preceptivo.

Las instalaciones térmicas referidas en el artículo 15.1.c) del RITE no precisarán acreditación del cumplimiento reglamentario ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Una vez comprobada la documentación aportada, el certificado de la instalación será registrado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, pudiendo a partir de este momento realizar la puesta en servicio de la instalación.

La puesta en servicio efectiva de las instalaciones estará supeditada, en su caso, a la acreditación del cumplimiento de otros reglamentos de seguridad que la afecten y a la obtención de las correspondientes autorizaciones.

Registrada la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma, el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de éste último sea preceptiva, hará entrega al titular de la instalación de la documentación que se relaciona a continuación, que se debe incorporar en el *Libro del Edificio*:

- a) El proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada.
- b) Manual de Uso y Mantenimiento de la instalación realmente ejecutada.
- c) Relación de los materiales y los equipos realmente instalados, en la que se indiquen sus características técnicas y de funcionamiento, junto con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- d) Resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con a IT 2, incluidas fichas técnicas de los equipos.
- e) Certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma;
- f) Certificado de la inspección inicial, cuando sea preceptivo.

El titular de la instalación solicitará el suministro regular de energía a la

empresa suministradora de energía mediante la entrega de una copia del certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Queda prohibido el suministro regular de energía a aquellas instalaciones sujetas al Reglamento RITE cuyo titular no facilite a la empresa suministradora copia del certificado de la instalación registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

#### *4.1.11.8. Certificado de dirección y finalización de obra*

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación térmica proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.

#### *4.1.11.9. Certificado de la instalación*

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación térmica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

Finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifica en la IT 2, con resultados satisfactorios, el instalador autorizado y el Ingeniero- Director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación.

El certificado, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- g) identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada.
- h) identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director de la instalación, cuando la participación de este

último sea preceptiva.

- i) los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2.
- j) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto o memoria técnica y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

#### 4.1.11.10. *Certificado de mantenimiento*

Anualmente el mantenedor autorizado titular del carné profesional y el director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de mantenimiento, que será enviado, si así se determina, al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quedando una copia del mismo en posesión del titular de la instalación. La validez del certificado de mantenimiento expedido será como máximo de un año.

El certificado de mantenimiento, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- a) Identificación de la instalación.
- b) Identificación de la empresa mantenedora, mantenedor autorizado responsable de la instalación y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva.
- c) Resultados de las operaciones realizadas de acuerdo con la IT 3.
- d) Declaración expresa de que la instalación ha sido mantenida de acuerdo con el “Manual de Uso y Mantenimiento” y que cumple con los requisitos exigidos en la IT 3.

#### 4.1.11.11. *Manual de uso y mantenimiento*

La redacción del “Manual de Uso y Mantenimiento”, que contendrá las instrucciones de manejo y seguridad, así como los programas de mantenimiento y gestión energética, será redactado al finalizar las obras, por parte de la Dirección Técnica, en caso de instalaciones de más de 70kW, y por la empresa instaladora en caso de instalaciones iguales o menores que 70kW, junto con la redacción de la memoria definitiva y de los planos “*as-built*”.

Al finalizar las obras, dentro del Manual de Uso y Mantenimiento, se incluirá también un documento que contenga todos los folletos de los equipos instalados, con sus características técnicas. No serán aceptables, en general, los catálogos que

comprendan toda la serie de productos del fabricante.

En el Manual de Uso y Mantenimiento se tendrán que incluir también las Fichas Técnicas de todos los equipos y aparatos que forman parte de la instalación.

#### *4.1.11.12. Libro de órdenes*

En las instalaciones térmicas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán que contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el Colegio Oficial correspondiente y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

#### *4.1.11.13. Incompatibilidades*

En una misma instalación u obra, no podrán coincidir en la misma persona física o jurídica, las figuras del Ingeniero- proyectista o Director de obra con la de instalador o empresa instaladora que esté ejecutando la misma.

#### *4.1.11.14. Instalaciones empresa instaladora ejecutadas por más de una instaladora*

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. El Ingeniero-Director recogerá expresamente tal circunstancia en el

Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

#### *4.1.11.15. Subcontratación*

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Propietario.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que éste.

Al respecto se estará a lo estipulado, para la ejecución de los siguientes trabajos realizados en obras de construcción tales como excavación; movimiento de tierras; construcción; montaje y desmontaje de elementos prefabricados; acondicionamientos o instalaciones; transformación; rehabilitación; reparación; desmantelamiento; derribo; mantenimiento; conservación y trabajos de pintura y limpieza; saneamiento, por el REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, el cual tiene por objeto establecer las normas necesarias para la aplicación y desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

#### *4.1.11.16. Libro del edificio*

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Ordenación de la Edificación, el Ingeniero-Director de la obra de la instalación térmica de una edificación entregará al titular el Libro del Edificio, una vez finalizada ésta, y el promotor, a su vez, deberá entregarlo a los usuarios finales del edificio.

Por tanto, las instalaciones térmicas dispondrán obligatoriamente de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y que formarán parte del Libro del Edificio.

El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

La empresa mantenedora confeccionará el registro y será responsable de las



anotaciones en el mismo.

El Libro del Edificio estará compuesto, al menos, por la siguiente documentación: el proyecto, con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones (Manual de Uso y Mantenimiento), de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de éste último sea preceptiva, hará entrega al titular de la instalación de la documentación que se relaciona a continuación, que se debe incorporar en el Libro del Edificio:

- a) Proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada
- b) “Manual de Uso y Mantenimiento” de la instalación realmente ejecutada.
- c) Relación de los materiales y los equipos realmente instalados, en la que se indiquen sus características técnicas y de funcionamiento, junto con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- d) Resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2.
- e) Certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- f) Certificado de la inspección inicial, cuando sea preceptivo.

## 4.2. Pliego de condiciones eléctricas.

### 4.2.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores en Baja Tensión, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, así como la ORDEN de 16 de Abril de 201, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

### 4.2.2. Campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas interiores en Baja Tensión reguladas por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

#### 4.2.3. Normativa de aplicación

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la instalación eléctrica interior en BT, las siguientes normas y reglamentos:

**Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

**Guía Técnica** de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

**Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

**ORDEN de 16 de Abril de 2010**, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

**Ley 54/1997, de 27 de noviembre**, del Sector Eléctrico.

**Ley 11/1997, de 2 de diciembre**, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

**Ley 8/2005, de 21 de diciembre**, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

**Ley 21/1992, de 16 de julio**, de Industria.

**Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

**DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

**Real Decreto 47/2007, de 19 de enero**, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (si procede).

**Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero**, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

**Real Decreto 838/2002.** Requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

**RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988 del Mo de Industria y Energía,** por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.

**Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre,** por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

**ORDEN de 25 de mayo de 2007,** por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

**Ordenanzas Municipales** del lugar donde se ubique la instalación.

**Normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN** de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista.

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

#### **4.2.4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos**

##### *4.2.4.1.- Definición y clasificación de las instalaciones eléctricas*

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

**Instalación de baja tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ( $U < 1 \text{ kV}$ ).

**Instalación de media tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ( $1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$ ).

**Instalación de alta tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión

nominal es igual o superior a 66 kV ( $U \geq 66$  kV).

#### 4.2.4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con:

-Acometida.

-Caja general de protección (CGP).

-Caja de protección y medida (CPM). Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

-Línea general de alimentación (LGA).

Conductores (tres de fase y uno de neutro) de cobre o aluminio.

Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo pueda abrir con la ayuda de un útil.

Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.

Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

-Centralización de contadores (CC).

-Derivación individual (DI).

Conductores de cobre o aluminio.

Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo pueda abrir con la ayuda de un útil.

Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.

Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

-Cuadro general de distribución.

Interruptor general automático de corte omnipolar.

Interruptor diferencial general.

Dispositivos de corte omnipolar  
Dispositivos de protección contra sobretensiones.  
Interruptor de control de potencia (ICP).

-Instalación interior.

Conductores de cobre o aluminio.

Circuitos.

Puntos de luz (lámparas y luminarias) y tomas de corriente.

-Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.

-En algunos casos la instalación incluirá:

Grupo electrógeno (GE) y/o SAI.

Interruptor de Protección Contra Incendios (IPI).

#### *4.2.4.3. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación eléctrica*

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

-Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.

-Marca y modelo.

- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

*Conductores y mecanismos:*

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).

*Contadores y equipos:*

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

*Cuadros generales de distribución:*

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

*Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:*

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

*Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electro-bobinas.*

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

#### *4.2.4.4. Conductores eléctricos*

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

Estos serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando

vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE que le sea de aplicación y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

#### *4.2.4.5. Conductores de protección*

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:  $2,5 \text{ mm}^2$  (con protección mecánica) o  $4 \text{ mm}^2$  (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:



-Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.

-Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

-Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

#### *4.2.4.6. Identificación de conductores*

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

#### *4.2.4.7. Tubos protectores*

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separado 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos

0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT- 21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT- 21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT- 21 del REBT.

#### *4.2.4.8. Canales protectoras*

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT- 01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo

indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelos a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

#### *4.2.4.9. Cajas generales de protección (CGP)*

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 4 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos 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. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

#### *4.2.4.10. Cajas de protección y medida (CPM)*

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 5 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC-BT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

#### *4.2.4.11. Interruptor de protección contra incendios (IPI)*

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

#### *4.2.4.12. Cajas de empalme y derivaciones (CD)*

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 8 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo

y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

#### 4.2.4.13. Cuadros de mando y protección (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ITC-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

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.

#### 4.2.4.14. Línea general de alimentación (LGA)

La línea general de alimentación (LGA) es el circuito que parte de la caja general de protección hasta una o varias centralizaciones de contadores.

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-14 del REBT y las condiciones recogidas en el apartado 7 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El tipo de canalización empleado y sus dimensiones son las especificadas en la memoria del presente proyecto así como también los datos de sección y aislamiento de conductores, la denominación técnica del cable, la de su cubierta y composición del conductor, los valores de las caídas de tensión admisibles, las secciones del neutro, las intensidades máximas admisibles, etc., empleándose obligatoriamente cables no propagadores del incendio y con emisión de humos de opacidad reducida.

Cuando la LGA discorra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La LGA no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

#### 4.2.4.15. Contadores y equipos de medida (EM)

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica.

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-16 del REBT y en el apartado 9 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Se prestará especial atención a las medidas correctoras establecidas en el presente proyecto descritas en la memoria, relativas a la ubicación e instalación de la centralización de contadores para minimizar los posibles riesgos de incendio (ventilación, evacuación de humos, sectorización del incendio, etc.), especialmente en casos tales como centralizaciones situadas en vestíbulos o pasillos de entrada a edificios, que formen parte de recorridos de evacuación.

Los EM estarán contenidos en módulos, paneles o armarios que constituirán conjuntos con envolvente aislante precintable.

El grado de protección mínimo será:

-Para instalaciones de tipo interior: IP 40; IK 09.

-Para instalaciones de tipo exterior: IP 43; IK 09.

Estos conjuntos deben cumplir las Normas UNE que les sean de aplicación.

#### *4.2.4.16. Derivación individual (DI)*

Es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Le será de aplicación lo dispuesto en la ITC-BT-15 del REBT y en el epígrafe 10 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

La descripción de las DI seleccionadas, sus longitudes, trazados y características de la instalación son las reflejadas en la memoria del presente proyecto así como en la misma se contemplan los datos del tipo de hilo de mando empleado para la aplicación de diferentes tarifas, el tipo de canalización a usar y sus dimensiones, así como las dimensiones mínimas de las canaladuras para trazados verticales, según lo dispuesto en la tabla 1 del apartado 2 de la ITC-BT-15 del REBT, las características, sección y aislamiento de los conductores elegidos.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

#### *4.2.4.17. Dispositivo de control de potencia*

Estará regulado por la ITC-BT-17 del REBT y el apartado 11 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Los datos de situación del dispositivo de control de potencia, de la descripción de la envolvente y de las características y descripción del dispositivo de control de potencia son los determinados en la memoria del presente proyecto.

#### *4.2.4.18. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.*

Estarán regulados por la ITC-BT-17 del REBT y por lo especificado en el apartado 12 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora, adoptándose las medidas oportunas para evitar peligros adicionales en caso de incendios, prestando especial atención a la ubicación de los cuadros en recintos que formen parte de las vías de evacuación (como por ejemplo en vestíbulos).

Los datos de situación y número de cuadros de distribución que alojarán los dispositivos de mando y protección, así como su composición y características son los



definidos en la memoria del presente proyecto, así como los relativos a evolutivos, Interruptor General Automático (IGA) y las medidas de protección contra sobrecargas adoptadas según ITC-BT- 22 e ITC-BT-26, las relativas a medidas de protección contra sobretensiones (ITC-BT-23 e ITC-BT-26) y de medidas de protección contra los contactos directos e indirectos (ITC-BT-24 e ITC-BT-26).

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección y sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del dispositivo de control de potencia.
- 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 del REBT.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 del REBT, si fuese necesario.

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.

#### *4.2.4.19. Aparatación eléctrica*

Todos los aparatos de maniobra, protección y medida serán procedentes de firmas de reconocida solvencia y homologados, no debiendo ser instalados sin haber sido examinados previamente por la Dirección Facultativa, quien podrá rechazarlos, si a su juicio no reúnen las debidas condiciones de calidad.

#### *4.2.4.20. Interruptores automáticos*

Los interruptores serán de corte omnipolar, con la topología, denominación y características establecidas en la Memoria Descriptiva y en los Diagramas Unifilares del presente proyecto, pudiendo ser sustituidos por otros, de denominación distinta,

siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del presente proyecto, salvo autorización expresa y por escrito de la Dirección Facultativa, por no existir un tipo determinado en el mercado.

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 4,5kA 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 ITC-BT-24 del REBT.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

#### *4.2.4.21. Fusibles*

Los fusibles cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Los fusibles se ajustarán a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material por las normas UNE correspondientes.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por las temperaturas a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección de metal en caso de fusión y eviten que las partes en tensión puedan ser accesibles en servicio normal.

#### *4.2.4.22. Circuito o instalación de puesta a tierra*

Estará formado por un circuito cuyas características, forma y lugar de su instalación seguirán estrictamente lo descrito en la Memoria Descriptiva y demás documentos del presente proyecto, los cuales estarán acordes, en todo momento, con las prescripciones establecidas en las Instrucciones ITC-BT-18 e ITC-BT-26 del REBT.

#### *4.2.4.23. Luminarias*

Serán de los tipos señalados en la memoria del presente proyecto o equivalentes y cumplirán obligatoriamente las prescripciones fijadas en la Instrucción ITC-BT-44 del REBT. En cualquier caso serán adecuadas a la potencia de las lámparas a instalar en ellas y cumplirán con lo prescrito en las Normas UNE correspondientes.

Tendrán curvas fotométricas, longitudinales y transversales simétricas respecto a un eje vertical, salvo indicación expresa en sentido contrario en alguno de los documentos del Proyecto o de la Dirección Facultativa.

Su masa no sobrepasará los 5 Kg de peso cuando éstas se encuentren suspendidas excepcionalmente de cables flexibles.

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V siendo necesario que el cableado externo de conexión a la red disponga del adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

Las partes metálicas accesibles (partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad, ITC-BT-24) luminarias que no sean de Clase I o Clase II deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

De acuerdo con el Documento Básico DB HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del Código Técnico de la Edificación (CTE), los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

#### *4.2.4.24. Lámparas y portalámparas*

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión en el interior de las viviendas. En el interior de locales comerciales y edificios se podrán utilizar cuando su emplazamiento esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envoltentes separadoras tal y como se define en la ITC-BT-24 del REBT.

Las lámparas de descarga tendrán el alojamiento necesario para la reactancia, condensador, cebadores, y los accesorios necesarios para su fijación.

Todas las lámparas llevarán grabadas claramente las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Potencia nominal en vatios.
- Condiciones de encendido y color aparente.

Los portalámparas serán de alguno de los tipos, formas y dimensiones exigidos por la Norma UNE para estos equipos, recomendándose que éstos sean diferentes cuando las lámparas sean alimentadas a distintas tensiones. Si se emplean portalámparas con contacto central, se conectará a éste el conductor de fase o polar y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

#### 4.2.4.25. *Balastos*

Equipo que sirve para mantener un flujo de corriente estable en lámparas, ya sea un tubo fluorescente, lámpara de vapor de sodio, lámpara de haluro metálico o lámpara de vapor de mercurio. Vulgarmente al balasto se lo conoce como reactancia ya que debido a la corriente alterna la bobina del balasto presenta reactancia inductiva.

Cumplirán las normas UNE que les sean de aplicación y llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Modelo.
- Esquema de conexión con todas las indicaciones para la utilización correcta de los bornes o conductores del exterior del balasto.
- Tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.
- Potencia nominal.
- Factor de potencia.

#### 4.2.4.26. *Condensadores*

Dispositivo que almacena energía eléctrica. Es un componente pasivo.

Estarán constituidos por recipientes herméticos y arrollamientos de dos hojas de aluminio aisladas entre sí por capas de papel impregnado en aceite o parafina y conexiones en paralelo entre arrollamientos.

Deberán elevar el factor de potencia hasta un mínimo de 0,85.

Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Capacidad.
- Tensión de alimentación.
- Tipo de corriente para la que está previsto.
- Temperatura máxima de funcionamiento.

#### 4.2.4.27. *Cebadores*

Dispositivo necesario para el encendido de algunos objetos eléctricos, como por ejemplo los tubos fluorescentes.

Estarán constituidos por recipientes y contactores a base de dos láminas bimetálicas. Incluirán condensador para eliminación de interferencias de radiodifusión de capacidad comprendida entre 0,005 y 0,02 microfaradios.

Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Tipo de referencia al catálogo del fabricante.
- Indicará el circuito y el tipo de lámpara o lámparas para la que es utilizable.

#### 4.2.4.28. *Pequeño material y varios*

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de reconocida solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

### **4.2.5. De la ejecución o montaje de la instalación**

#### 4.2.5.1. *Consideraciones generales*

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora

autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

#### *4.2.5.2. Preparación eléctrica del soporte de la instalación eléctrica*

El soporte estará constituido por los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección, se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de 1 canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm.

Se colocarán registros con una distancia máxima de 15 m. Las rozas verticales se separarán de los cercos y premarcos al menos 20 cm y cuando se dispongan rozas por dos caras de paramento la distancia entre dos paralelas será como mínimo de 50 cm, y su profundidad de 4 cm para ladrillo macizo y 1 canuto para ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Si el montaje fuera superficial el recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada.

Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Se ejecutará la instalación interior, la cual si es empotrada, se realizarán, rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible.

#### *4.2.5.3. Comprobaciones iniciales*

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación eléctrica de baja tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcarán, por

instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada ésta según REBT.

#### 4.2.5.4. Fases de ejecución

##### 4.2.5.4.1. Caja general de protección (CGP)

Se instalarán en la fachada exterior de la edificación donde se ejecuta la instalación eléctrica, preferentemente en lugares de libre y permanente acceso desde la vía pública. Si la fachada no linda con la vía pública, la CGP se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas y en todo caso se adoptarán las medidas necesarias para que el emplazamiento seleccionado esté lo más próximo a la red de distribución urbana o Centro de Transformación (CT), así como lo suficientemente alejado del resto de las instalaciones (abastecimiento de agua, gas, teléfono, audiovisuales y telecomunicaciones, etc.), según estipula las ITC-BT-06 e ITC-BT-07 del REBT.

Si el local o edificación alberga en su interior un Centro de Transformación (CT) para distribución en Baja Tensión se permitirá que los fusibles del cuadro de BT de dicho centro de transformación se utilicen como protección de la línea general de alimentación (LGA). En esta circunstancia el mantenimiento de esta protección corresponderá a la compañía suministradora de electricidad.

La disposición para entrada y salida de los cables por la parte inferior de las CGP de intensidades superiores a 100 A, será tal que permita la conexión de los mismos sin necesidad de ser enhebrados.

Las CGP de intensidades superiores a 100 A dispondrán de un orificio independiente que permita el paso de un cable aislado, de hasta 50 mm<sup>2</sup>, para la puesta a tierra del neutro.

Los orificios para el paso de los cables llevarán incorporados dispositivos de ajuste, que se suministrarán colocados en su emplazamiento o en el interior de las CGP.

Los dispositivos de ajuste dispondrán de un sistema de fijación tal que permita que, una vez instalados, sean solidarios con la CGP, pero que, en cuanto se abra la CGP, sean fácilmente desmontables.

Las bases de las CGP -caras inferiores destinadas a la entrada de cables- deben permitir la fácil adaptación de la canal protectora de los cables de la acometida. Cuando el acceso de los cables a las CGP esté previsto mediante tubos de protección, la arista exterior de éstos más próxima a la pared de fijación, no distará más de 25 mm del plano de fijación de la CGP.

Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala, en aquellas CGP provistas de bases de cortacircuitos del tipo de cuchilla, excepto en aquellas con tipo cuchilla tamaño 00.

En el diseño de las CGP con entrada y salida por su parte inferior, la disposición relativa de las conexiones se efectuará teniendo en cuenta que, normalmente, la última operación de conexión corresponde a los cables de la empresa suministradora de la energía.

Los dispositivos que se utilicen para sujetar los conductores a los bornes de las CGP de 63 A, no deberán emplearse para sujetar otros elementos.

Las dimensiones finales de la CGP serán las mínimas tales que admitan en su totalidad los terminales de pala de las conexiones de entrada y salida de los cables.

Las CGP deberán tener su interior ventilado con el fin de evitar las condensaciones. Los elementos que proporcionen esta ventilación no deberán reducir su grado de protección.

Si la trasera de la CGP da a un local o zona no común del edificio, se colocará en la parte trasera del mismo una plancha metálica de 2,5 mm de espesor, de tal manera que proteja a éste de cualquier golpe o taladro que involuntariamente se pueda realizar.

Si la acometida es aérea, las CGP podrán montarse superficialmente a una altura del suelo entre 3 y 4 m.

Si la acometida es subterránea, las CGP se instalarán siempre en un nicho alojado en la pared, dotada de puerta metálica (aluminio o acero inoxidable) y grado de protección IK 10, con revestimiento exterior para protección contra la corrosión, con candado o llave normalizada por la compañía suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a una distancia mínima de 30 cm y máxima de 90 cm del suelo.

Por cada línea de alimentación se dispondrá una sola CGP, no pudiéndose alojar más de dos CGP en un mismo nicho. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la Propiedad y la empresa suministradora.



#### 4.2.5.4.2. Cajas de protección y de medida (CPM)

Con respecto a su instalación o montaje se aplicará lo expuesto en el apartado anterior del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares con la salvedad de que su montaje no puede ser de tipo superficial.

Los dispositivos de lectura y equipos que albergan este tipo de cajas deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m

Las CPM serán de doble aislamiento, de tipo exterior y se situarán:

- Empotradas en las fachadas de las viviendas.
- Empotradas en las vallas o muros de cerramiento.
- Alojadas en el interior de un monolito o zócalo situado en los límites de la propiedad, en zonas rurales y cuando no exista cerramiento.

Se mimetizará el efecto visual de la CPM sobre la pared o el entorno.

Para las CPM que deban instalarse en cascos históricos, su ubicación será en el interior del vestíbulo de acceso al inmueble, realizándose con el consentimiento de la empresa suministradora, y siempre que se trate de obras de rehabilitación o reforma, no autorizándose este tipo de instalaciones en obras de nueva construcción.

Se podrán admitir otras soluciones en casos excepcionales motivadas por el entorno histórico-artístico, estas soluciones contemplarán las disposiciones municipales y características y tipología de la red.

Deberá cumplir las características destacadas anteriormente para las CGP, salvo que no se admitirá el montaje superficial y que su grado de protección será IK 09.

La tapa deberá llevar una parte transparente (resistente a rayos ultravioletas), que cumpliendo las mismas exigencias del resto de la envolvente, excepto la resistencia a los álcalis, permita la lectura del contador y reloj, sin necesidad de su apertura.

Las entradas y salidas se harán por la parte inferior lateral de la caja.

#### 4.2.5.4.3. Cajas de derivación (CD)

En el interior de las cajas de derivación no existirán más que las conexiones amovibles de pletinas de cobre necesarias para la realización de las derivaciones. Estas pletinas tendrán los puntos de sujeción necesarios para evitar que se deformen o se desplacen al efectuar el apriete.

#### 4.2.5.4.4. Línea general de alimentación (LGA)

Su trazado será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo siempre por lugares de uso común. En ningún caso la línea general de alimentación discurrirá por

las canalizaciones (tubos, arquetas, etc.) pertenecientes a la Empresa Distribuidora.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones, para distintas centralizaciones de contadores. Estas derivaciones se realizarán mediante cajas de derivación, que estarán constituidas por una envolvente aislante precintable, que contenga principalmente los bornes de conexión para la realización de las derivaciones. Estas cajas de derivación, instaladas en las zonas comunes de la edificación, tendrán un grado de protección mínimo IP 40 e IK 09, serán de doble aislamiento y de accesibilidad frontal.

Las llegadas y salidas de la línea deberán estar perfectamente taponadas, evitando la entrada de animales, roedores, etc. a las mismas.

La intensidad máxima de cada centralización de contadores será de 250 A, que corresponde a:

- 150 kW en redes a 400 V entre fases.
- 90 kW en redes a 230 V entre fases.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará, siempre, por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común y demás características constructivas establecidas en la ITC-BT-14 y su Guía de aplicación.

La línea general de alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zonas de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en el CTE.

#### 4.2.5.4.5. Recinto de contadores (EM)

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables y con un grado de protección mínima IP40, IK09 para las instalaciones interiores e IP43, IK09 para las instalaciones exteriores, pudiendo montarse en módulos, paneles y armarios, de forma individual o concentrada.

En suministros individuales los equipos de medida se instalarán en el exterior. Se situarán en lugares de libre y permanente acceso, conforme a lo expuesto en el capítulo 5 de las Normas Particulares de la Compañía suministradora.

Cuando se instale en monolito nunca se ocuparán calles o zonas públicas (aceras, caminos, etc...), salvo autorización administrativa expresa en contrario, y en ningún caso dificultarán el paso de vehículos o personas por dichas zonas.

Los cables de conexionado del equipo de medida serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE correspondiente, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC-BT-26.

Con respecto a los equipos de medida colocados en forma concentrada, éstos cumplirán las especificaciones del capítulo 9 de las Normas Particulares de la Compañía Suministradora.

La pared a la que se fije el Equipo de Medida no podrá estar expuesta a vibraciones ni humedades y tendrá un espesor mínimo de 15 cm y resistencia al fuego correspondiente a lo establecido en el CTE. Cuando no se cumpla esta condición habrán de colocarse en la parte trasera chapas metálicas de 2,5 mm de espesor.

El Equipo de Medida no podrá instalarse próximo a contadores de gas, grifos o salidas de agua, ni cerca de hornos o aparatos de calefacción (calderas, etc.). Tampoco se aceptará un emplazamiento próximo a trampillas o tolvas, bajadas de escaleras o aparatos en movimiento. En ningún caso se instalarán por debajo de los contadores de agua, debiendo mantener una separación mínima de 30 cm entre sus envolventes.

El espacio libre mínimo delante del Equipo de Medida será de 1,10 m. Si hubiese una pared lateral, la distancia mínima del módulo de medida a dicha pared será de 0,20 m.

Con objeto de poder acceder correctamente a los distintos elementos de la Centralización de Contadores, la parte baja del módulo inferior quedará a una altura no inferior a 0,25 m y el integrador del contador situado en la posición más alta a una distancia del suelo no superior a 1,80 m.

#### 4.2.5.4.6. Derivación individual (DI)

Se ejecutarán las derivaciones individuales, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas o bien directamente empotradas o enterradas en el caso de derivaciones horizontales, disponiéndose los tubos como máximo en dos filas superpuestas, manteniendo distancia entre ejes de tubos de 5 cm como mínimo.

Se cumplirá lo indicado en la ITC-BT-15 del REBT, así como las especificaciones del capítulo 10 de las Normas Particulares de la Compañía Suministradora

Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32mm. Cuando por coincidencia del

trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta estanca, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, para poder atender las posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie. Estos tubos partirán desde la Centralización de Contadores hasta el punto más extremo donde esté previsto el suministro, y serán fácilmente identificables (colores, etiquetas, etc.).

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En caso de concentración de suministros en edificios, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

La empresa instaladora autorizada estará obligada, bajo su responsabilidad, asimismo al estricto cumplimiento del Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio y Documento Básico DB SU: Seguridad de utilización del Código Técnico de la Edificación (CTE), en los trazados verticales de las conducciones, pudiendo alojarse las DI en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica (con paredes con resistencia al fuego correspondiente a lo establecido en el CTE), preparado únicamente para este fin, que podrá ser realizado en montaje empotrado o adosado al hueco de la escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos.

En edificaciones en altura y para evitar la propagación de la llama se instalarán obligatoriamente elementos cortafuegos y tapas de registro precintables cada 3 plantas y sus características vendrán definidas por el Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio y por el Documento Básico DB SU: Seguridad de Utilización, con dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección e instalación.

Cada 15 m se colocarán cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según UNE que le es de aplicación. (ITC-BT-15, apartado 2).

Los conductores a utilizar, serán de cobre o aluminio, normalmente unipolares y aislados de tensión asignada 450/750V. Para el caso de multiconductores o para el caso de DI en el interior de tubos enterrados el aislamiento será 0,6/1kV. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de forma que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido, siendo la mínima de  $6 \text{ mm}^2$  para los cables polares, neutro y protección y de  $1,5 \text{ mm}^2$  para el hilo de mando.

4.2.5.4.7. Cuadros generales de distribución. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia (ICP)

Se cumplirá lo establecido en la ITC-BT-17, así como en los capítulos 11 y 12 de las normas Particulares de la empresa suministradora.

Su posición de servicio será vertical y se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local, industria o vivienda del usuario.

Se colocarán los cuadros generales de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

La altura de montaje a la cual se situarán estos dispositivos, medida desde el nivel del suelo, se sitúa entre 1,4 m y 2 m., para viviendas. En el caso de locales comerciales, la altura mínima de montaje es de 1,0 m. En industrias, estará entre 1 y 2 m.

Si se trata de locales comerciales e industriales así como en viviendas de usuarios, se colocará una caja para el ICP inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable, pudiendo colocarse dicha caja en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas queda totalmente prohibida la instalación de dispositivos generales de mando y protección en dormitorios, aseos y baños. Tanto en viviendas como en locales comerciales e industriales se colocarán lo más próximo a las puertas de acceso.

Asimismo en locales de pública concurrencia se adoptarán las medidas

necesarias para que estos dispositivos no sean accesibles al público.

#### 4.2.5.4.8. Canalizaciones

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

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

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.

- La condensación.

- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación.

- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.

- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

- La intervención por mantenimiento o avería en una de las

canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales.

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

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

- Los tubos protectores se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiéndose para ello registros. Estos, en tramos rectos, no estarán separados entre sí más de 15 metros.

- El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.

- Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

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

-En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.

-Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados.

-Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra.

-Para la colocación de los tubos se seguirá lo establecido en la ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.2.5.4.9. Instalación de las lámparas

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.



Para instalaciones que alimenten a tubos de descarga con tensiones asignadas de salida comprendidas entre 1kV y 10kV, se aplicará lo dispuesto en la Norma UNE correspondiente.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos de la Instrucción ICT-BT-24 del REBT.

En instalaciones de iluminación que empleen lámparas de descarga donde se ubiquen máquinas rotatorias se adoptarán las precauciones necesarias para evitar accidentes causados por ilusión óptica debida al efecto estroboscópico.

En instalaciones especiales se alimentarán las lámparas portátiles con tensiones de seguridad de 24V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación. Cuando se emplean muy bajas tensiones de alimentación (12 V) se preverá la utilización de transformadores adecuados.

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

#### 4.2.5.4.10. Señalización

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

#### 4.2.5.5. Instalación de puesta a tierra

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan

diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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

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

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos; pletinas, conductores desnudos; placas; anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

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

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

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

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a: 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

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

#### **4.2.6. Acabados, control y aceptación, medición y abono**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

#### 4.2.6.1. Acabados

Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

#### 4.2.6.2. Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

##### 1. Instalación general del edificio:

###### **-Caja general de protección:**

- Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.
- Dimensiones del nicho mural. Fijación (4 puntos)
  - Conexión de los conductores. Tubos de acometidas.

###### **-Líneas repartidoras:**

- Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.
- Tipo de tubo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores.
  - Dimensión de patinillo para líneas repartidoras. Registros, dimensiones.
  - Número, situación, fijación de pletinas y placas cortafuegos en patinillos de líneas repartidoras.

###### **-Recinto de contadores:**

- Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.
- Centralización de contadores: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones de líneas repartidoras y derivaciones individuales.
  - Contadores trifásicos independientes: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones.
  - Cuarto de contadores: dimensiones. Materiales (resistencia al fuego). Ventilación. Desagüe.
  - Cuadro de protección de líneas de fuerza motriz: situación, alineaciones, fijación del tablero. Fijación del fusible de desconexión, tipo e intensidad. Conexiones.
  - Cuadro general de mando y protección de alumbrado: situación, alineaciones,

fijación. Características de los diferenciales, conmutador rotativo y temporizadores.

**-Conexiones.**

**-Derivaciones individuales:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

-Patinillos de derivaciones individuales: dimensiones. Registros, (uno por planta) dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas y placas cortafuegos.

-Derivación individual: tipo de tubo protector, sección y fijación. Sección de conductores. Señalización en la centralización de contadores.

**Canalizaciones de servicios generales:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

-Patinillos para servicios generales: dimensiones. Registros, dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas, placas cortafuegos y cajas de derivación.

-Líneas de fuerza motriz, de alumbrado auxiliar y generales de alumbrado: tipo de tubo protector, sección. Fijación. Sección de conductores.

Tubo alimentación y grupo de presión (en caso de ser de instalado).

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.

**2. Instalación interior del edificio:**

**-Cuadro general de distribución:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

-Situación, adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.

**-Instalación interior:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

-Dimensiones trazado de las rozas.

-Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.

-Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.

-Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.

-Acometidas a cajas.

-Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.

-Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.

**-Cajas de derivación:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.  
-Número, tipo y situación. Dimensiones según no y diámetro de conductores.  
Conexiones. Adosado a la tapa del paramento.

**-Mecanismos:**

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.  
-Número, tipo y situación. Conexiones. Fijación al paramento.

**3. Pruebas de servicio:****Instalación general del edificio:****-Resistencia al aislamiento:**

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación  
-De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

**-Conservación hasta la recepción de las obras**

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

**4.2.6.3. Medición y abono**

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc.:

-Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.  
-Por unidades de tomas de corriente y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

## **4.2.7. Reconocimientos, pruebas y ensayos**

### *4.2.7.1. Reconocimiento de las obras*

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corrientes serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

### *4.2.7.2. Pruebas y ensayos*

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

Caída de tensión: con todos los puntos de consumo de cada cuadro ya conectado, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 3% si se trata de

alumbrado y el 5% si se trata de fuerza, de la tensión existente en el orden de la instalación.

Medida de aislamiento de la instalación: el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados.

Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.

Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.

Equilibrio entre fases: se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.

Identificación de las fases: se comprobará que en el cuadro de mando y en todos aquellos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.

Medidas de iluminación: la medida de iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación de alumbrado; por ello será totalmente inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible.

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificado pasados 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación se indicarán en un plano, el cual se incluirá como anexo al Acta de Recepción Provisional.

Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, la Dirección Facultativa verificará que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

#### **4.2.8. Condiciones de mantenimiento y uso**

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas interiores de baja tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.



El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

#### *4.2.8.1. Conservación*

Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

##### *Caja general de protección:*

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

*Línea repartidora:*

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

*Centralización de contadores:*

Cada 2 años se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

*Derivaciones individuales:*

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

*Cuadro general de distribución:*

Cada año se comprobará el funcionamiento de todos los interruptores del cuadro y cada dos se realizará por personal especializado una revisión general, comprobando el estado del cuadro, los mecanismos alojados y conexiones.

*Instalación interior:*

Cada 5 años, revisar la rigidez dieléctrica entre los conductores.

*Redes de puesta a tierra de protección y de los instrumentos:*

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Se repararán los defectos encontrados.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado, incluso tomas de corriente, mecanismos interiores.

#### 4.2.8.2. Reparación. Reposición

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

#### 4.2.9. Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Deberán realizarse en los plazos siguientes, en función de su fecha de autorización de puesta en marcha o de su antigüedad, según el caso:

1. En las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas, cuya potencia instalada total sea superior a 100Kw, los plazos para la primera inspección periódica, serán los siguientes:

1.1. Edificios con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 10 años.

1.2. Edificios con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:

1.2.1. Con antigüedad superior a 25 años: 18 de septiembre de 2006.

1.2.2. Con antigüedad superior a 15 años y hasta 25 años: 18 de septiembre de 2007.

1.2.3. Con antigüedad superior a 5 años y hasta 15 años: 18 de septiembre de 2008.

1.2.4. Con antigüedad inferior a 5 años y hasta el 18 de septiembre de 2003: 18 de septiembre de 2009.

2. Resto de instalaciones eléctricas, con obligación de realizar inspección periódica:

2.1. Instalaciones con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 5 años.

2.2. Instalaciones con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:

2.2.1. Desde la última revisión periódica realizada en cumplimiento de la Orden de 30 de enero de 1996: 5 años.

2.2.2. Resto de las instalaciones sin revisión realizada, contados desde su puesta en marcha: 5 años.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 10 años para las instalaciones incluidas en el punto 1 y de 5 años para las incluidas en el punto 2, respectivamente.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

#### *4.2.9.1. Certificados de inspecciones periódicas*

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

#### *4.2.9.2. Protocolo genérico de inspección periódica*

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

#### *4.2.9.3. De la responsabilidad de las inspecciones periódicas*

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

#### *4.2.9.4. Inspecciones periódicas de instalaciones de baja tensión*

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

#### *4.2.9.5. De los plazos de entrega y de validez de los certificados de inspección oca*

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

#### *4.2.9.6. De la gravedad de los defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora*

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo

grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

#### **4.2.10. Condiciones de índole facultativo**

##### *4.2.10.1. Del titular de la instalación*

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá



al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las “Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión” (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al

responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

#### *4.2.10.2. De la dirección facultativa*

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

#### *4.2.10.3. De la empresa instaladora o contratista*

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

#### *4.2.10.4. De la empresa mantenedora*

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- b) En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- c) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- d) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en

la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.

e) Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.

f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.

g) Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.

h) Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.

i) Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).

j) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

#### *4.2.10.5. De los organismos de control autorizado*

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la

instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

#### *4.2.10.6. Condiciones de índole administrativo*

#### *4.2.10.7. Antes del inicio de las obras*

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- c) Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- d) Uso o destino de la misma.
- e) Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- f) Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- g) Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrán realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

#### *4.2.10.8. Documentación del proyecto*

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).

- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

#### *4.2.10.9. Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones y la documentación del proyecto*

##### 4.2.10.9.1. Modificaciones y ampliaciones no significativas de las instalaciones eléctricas

###### 4.2.10.9.1.1 Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

###### 4.2.10.9.1.2 Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD



141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como “anexos” al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

#### 4.2.10.9.2. Modificaciones y ampliaciones significativas de las instalaciones eléctricas

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquélla si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

#### 4.2.10.10. Documentación final

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

a) **Documentación administrativa y jurídica:** datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.

b) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.

c) **Instrucciones de uso y mantenimiento:** información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento

adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.

d) **Certificados de eficiencia energética:** (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

#### *4.2.10.11. Certificado de dirección y finalización de obra*

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

#### *4.2.10.12. Certificado de instalación*

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

#### *4.2.10.13. Libro de órdenes*

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la  
Proyecto de las instalaciones  
de un centro infantil

instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

#### *4.2.10.14. Incompatibilidades*

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

#### *4.2.10.15. Instalaciones ejecutadas por más de una empresa instaladora.*

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

#### *4.2.10.16. Subcontratación*

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 5. MEDICIONES

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González

## Índice

5.1 Mediciones ACS .....	459
5.1.1 Sistemas de conducción del agua .....	459
5.1.2 Acumulación.....	463
5.1.3 Captación.....	464
5.1.4 Equipo auxiliar .....	465
5.1.5 Sistema de control .....	466
5.1.6 Accesorios .....	467
5.2 Mediciones Iluminación .....	468
5.2.1 Iluminación interior .....	468
5.2.2 Iluminación de emergencia .....	470
5.3 Mediciones Climatización.....	471
5.3.1 Unidades interiores .....	471
5.3.2 Unidad exterior .....	475
5.4 Mediciones electricidad .....	476
5.4.1 Acometida .....	476
5.4.2 Puesta a tierra.....	478
5.4.3 Cajas generales.....	479
5.4.4 Derivación Individual .....	481
5.4.5 Centralización de contadores .....	482
5.4.6 Cajas de derivación.....	483
5.4.7 Cables.....	483
5.4.8 Canalizaciones .....	485
5.4.9 Conmutadores .....	486
5.4.10 Bases de corriente.....	488
5.4.11 Cuadros.....	488

## 5.1 Mediciones ACS

### 5.1.1 Sistemas de conducción del agua

ICS010	m	<b><i>Tubería de distribución de agua.</i></b>
<p>Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.</p>		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37tca400d	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro.	59,000
mt37tca010de	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	59,000
mt17coe080bb	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 27 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	59,000
mt17coe120	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	29,736
mt17coe130a	kg	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	2,478
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	21,889
mo103	h	Ayudante calefactor.	22,889

ICS015	Ud	<b><i>Punto de vaciado.</i></b>
Punto de vaciado formado por 2 m de tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, para A.C.S., colocado superficialmente.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37tca400d	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro.	2,000
mt37tca010de	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,000
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	1,000
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,452
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,452



ICS020	Ud	<b>Bomba de circulación.</b>
Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37bce005m	Ud	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a a 230 V.	4,000
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	8,000
mt37www060d	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	4,000
mt37svr010c	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	4,000
mt37www050c	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	8,000
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,000
mt37sve010b	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	8,000
mt37tca010ba	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057.	1,400
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-	12,000

		22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	
mt35cun040ab	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	36,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	12,044
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	13,044

ICS04 5	Ud	<b>Vaso de expansión para circuito de A.C.S.</b>	
Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 0,16 l.			

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt38vex020a	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 0,16 l, presión máxima 10 bar.	1,000
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,000
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,652
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,652

**5.1.2 Acumulación**

ICS050	Ud	<b>Interacumulador de intercambio simple, para producción de A.C.S.</b>
Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 1000 l, altura 2280 mm, diámetro 1050 mm.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt38csg050V1	Ud	Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 1000 l, altura 2280 mm, diámetro 1050 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC.	1,000
mt37svs010c	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 6 bar de presión.	1,000
mt37sve010g	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".	2,000
mt37sve010e	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	2,000
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	1,505
mo103	h	Ayudante calefactor.	1,505

## 5.1.3 Captación

ICB010	Ud	<b>Captador solar térmico para instalación colectiva, sobre cubierta plana.</b>
<p>Captador solar térmico formado por batería de 4 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,5 m<sup>2</sup>, rendimiento óptico 0,84 y coeficiente de pérdidas primario 3,36 W/m<sup>2</sup>K, según UNE-EN 12975-2, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana.</p>		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		<b>Materiales</b>	
mt38csg005a	Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,5 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,84 y coeficiente de pérdidas primario 3,36 W/m <sup>2</sup> K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.	4,000
mt38csg006a	Ud	Estructura soporte, para cubierta plana, para captador solar térmico.	4,000
mt38csg040	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	1,000
mt38csg120	Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	1,000
mt38csg110	Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	1,000
mt38csg100	l	Solución agua para relleno de captador solar térmico	4,600
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,000

2		Mano de obra	
mo009	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	9,000
mo108	h	Ayudante instalador de captadores solares.	9,000

#### 5.1.4 Equipo auxiliar

ICA020	Ud	<b>Calentador eléctrico instantáneo.</b>	
Calentador eléctrico instantáneo para el servicio de A.C.S., mural vertical, caudal 3,4 l/min, potencia 6 kW, alimentación monofásica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.			

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt38cej010aa	Ud	Calentador eléctrico instantáneo para el servicio de A.C.S., mural vertical, caudal 3,4 l/min, potencia 6 kW, alimentación monofásica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.	1,000
mt38tew010a	Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.	2,000
mt37sve010b	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,000
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000
2		Mano de obra	
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,605
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,605

**5.1.5 Sistema de control**

ICX025	Ud	<b>Control centralizado para sistema solar térmico.</b>
Centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con sondas de temperatura.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		<b>Materiales</b>	
mt38csg080a	Ud	Centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con protección contra sobretemperatura del captador solar, indicación de temperaturas y fallo técnico, y pantalla LCD retroiluminada.	1,000
mt38csg085a	Ud	Sonda de temperatura para centralita de control para sistema de captación solar térmica.	2,000
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	10,000
mt35cun020a	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.	20,000
2		<b>Mano de obra</b>	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	10,100
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	10,100

ICS090	Ud	<b>Contador de agua.</b>
Contador para A.C.S. de chorro único, de 20 mm de diámetro nominal.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37cic040c	Ud	Contador para A.C.S. de chorro único, para roscar, de 20 mm de diámetro nominal y temperatura máxima del líquido conducido 90°C.	1,000
mt37www060c	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 3/4", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,000
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	2,000
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	1,000
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,452

### 5.1.6 Accesorios

ICS075	Ud	<b>Válvula.</b>
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	7,000
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	0,700
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,700
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,700

ICS080	Ud	<b>Purgador de aire.</b>
Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,000
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	0,050
2		Mano de obra	
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,100
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,100

## 5.2 Mediciones Iluminación

### 5.2.1 Iluminación interior

III150	Ud	<b>Luminaria suspendida.</b>
Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara led T5 de 54,5 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt34ode470eb	Ud	Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara led T5 de 54,5 W, con cuerpo de luminaria formado por perfiles de aluminio extruido, termoesmaltado gris RAL 9006; tapas finales; difusor opal de alta transmitancia; reflector interior termoesmaltado, blanco; protección IP 20.	41,000
mt34tuf010g	Ud	Tubo de led T5 de 54,5 W.	41,000
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	41,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	8,200
mo102	h	Ayudante electricista.	8,200



III110	Ud	<b>Luminaria de superficie tipo Downlight.</b>
Luminaria de techo Downlight, de 240 mm de diámetro y 150 mm de altura, para 1 led de 24 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt34lyd010d	Ud	Luminaria de techo Downlight, de 240 mm de diámetro y 150 mm de altura, 1 led de 24 W, cuerpo interior de chapa de acero, termoestablado, blanco; reflector con acabado en aluminio espejular; aislamiento clase F.	19,000
mt34tuf020o	Ud	Lámpara fluorescente compacta TC-D de 26 W.	38,000
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	19,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,850
mo102	h	Ayudante electricista.	2,850

III130	Ud	<b>Luminaria empotrada.</b>
Luminaria de techo de luz reflejada, de 1197x597x127 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL5 de 54 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt34ode260os	Ud	Luminaria de techo de luz reflejada, de 1197x597x127 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL5 de 54 W, cuerpo de luminaria de chapa de acero termoestablado en color blanco; óptica formada por reflector de chapa de acero termoestablado en color blanco mate y difusor de policarbonato termoconformado; balasto magnético; protección IP 20 y aislamiento clase F.	4,000
mt34tuf020g	Ud	Lámpara fluorescente compacta TL de 54 W.	8,000
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	4,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,600
mo102	h	Ayudante electricista.	1,600

## 5.2.2 Iluminación de emergencia

IOA020	Ud	<b>Alumbrado de emergencia en zonas comunes.</b>
Luminaria de emergencia, instalada en la superficie del techo, Lungaluce 2xQT6-10 W, flujo luminoso 624 lúmenes.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt34aem010f	Ud	Luminaria de emergencia, Lungaluce 2xQT6-10 W, flujo luminoso 624 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP 42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h.	55,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	11,000
mo102	h	Ayudante electricista.	11,000

### 5.3 Mediciones Climatización

#### 5.3.1 Unidades interiores

ICN100	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF15VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 1,5 kW, potencia calorífica nominal 3 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt42mhi100y	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF15VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 1,5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 3 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 468 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	1,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002

ICN100	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF50VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 5 kW, potencia calorífica nominal 5,8 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt42mhi100K	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF50VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 5,8 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 26 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 678 m <sup>3</sup> /h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	3,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	3,006
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	4,006

ICN110	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 4,6 kW, potencia calorífica nominal 5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt42mhi110kb	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 4,6 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 248x570x570 mm con panel de 35x700x700 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 30 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 660 m³/h, con filtro, bomba de drenaje, control por cable, modelo RC-E5 y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	2,000
mt42mhi900	m	Cable bus apantallado de 2 hilos, de 0,5 mm² de sección por hilo	6,000
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	6,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	2,004
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	2,004

ICN110	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 3,5 kW, potencia calorífica nominal 4,5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt42mhi110kb	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA35VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 248x570x570 mm con panel de 35x700x700 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 30 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 660 m <sup>3</sup> /h, con filtro, bomba de drenaje, control por cable, modelo RC-E5 y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	1,000
mt42mhi900	m	Cable bus apantallado de 2 hilos, de 0,5 mm <sup>2</sup> de sección por hilo	3,000
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	3,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002

5.3.2 Unidad exterior

ICN150	Ud	<b>Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-8B140VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 14 kW, potencia calorífica nominal 13,5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt42mhi150p	Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-8B140VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 14 kW (temperatura de bulbo seco 35°C, temperatura de bulbo húmedo 24°C), potencia calorífica nominal 13,5 kW (temperatura de bulbo húmedo 6°C), con compresor con tecnología Inverter, de 945x970x370 mm, nivel sonoro 57 dBA y caudal de aire 4500 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	1,000
2		Mano de obra	
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002

## 5.4 Mediciones electricidad

### 5.4.1 Acometida

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar RZ1-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun030a	m	Cable unipolar RZ1-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	60,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,900
mo102	h	Ayudante electricista.	0,900



IEO010	m	<b>Canalización.</b>
Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt01ara010	m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	4,380
mt35aia070ah	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	60,000
mt35www030	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	60,000
2		Equipo y maquinaria	
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,420
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,300
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0,060
3		Mano de obra	
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	3,480
mo113	h	Peón ordinario construcción.	3,480
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,520
mo102	h	Ayudante electricista.	1,200

**5.4.2 Puesta a tierra**

IEP021	Ud	<b><i>Toma de tierra con pica.</i></b>
Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35tte010b	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	1,000
mt35ttc010b	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .	0,250
mt35tta040	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	1,000
mt35tta010	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1,000
mt35tta030	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1,000
mt01art020a	m <sup>3</sup>	Tierra de la propia excavación.	0,018
mt35tta060	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	0,333
mt35www020	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000
2		Equipo y maquinaria	
mq01ret020b	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,003
3		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,251
mo102	h	Ayudante electricista.	0,251
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,001

## 5.4.3 Cajas generales

IEC020	Ud	<b>Caja general de protección.</b>
Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 9.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgp020ds	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	1,000
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000
mt26cgp010	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000
2		Mano de obra	
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,301
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,301
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,502
mo102	h	Ayudante electricista.	0,502

IEC010	Ud	<b>Caja de protección y medida.</b>
Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		<b>Materiales</b>	
mt35cgp010e	Ud	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102.	1,000
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000
2		<b>Mano de obra</b>	
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,301
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,301
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,502
mo102	h	Ayudante electricista.	0,502

**5.4.4 Derivación Individual**

IED010	m	<b>Derivación individual.</b>
Derivación individual trifásica enterrada para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt01ara010	m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,950
mt35aia080ae	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	10,000
mt35cun010i1	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	30,000
mt35cun010g1	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	20,000
mt35der011a	m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	10,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000
2		Equipo y maquinaria	
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,100
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,720
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0,010
3		Mano de obra	
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,600
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,600
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,980
mo102	h	Ayudante electricista.	0,850

**5.4.5 Centralización de contadores**

IEG010	Ud	<b>Centralización de contadores.</b>
Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35con050a	Ud	Módulo de interruptor general de maniobra de 160 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con080	Ud	Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con070	Ud	Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con040b	Ud	Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con010a	Ud	Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con010b	Ud	Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con020	Ud	Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35con060	Ud	Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	3,159
mo102	h	Ayudante electricista.	3,159

## 5.4.6 Cajas de derivación

IOD025	Ud	<b>Caja de derivación.</b>
Caja de derivación para colocar en superficie, de 105x105x55 mm, con conos y tapa de registro con tornillos de 1/4 de vuelta.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35caj030d	Ud	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm, 7 conos, incluso regletas de conexión.	141,000
2		Mano de obra	
mo006	h	Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	14,100
mo105	h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	14,100

## 5.4.7 Cables

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun040aa	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	484,370
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	4,844
mo102	h	Ayudante electricista.	4,844

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun040ab	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	164,220
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,642
mo102	h	Ayudante electricista.	1,642

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun040ac	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	16,700
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,167
mo102	h	Ayudante electricista.	0,167

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun040ae	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	15,520
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,233
mo102	h	Ayudante electricista.	0,233



IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cun040ae	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	70,130
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,052
mo102	h	Ayudante electricista.	1,052

## 5.4.8 Canalizaciones

IEO010	m	<b>Canalización.</b>
Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35aia010a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	680,440
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	10,887
mo102	h	Ayudante electricista.	13,609

IEO010	m	<b>Canalización.</b>
Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35aia010b	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	70,130
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,122
mo102	h	Ayudante electricista.	1,403

#### 5.4.9 Conmutadores

IEM020	Ud	<b>Interruptor empotrado.</b>
Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt33gbg100a	Ud	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	13,000
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	13,000
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	13,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,483

IEM030	Ud	<b>Conmutador empotrado.</b>
Conmutador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt33gbg200a	Ud	Conmutador para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	14,000
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	14,000
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	14,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,674

IEM040	Ud	<b>Conmutador de cruce empotrado.</b>
Conmutador de cruce, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt33gbg300a	Ud	Conmutador de cruce para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	12,000
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	12,000
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	12,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,292

**5.4.10 Bases de corriente**

IEM060	Ud	<b>Base de toma de corriente empotrada.</b>
Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt33gbg510a	Ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V.	89,000
mt33gbg515a	Ud	Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, de color blanco.	89,000
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	89,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	16,999

**5.4.11 Cuadros**

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Cuadro general de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 160 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000

mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/63A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	8,000
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	4,000
mt35cgm021bbbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm021bbbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	4,000
mt35cgm021bbbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm021bbbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm021bbbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	12,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	10,520
mo102	h	Ayudante electricista.	2,568

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Sala sala de usos múltiples de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	5,000
mt35cgm021bbbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	6,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,357
mo102	h	Ayudante electricista.	1,886

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadros aulas de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		<b>Materiales</b>	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	3,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	3,000
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	3,000
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	3,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	6,000
mt35cgm021bbbada	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	3,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	18,000
2		<b>Mano de obra</b>	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	13,567
mo102	h	Ayudante electricista.	4,012

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Sala psicomotricidad de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000
mt35cgm021bbbada	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	4,134
mo102	h	Ayudante electricista.	2,012



IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subquadro Cocina de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	4,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	9,000
mt35cgm021bbbada	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000
mt35cgm021bbbaha	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	12,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	6,236
mo102	h	Ayudante electricista.	2,765

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>	
Subquadro Lavandería de mando y protección .			

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento
1		Materiales	
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/63A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	5,000
mt35cgm021bbbada	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000
mt35cgm021bbbaha	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000
2		Mano de obra	
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	5,978
mo102	h	Ayudante electricista.	2,589

# ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

## 6. PRESUPUESTO

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### TÍTULO

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO INFANTIL

#### AUTORES

Robin Machi Van Den Boezem

Jonay Pérez Gil

#### TUTOR

José Francisco Gómez González

## Índice

6.1 Presupuesto ACS.....	497
6.1.1 Sistemas de conducción del agua.....	497
6.1.2 Acumulación.....	502
6.1.3 Captación.....	503
6.1.4 Equipo auxiliar.....	505
6.1.5 Sistema de control.....	506
6.1.6 Accesorios.....	509
Presupuesto total ACS.....	510
6.2 Presupuesto Iluminación.....	511
6.2.1 Iluminación interior.....	511
6.2.2 Iluminación de emergencia.....	514
Presupuesto total Iluminación.....	514
6.3 Presupuesto Climatización.....	515
6.3.1 Unidades interiores.....	515
6.3.2 Unidad exterior.....	520
Presupuesto climatización.....	521
6.4 Presupuesto Electricidad.....	521
6.4.1 Acometida.....	521
6.4.2 Puesta a tierra.....	524
6.4.3 Cajas generales.....	525
6.4.4 Derivación Individual.....	528
6.4.5 Centralización de contadores.....	530
6.4.6 Cajas de derivación.....	532
6.4.7 Cables.....	533
6.4.8 Canalizaciones.....	538
6.4.9 Conmutadores.....	540
6.4.10 Bases de corriente.....	543
6.4.11 Cuadros.....	544
Presupuesto total Electricidad.....	556
6.5 Resumen de presupuestos.....	557

## 6.1 Presupuesto ACS

### 6.1.1 Sistemas de conducción del agua

ICS010	m	<b>Tubería de distribución de agua.</b>
Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37tca400d	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro.	59,000	0,36	21,24
mt37tca010de	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	59,000	8,74	515,66
mt17coe080b b	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 27 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	59,000	4,06	239,54
mt17coe120	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	29,736	2,04	60,66
mt17coe130a	kg	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	2,478	24,03	59,55
			Subtotal materiales:		896,65
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	21,889	17,82	390,06
mo103	h	Ayudante calefactor.	22,889	16,10	368,51
			Subtotal mano de obra:		758,57
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1655,22	33,10
Coste de mantenimiento decenal: 2,27€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1688,32

ICS015	Ud	<b>Punto de vaciado.</b>
Punto de vaciado formado por 2 m de tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro, para A.C.S., colocado superficialmente.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37tca400d	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro.	2,000	0,36	0,72
mt37tca010de	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,000	8,74	17,48
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	1,000	5,95	5,95
			Subtotal materiales:		24,15
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,452	17,82	8,05
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,452	16,10	7,28
			Subtotal mano de obra:		15,33
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	39,48	0,79
Coste de mantenimiento decenal: 3,22€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		40,27

ICS020	Ud	<b>Bomba de circulación.</b>
Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37bce005m	Ud	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,11 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V.	4,000	159,08	636,32
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	8,000	9,81	78,48
mt37www060d	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	4,000	12,88	51,52
mt37svr010c	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	4,000	5,18	20,72
mt37www050c	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	8,000	16,60	132,80
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,000	11,00	44,00

mt37sve010b	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	8,000	4,13	33,04
mt37tca010ba	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057.	1,400	4,82	6,75
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	12,000	0,85	10,20
mt35cun040ab	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	36,000	0,40	14,40
			Subtotal materiales:		1028,23
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	12,044	17,82	214,62
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	13,044	16,10	210,01
			Subtotal mano de obra:		424,63
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1452,86	29,06
Coste de mantenimiento decenal: 172,20€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1481,92



ICS045	Ud	<b>Vaso de expansión para circuito de A.C.S.</b>
Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 0,16 l.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38vex020a	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 0,16 l, presión máxima 10 bar.	1,000	35,10	35,10
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,000	11,00	11,00
			Subtotal materiales:		46,10
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,652	17,82	11,62
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,652	16,10	10,50
			Subtotal mano de obra:		22,12
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	68,22	1,36
Coste de mantenimiento decenal: 11,83€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		69,58

## 6.1.2 Acumulación

ICS050	Ud	<b>Interacumulador de intercambio simple, para producción de A.C.S.</b>
Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 1000 l, altura 2280 mm, diámetro 1050 mm.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38csg050V1	Ud	Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 1000 l, altura 2280 mm, diámetro 1050 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC.	1,000	5000,00	5000,00
mt37svs010c	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 6 bar de presión.	1,000	4,42	4,42
mt37sve010g	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".	2,000	36,66	73,32
mt37sve010e	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	2,000	15,25	30,50
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000	1,45	1,45
			Subtotal materiales:		5109,69
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	1,505	17,82	26,82
mo103	h	Ayudante calefactor.	1,505	16,10	24,23
			Subtotal mano de obra:		51,05
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	5160,74	103,21
Coste de mantenimiento decenal: 1.105,43€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		5263,95

## 6.1.3 Captación

ICB010	Ud	<b>Captador solar térmico para instalación colectiva, sobre cubierta plana.</b>
Captador solar térmico formado por batería de 4 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,5 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,84 y coeficiente de pérdidas primario 3,36 W/m <sup>2</sup> K, según UNE-EN 12975-2, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38csg005a	Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,5 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,84 y coeficiente de pérdidas primario 3,36 W/m <sup>2</sup> K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.	4,000	391,00	1564,00
mt38csg006a	Ud	Estructura soporte, para cubierta plana, para captador solar térmico.	4,000	235,00	940,00
mt38csg040	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	1,000	91,67	91,67
mt38csg120	Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	1,000	72,75	72,75

mt38csg110	Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	1,000	38,80	38,80
mt38csg100	l	Solución agua para relleno de captador solar térmico	4,600	4,00	18,40
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,000	9,81	19,62
			Subtotal materiales:		2745,24
2		Mano de obra			
mo009	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	9,000	17,82	160,38
mo108	h	Ayudante instalador de captadores solares.	9,000	16,10	144,90
			Subtotal mano de obra:		305,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	3050,52	61,01
Coste de mantenimiento decenal: 2.364,76€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		3111,53

**6.1.4 Equipo auxiliar**

ICA020	Ud	<b>Calentador eléctrico instantáneo.</b>
Calentador eléctrico instantáneo para el servicio de A.C.S., mural vertical, caudal 3,4 l/min, potencia 6 kW, alimentación monofásica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38cej010aa	Ud	Calentador eléctrico instantáneo para el servicio de A.C.S., mural vertical, caudal 3,4 l/min, potencia 6 kW, alimentación monofásica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.	1,000	310,40	310,40
mt38tew010a	Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.	2,000	2,85	5,70
mt37sve010b	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,000	4,13	8,26
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000	1,45	1,45
			Subtotal materiales:		325,81
2		Mano de obra			
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,605	17,82	10,78
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,605	16,10	9,74
			Subtotal mano de obra:		20,52
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	346,33	6,93
Coste de mantenimiento decenal: 268,48€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		353,26

**6.1.5 Sistema de control**

ICX025	Ud	<b>Control centralizado para sistema solar térmico.</b>
Centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con sondas de temperatura.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38csg080a	Ud	Centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con protección contra sobretensión del captador solar, indicación de temperaturas y fallo técnico, y pantalla LCD retroiluminada.	1,000	213,04	213,04
mt38csg085a	Ud	Sonda de temperatura para centralita de control para sistema de captación solar térmica.	2,000	14,63	29,26
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	10,000	0,85	8,50

mt35cun020a	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.	20,000	0,41	8,20
			Subtotal materiales:		259,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	10,100	17,82	179,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	10,100	16,10	162,61
			Subtotal mano de obra:		342,59
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	601,59	12,03
Coste de mantenimiento decenal: 214,77€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		613,62

ICS090	Ud	<b>Contador de agua.</b>			
Contador para A.C.S. de chorro único, de 20 mm de diámetro nominal.					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37cic040c	Ud	Contador para A.C.S. de chorro único, para roscar, de 20 mm de diámetro nominal y temperatura máxima del líquido conducido 90°C.	1,000	61,44	61,44
mt37www060c	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 3/4", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,000	8,09	8,09
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	2,000	5,95	11,90
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	1,000	2,10	2,10
			Subtotal materiales:		83,53
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,452	17,82	8,05
			Subtotal mano de obra:		8,05
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	91,58	1,83
Coste de mantenimiento decenal: 23,35€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		93,41



## 6.1.6 Accesorios

ICS075	Ud	<b>Válvula.</b>
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	7,000	9,81	68,67
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	0,700	2,10	1,47
			Subtotal materiales:		70,14
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,700	17,82	12,47
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,700	16,10	11,27
			Subtotal mano de obra:		23,74
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	93,88	1,88
Coste de mantenimiento decenal: 3,83€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		95,76

ICS080	Ud	<b>Purgador de aire.</b>
Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,000	6,92	6,92
mt38www012	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	0,050	2,10	0,11
			Subtotal materiales:		7,03
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,100	17,82	1,78
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,100	16,10	1,61
			Subtotal mano de obra:		3,39
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,42	0,21
Coste de mantenimiento decenal: 2,98€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		10,63

<b>Presupuesto total ACS</b>		<b>12822,25 €</b>
------------------------------	--	-------------------

## 6.2 Presupuesto Iluminación

### 6.2.1 Iluminación interior

III150	Ud	<b>Luminaria suspendida.</b>
Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara led T5 de 54,5 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt34ode47 0eb	Ud	Luminaria lineal, de 1186x85x85 mm, para 1 lámpara led T5 de 54,5 W, con cuerpo de luminaria formado por perfiles de aluminio extruido, termoesmaltado gris RAL 9006; tapas finales; difusor opal de alta transmitancia; reflector interior termoesmaltado, blanco; protección IP 20.	41,000	145,69	5973,29
mt34tuf010 g	Ud	Tubo de led T5 de 54,5 W.	41,000	6,21	254,61
mt34www0 11	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	41,000	0,90	36,90
			Subtotal materiales:		6264,80
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	8,200	17,82	146,12
mo102	h	Ayudante electricista.	8,200	16,10	132,02
			Subtotal mano de obra:		278,14
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	6542,94	130,86
Coste de mantenimiento decenal: 89,52€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		6673,80

III110	Ud	<b>Luminaria de superficie tipo Downlight.</b>
Luminaria de techo Downlight, de 240 mm de diámetro y 150 mm de altura, para 1 led de 24 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>1</b>		<b>Materiales</b>			
mt34lyd010d	Ud	Luminaria de techo Downlight, de 240 mm de diámetro y 150 mm de altura, 1 led de 24 W, cuerpo interior de chapa de acero, termoesmaltado, blanco; reflector con acabado en aluminio especlar; aislamiento clase F.	19,000	193,53	3677,07
mt34tuf020o	Ud	Lámpara fluorescente compacta TC-D de 26 W.	38,000	4,47	169,86
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	19,000	0,90	17,10
			Subtotal materiales:		3864,03
<b>2</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,850	17,82	50,79
mo102	h	Ayudante electricista.	2,850	16,10	45,89
			Subtotal mano de obra:		96,68
<b>3</b>		<b>Costes directos complementarios</b>			
	%	Costes directos complementarios	2,000	3960,71	79,21
Coste de mantenimiento decenal: 116,95€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		4039,92

III130	Ud	<b>Luminaria empotrada.</b>
Luminaria de techo de luz reflejada, de 1197x597x127 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL5 de 54 W.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt34ode260os	Ud	Luminaria de techo de luz reflejada, de 1197x597x127 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL5 de 54 W, cuerpo de luminaria de chapa de acero termoesmaltado en color blanco; óptica formada por reflector de chapa de acero termoesmaltado en color blanco mate y difusor de policarbonato termoconformado; balasto magnético; protección IP 20 y aislamiento clase F.	4,000	233,71	934,84
mt34tuf020g	Ud	Lámpara fluorescente compacta TL de 54 W.	8,000	5,80	46,40
mt34www011	Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	4,000	0,90	3,60
			Subtotal materiales:		984,84
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,600	17,82	28,51
mo102	h	Ayudante electricista.	1,600	16,10	25,76
			Subtotal mano de obra:		54,27
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1039,11	20,78
Coste de mantenimiento decenal: 152,25€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1059,89

**6.2.2 Iluminación de emergencia**

IOA020	Ud	<i>Alumbrado de emergencia en zonas comunes.</i>
Luminaria de emergencia, instalada en la superficie del techo, Lungaluce 2xQT6-10 W, flujo luminoso 624 lúmenes.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt34aem010f	Ud	Luminaria de emergencia, Lungaluce 2xQT6-10 W, flujo luminoso 624 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP 42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h.	55,000	56,72	3119,60
			Subtotal materiales:		3119,60
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	11,000	17,82	196,02
mo102	h	Ayudante electricista.	11,000	16,10	177,10
			Subtotal mano de obra:		373,12
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	3492,72	69,85
Coste de mantenimiento decenal: 80,96€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		3562,57

<b>Presupuesto total Iluminación</b>		<b>15336,18 €</b>
--------------------------------------	--	-------------------

## 6.3 Presupuesto Climatización

### 6.3.1 Unidades interiores

ICN100	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF15VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 1,5 kW, potencia calorífica nominal 3 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42mhi 100y	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF15VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 1,5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 3 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 468 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	1,000	360,00	360,00
			Subtotal materiales:		360,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002	17,82	17,86
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002	16,10	16,13
			Subtotal mano de obra:		33,99
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	393,99	7,88
Coste de mantenimiento decenal: 112,52€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		401,87

ICN100	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF50VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 5 kW, potencia calorífica nominal 5,8 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42mhi 100K	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-SF50VE "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 5,8 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 26 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 678 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	3,000	646,00	1938,00
			Subtotal materiales:		1938,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	3,006	17,82	53,57
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	4,006	16,10	64,50
			Subtotal mano de obra:		118,07
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	2056,07	41,12
Coste de mantenimiento decenal: 194,21€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		2097,19



ICN110	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 4,6 kW, potencia calorífica nominal 5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42mhi 110kb	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 4,6 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 248x570x570 mm con panel de 35x700x700 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 30 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 660 m³/h, con filtro, bomba de drenaje, control por cable, modelo RC-E5 y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	2,000	1066,00	2132,00
mt42mhi 900	m	Cable bus apantallado de 2 hilos, de 0,5 mm² de sección por hilo	6,000	0,80	4,80
mt35aia0 90ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción	6,000	0,85	5,10

		y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).			
			Subtotal materiales:		2141,90
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	2,004	17,82	35,71
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	2,004	16,10	32,26
			Subtotal mano de obra:		67,97
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	2209,87	44,20
Coste de mantenimiento decenal: 286,44€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		2254,07

ICN110	Ud	<b>Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, sistema aire-aire multi-split.</b>
Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA50VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 3,5 kW, potencia calorífica nominal 4,5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42mhi10kb	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de cassette, de 600x600 mm, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo SLZ-KA35VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 248x570x570 mm con panel de 35x700x700 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 30 dBA, caudal de aire	1,000	964,00	964,00

		(velocidad alta) 660 m <sup>3</sup> /h, con filtro, bomba de drenaje, control por cable, modelo RC-E5 y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).			
mt42mhi900	m	Cable bus apantallado de 2 hilos, de 0,5 mm <sup>2</sup> de sección por hilo	3,000	0,80	2,40
mt35aia090ma	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	3,000	0,85	2,55
			Subtotal materiales:		968,95
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002	17,82	17,86
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002	16,10	16,13
			Subtotal mano de obra:		33,99
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1002,94	20,06
Coste de mantenimiento decenal: 286,44€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1023,00

## 6.3.2 Unidad exterior

ICN150	Ud	<i>Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split.</i>
Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-8B140VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 14 kW, potencia calorífica nominal 13,5 kW.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt42mhi150p	Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-8B140VA "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 14 kW (temperatura de bulbo seco 35°C, temperatura de bulbo húmedo 24°C), potencia calorífica nominal 13,5 kW (temperatura de bulbo húmedo 6°C), con compresor con tecnología Inverter, de 945x970x370 mm, nivel sonoro 57 dBA y caudal de aire 4500 m <sup>3</sup> /h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio).	1,000	3987,00	3987,0
			Subtotal materiales:		3987,0
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,002	17,82	17,86
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,002	16,10	16,13
			Subtotal mano de obra:		33,99
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	4020,99	80,42
Coste de mantenimiento decenal: 1.435,49€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		4101,41

Presupuesto climatización		<b>9877,54 €</b>
---------------------------	--	------------------

## 6.4 Presupuesto Electricidad

### 6.4.1 Acometida

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar RZ1-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun030a	m	Cable unipolar RZ1-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-2.	60,000	1,07	64,20
			Subtotal materiales:		64,20
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,900	17,82	16,04
mo102	h	Ayudante electricista.	0,900	16,10	14,49
			Subtotal mano de obra:		30,53
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	94,73	1,89
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		96,62

IEO010	m	<b>Canalización.</b>
Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt01ara010	m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	4,380	12,02	52,65
mt35aia070ah	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	60,000	8,34	500,40
mt35www030	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	60,000	0,25	15,00
			Subtotal materiales:		568,05
2		Equipo y maquinaria			
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,420	9,25	3,89
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,300	3,49	11,52
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0,060	40,02	2,40
			Subtotal equipo y maquinaria:		17,81
3		Mano de obra			
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	3,480	17,24	60,00
mo113	h	Peón ordinario construcción.	3,480	15,92	55,40
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,520	17,82	44,91
mo102	h	Ayudante electricista.	1,200	16,10	19,32
			Subtotal mano de obra:		179,63

# PRESUPUESTO

Robin Machi Van Den Boezem  
Jonay Pérez Gil

4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	765,49	15,31
Coste de mantenimiento decenal: 0,65€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		780,80

## 6.4.2 Puesta a tierra

IEP021	Ud	<b>Toma de tierra con pica.</b>
Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35tte010b	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	1,000	18,00	18,00
mt35ttc010b	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .	0,250	2,81	0,70
mt35tta040	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	1,000	1,00	1,00
mt35tta010	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1,000	74,00	74,00
mt35tta030	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1,000	46,00	46,00
mt01art020a	m <sup>3</sup>	Tierra de la propia excavación.	0,018	0,60	0,01
mt35tta060	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	0,333	3,50	1,17
mt35www020	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000	1,15	1,15
			Subtotal materiales:		142,03
2		Equipo y maquinaria			
mq01ret020b	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,003	36,43	0,11
			Subtotal equipo y maquinaria:		0,11
3		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,251	17,82	4,47
mo102	h	Ayudante electricista.	0,251	16,10	4,04
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,001	15,92	0,02
			Subtotal mano de obra:		8,53
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	150,67	3,01
Coste de mantenimiento decenal: 3,07€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		153,68



## 6.4.3 Cajas generales

IEC020	Ud	<b>Caja general de protección.</b>
Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 9.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgp02 Ods	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	1,000	53,24	53,24
mt35cgp04 Oh	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000	5,44	16,32
mt35cgp04 Of	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000	3,73	11,19
mt26cgp01 O	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	1,000	110,00	110,00
mt35www 010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,48

			Subtotal materiales:	192,23
2		Mano de obra		
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,301	17,24
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,301	15,92
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,502	17,82
mo102	h	Ayudante electricista.	0,502	16,10
			Subtotal mano de obra:	27,01
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	219,24
Coste de mantenimiento decenal: 11,18€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	223,62

IEC010	Ud	<b>Caja de protección y medida.</b>
Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		<b>Materiales</b>			
mt35cgp010e	Ud	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102.	1,000	97,95	97,95
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,000	5,44	16,32
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	1,000	3,73	3,73
mt35ww010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,48
			Subtotal materiales:		119,48
2		<b>Mano de obra</b>			
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,301	17,24	5,19
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,301	15,92	4,79
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,502	17,82	8,95
mo102	h	Ayudante electricista.	0,502	16,10	8,08
			Subtotal mano de obra:		27,01
3		<b>Costes directos complementarios</b>			
	%	Costes directos complementarios	2,000	146,49	2,93
Coste de mantenimiento decenal: 7,47€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		149,42

## 6.4.4 Derivación Individual

IED010	m	<b>Derivación individual.</b>
Derivación individual trifásica enterrada para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt01ara010	m <sup>3</sup>	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,950	12,02	11,42
mt35aia080ae	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	10,000	3,18	31,80
mt35cun010i1	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	30,000	4,56	136,80
mt35cun010g1	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	20,000	2,23	44,60

mt35der 011a	m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	10,000	0,13	1,30
mt35ww w010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	2,000	1,48	2,96
			Subtotal materiales:		228,88
2		Equipo y maquinaria			
mq04dua 020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,100	9,25	0,93
mq02rop 020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,720	3,49	2,51
mq02cia0 20j	h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0,010	40,02	0,40
			Subtotal equipo y maquinaria:		3,84
3		Mano de obra			
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,600	17,24	10,34
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,600	15,92	9,55
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,980	17,82	17,46
mo102	h	Ayudante electricista.	0,850	16,10	13,69
			Subtotal mano de obra:		51,04
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	283,76	5,68
Coste de mantenimiento decenal: 1,45€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		289,44

## 6.4.5 Centralización de contadores

IEG010	Ud	<b>Centralización de contadores.</b>
Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35con050a	Ud	Módulo de interruptor general de maniobra de 160 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	135,23	135,23
mt35con080	Ud	Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	106,02	106,02
mt35con070	Ud	Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	70,62	70,62
mt35con040b	Ud	Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	107,58	107,58
mt35con010a	Ud	Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	61,30	61,30
mt35con	Ud	Módulo para ubicación de tres	1,000	75,13	75,13

010b		contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.			
mt35con020	Ud	Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	59,50	59,50
mt35con060	Ud	Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,000	81,14	81,14
mt35ww010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,48
			Subtotal materiales:		698,00
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	3,159	17,82	56,29
mo102	h	Ayudante electricista.	3,159	16,10	50,86
			Subtotal mano de obra:		107,15
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	805,15	16,10
Coste de mantenimiento decenal: 41,06€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		821,25

## 6.4.6 Cajas de derivación

IOD025	Ud	<b>Caja de derivación.</b>
Caja de derivación para colocar en superficie, de 105x105x55 mm, con conos y tapa de registro con tornillos de 1/4 de vuelta.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35caj030d	Ud	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm, 7 conos, incluso regletas de conexión.	141,000	3,33	469,53
			Subtotal materiales:		469,53
2		Mano de obra			
mo006	h	Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	14,100	17,82	251,26
mo105	h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	14,100	16,10	227,01
			Subtotal mano de obra:		478,27
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	947,80	18,96
Coste de mantenimiento decenal: 0,34€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		966,76



## 6.4.7 Cables

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun04 0aa	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	484,370	0,25	121,09
			Subtotal materiales:		121,09
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	4,844	17,82	86,31
mo102	h	Ayudante electricista.	4,844	16,10	77,98
			Subtotal mano de obra:		164,29
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	285,38	5,71
Coste de mantenimiento decenal: 0,03€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		291,09

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun040ab	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	164,220	0,40	65,69
			Subtotal materiales:		65,69
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,642	17,82	29,26
mo102	h	Ayudante electricista.	1,642	16,10	26,44
			Subtotal mano de obra:		55,70
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	121,39	2,43
Coste de mantenimiento decenal: 0,04€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		123,82

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun040ac	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	16,700	0,63	10,52
			Subtotal materiales:		10,52
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,167	17,82	2,98
mo102	h	Ayudante electricista.	0,167	16,10	2,69
			Subtotal mano de obra:		5,67
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	16,19	0,32
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		16,51

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun040ae	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	15,520	1,61	24,99
			Subtotal materiales:		24,99
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,233	17,82	4,15
mo102	h	Ayudante electricista.	0,233	16,10	3,75
			Subtotal mano de obra:		7,90
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	32,89	0,66
Coste de mantenimiento decenal: 0,11€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		33,55

IEH010	m	<b>Cable con aislamiento.</b>
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cun040ae	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	70,130	2,83	198,47
			Subtotal materiales:		198,47
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,052	17,82	18,75
mo102	h	Ayudante electricista.	1,052	16,10	16,94
			Subtotal mano de obra:		35,69
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	234,16	4,68
Coste de mantenimiento decenal: 0,11€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		238,84

6.4.8 Canalizaciones

IEO010	m	<i>Canalización.</i>
Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt35aia0 10a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	680,440	0,26	176,91
			Subtotal materiales:		176,91
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	10,887	17,82	194,01
mo102	h	Ayudante electricista.	13,609	16,10	219,10
			Subtotal mano de obra:		413,11
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	590,02	11,80
Coste de mantenimiento decenal: 0,04€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		601,82

IEO010	m	<b>Canalización.</b>
Canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35aia010b	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	70,130	0,29	20,34
			Subtotal materiales:		20,34
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	1,122	17,82	20,00
mo102	h	Ayudante electricista.	1,403	16,10	22,58
			Subtotal mano de obra:		42,58
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	62,92	1,26
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		64,17

6.4.9 Conmutadores

IEM020	Ud	<i>Interruptor empotrado.</i>
Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt33gbg100a	Ud	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	13,000	3,08	40,04
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	13,000	1,69	21,97
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	13,000	1,94	25,22
			Subtotal materiales:		87,23
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,483	17,82	44,25
			Subtotal mano de obra:		44,25
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,11	0,20
Coste de mantenimiento decenal: 0,52€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		131,68



IEM030	Ud	<b>Conmutador empotrado.</b>
Conmutador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt33gbg200a	Ud	Conmutador para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	14,000	3,74	52,36
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	14,000	1,69	23,66
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	14,000	1,94	27,16
			Subtotal materiales:		103,18
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,674	17,82	47,65
			Subtotal mano de obra:		47,65
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	150,83	3,02
Coste de mantenimiento decenal: 0,55€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		153,85

IEM040	Ud	<b>Conmutador de cruce empotrado.</b>
Conmutador de cruce, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt33gbg300a	Ud	Conmutador de cruce para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	12,000	9,09	109,08
mt33gbg105a	Ud	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	12,000	1,69	20,28
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	12,000	1,94	23,28
			Subtotal materiales:		152,64
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,292	17,82	40,84
			Subtotal mano de obra:		40,84
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	193,48	3,87
Coste de mantenimiento decenal: 0,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		197,35

**6.4.10 Bases de corriente**

IEM060	Ud	<b>Base de toma de corriente empotrada.</b>
Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada.		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt33gbg510a	Ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V.	89,000	2,73	242,97
mt33gbg515a	Ud	Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, de color blanco.	89,000	1,99	177,11
mt33gbg950a	Ud	Marco embellecedor para un elemento, gama básica, de color blanco.	89,000	1,94	172,66
			Subtotal materiales:		592,74
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	16,999	17,82	302,92
			Subtotal mano de obra:		302,92
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	895,66	17,91
Coste de mantenimiento decenal: 0,51€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		913,57

## 6.4.11 Cuadros

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Cuadro general de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000	24,77	24,77
mt35cgm021a bbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 160 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	42,07	42,07
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	91,27	91,27
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/63A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	8,000	101,23	809,84

mt35cgm029a b	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	87,67	87,67
mt35cgm021b bbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	4,000	12,43	49,72
mt35cgm021b bbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	12,66	12,66
mt35cgm021b bbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	4,000	13,58	54,32
mt35cgm021b bbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	14,08	14,08
mt35cgm021b bbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	17,24	17,24

mt35cgm021b bbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	19,72	19,72
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	12,000	1,48	17,76
			Subtotal materiales:		1241,12
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	10,520	17,82	187,47
mo102	h	Ayudante electricista.	2,568	16,10	41,34
			Subtotal mano de obra:		228,81
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1469,93	29,40
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1499,33

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Sala sala de usos múltiples de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000	24,77	24,77
mt35cgm021a bbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	42,07	42,07
mt35cgm029a h	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000	87,67	175,34
mt35cgm029a b	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	93,73	93,73
mt35cgm021b bbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	5,000	12,43	62,15

mt35cgm021b bbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	12,66	12,66
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	6,000	1,48	8,88
			Subtotal materiales:		419,60
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	2,357	17,82	42,00
mo102	h	Ayudante electricista.	1,886	16,10	30,36
			Subtotal mano de obra:		72,36
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	491,96	9,84
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		501,80



IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadros aulas de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm0 40g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	3,000	24,77	74,31
mt35cgm0 21abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	3,000	42,07	126,21
mt35cgm0 29ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	3,000	91,27	273,81
mt35cgm0 29ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	3,000	93,73	281,19
mt35cgm0 21bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	6,000	12,43	74,58

mt35cgm0 21bbbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	3,000	12,66	37,98
mt35www 010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	18,000	1,48	26,64
			Subtotal materiales:		894,72
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	13,567	17,82	241,76
mo102	h	Ayudante electricista.	4,012	16,10	64,59
			Subtotal mano de obra:		306,36
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1201,08	24,02
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1225,10

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Sala psicomotricidad de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000	24,77	24,77
mt35cgm021a bbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	42,07	42,07
mt35cgm029a h	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000	91,27	182,54
mt35cgm021b bbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000	12,43	24,86
mt35cgm021b bbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal,	1,000	12,66	12,66

		curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.			
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000	1,48	4,44
			Subtotal materiales:		291,34
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	4,134	17,82	73,67
mo102	h	Ayudante electricista.	2,012	16,10	32,39
			Subtotal mano de obra:		106,06
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	397,40	7,95
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		496,36

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Cocina de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000	24,77	24,77
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	42,07	42,07
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	4,000	93,73	374,92
mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	9,000	12,43	111,87

mt35cgm021bbb ad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000	12,66	25,32
mt35cgm021bbb ah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	14,08	14,08
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	12,000	1,48	17,76
			Subtotal materiales:		610,79
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	6,236	17,82	111,13
mo102	h	Ayudante electricista.	2,765	16,10	44,52
			Subtotal mano de obra:		155,64
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	766,43	15,33
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		781,76

IEI040	Ud	<b>Red de distribución interior para centro infantil</b>
Subcuadro Lavandería de mando y protección .		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe
1		Materiales			
mt35cgm040g	Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (IAR) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 18 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.	1,000	24,77	24,77
mt35cgm021abbal	Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 50 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	42,07	42,07
mt35cgm029ah	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	2,000	91,27	182,54
mt35cgm029ab	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/63A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.	1,000	93,73	93,73

mt35cgm021bbbab	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 6 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	5,000	12,43	62,15
mt35cgm021bbbad	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	2,000	12,66	25,32
mt35cgm021bbbah	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.	1,000	14,08	14,08
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000	1,48	4,44
			Subtotal materiales:		449,10
2		Mano de obra			
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	5,978	17,82	106,53
mo102	h	Ayudante electricista.	2,589	16,10	41,68
			Subtotal mano de obra:		148,21
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	597,31	11,95
Coste de mantenimiento decenal: 24,82€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		609,26

<b>Presupuesto total Electricidad</b>		<b>11361,45 €</b>
---------------------------------------	--	-------------------



## 6.5 Resumen de presupuestos

<b>Presupuesto de las Instalaciones</b>	
Presupuesto ACS	12822,25 €
Presupuesto Climatización	9877,54 €
Presupuesto Iluminación	15336,18 €
Presupuesto Electricidad	11361,45 €
<b>Total</b>	<b>49397,42 €</b>

<b>Presupuesto Industrial</b>	
Beneficio Industrial (6%)	2963,85 €
Gastos Generales (13%)	6421,66 €
Gastos Financieros (4%)	1975,90 €
Impuestos (IGIC) (7%)	3457,82 €
<b>Presupuesto Total</b>	<b>64216,65 €</b>

## Conclusions

Conclusions:

- The building is designed according to the center's activity.
- We have sized facilities for the proper operation of the children's center.
- The total budget amounts to approximately 65000 €.

Personal conclusions:

- We have met the objectives set for the project.
- We have obtained notions of some software.
- We have acquired the skills to deal the professional life.