

### **3.6. Ahorro de energía**

#### Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico «Ahorro de energía » consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico «DB-HE Ahorro de Energía» especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

EXIGENCIA BÁSICA HE 1. Limitación de la demanda energética.

EXIGENCIA BÁSICA HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas.

EXIGENCIA BÁSICA HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

EXIGENCIA BÁSICA HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

EXIGENCIA BÁSICA HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

## HE 1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

### 1. Terminología

**Cerramiento:** Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

**Componentes del edificio:** Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su *envolvente edificatoria*: *cerramientos, huecos y puentes térmicos*.

**Condiciones higrotérmicas:** Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

**Demanda energética:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

**Envolvente edificatoria:** Se compone de todos los *cerramientos* del edificio.

**Envolvente térmica:** Se compone de los *cerramientos* del edificio que separan los recintos *habitables* del ambiente exterior y las *particiones interiores* que separan los *recintos habitables* de los *no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

**Espacio habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**Espacio no habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos no habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**Hueco:** Es cualquier elemento semitransparente de la *envolvente del edificio*. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

**Partición interior:** Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

**Puente térmico:** Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

**Recinto habitable:** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales
- b) Aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente
- c) Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario
- d) Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo
- e) Cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso
- f) Zonas comunes de circulación en el interior de los edificios
- g) Cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

**Recinto no habitable:** Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**Transmitancia térmica:** Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

**Unidad de uso:** Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

### **Ámbito de aplicación.**

*Esta sección es de aplicación en:*

- *edificios de nueva construcción*
- *modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a los 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.*

Luego nuestro proyecto, al ser una adecuación de local para Centro de día y Oficinas de Servicios Sociales, que afecta a 1813,70 m<sup>2</sup>, superando por tanto los 1.000 m<sup>2</sup> necesita cumplimentar esta sección. Al tener orientaciones distintas, se ha hecho un cálculo específico para cada sector del conjunto edificado.

### **ÍNDICE**

- 1. Objeto.**
- 2. Justificación del cumplimiento del DB-HE1**
  - 1. 2.1. Ámbito de aplicación**
  - 2. 2.2. Procedimiento de verificación**
  - 3. 2.3. Cálculo y dimensionamiento.**
    - 2.3.1. Consideración de las particiones interiores.**
    - 2.3.2. Elementos**
    - 2.3.3. Aislamiento.**
    - 2.3.4. Vidrios y Huecos**
    - 2.3.5. Definición geométrica.**
  - 4. 2.4. Resultados.**

#### **1. Objeto.**

Se redacta el presente documento con una finalidad:

Justificar el cumplimiento de la limitación de la demanda energética según el documento DB-HE1 (RD314/2006), del Centro de día y Oficinas de Servicios Sociales situado entre la calle Anfiteatro, 40, Carmona (Sevilla).

Aunque la actuación que ocupa este Proyecto es principalmente a nivel de semisótano en Centro de día y Servicios Sociales, así como una pequeña parte del edificio, la justificación del Cumplimiento se realizará para toda la edificación, ya que consideramos que la envolvente debe ser considerada en toda la magnitud del conjunto, incluyéndose por tanto las zonas de Alojamiento, que no se ven afectadas por este Proyecto.

Esta justificación se acompaña de los siguientes documentos:

Resultados de las simulaciones de los programas de referencia (LIDER y CALENER VYP).

## 2. Justificación del cumplimiento del db-he1

### Ámbito de aplicación

En este edificio es de aplicación la Sección HE 1 de Limitación de demanda energética pues según el apartado 1.1 de dicho documento básico aplica en todas las reformas de edificios que superan los 1.000 m<sup>2</sup>, y se renuevan más del 25% de sus cerramientos. (apartado 1.1.1.a).

### Procedimiento de verificación

Se justifica el cumplimiento del Documento Básico HE 1 Limitación de demanda energética mediante la utilización de la opción general, usando la aplicación LIDER.

### Cálculo y dimensionamiento.

Con el objeto de mantener una línea continua entre los procedimientos de justificación del HE1 y Certificación Energética el modelado del edificio se ha subdividido en dos partes: Zona Terciaria y Zona Residencial. Esta subdivisión se debe a que las escalas de certificación energética y los métodos de cálculo son distintos según el tipo de edificio que se trate.

La zona Residencial está constituida por las habitaciones de planta baja y alta, mientras que la zona terciaria está constituida por el resto del edificio.

Consideración de las particiones interiores.

Las particiones interiores, tanto verticales como horizontales que separan zonas terciarias de zonas residenciales han sido modeladas en ambos casos, considerándolas como adiabáticas (quedan como exteriores en el modelo), para independizar de esta forma tanto la certificación energética como la justificación del HE1 de ambas zonas. Cuando haya sido necesario modelar algún espacio que no pertenece a la zona a justificar se ha realizado atendiendo al siguiente criterio:

Sus particiones interiores han sido consideradas adiabáticas.

Si es un espacio residencial en el modelo terciario, se ha considerado como no acondicionado.

### Elementos

En cada una de las dos zonas del edificio, los cerramientos exteriores de la otra zona han sido representados como sombras lejanas, de modo que se reproduzca el sombreado del propio edificio..

### Aislamiento.

Se requieren en obra dos tipos de materiales aislantes:

Lana de Roca (Lana Mineral) a utilizar en los cerramientos de fachada.

Poliestireno extruido en Planchas: A Utilizar en cerramientos de cubierta.

Una descripción de los cerramientos más detallada puede encontrarse en los listados de salida del programa LIDER.

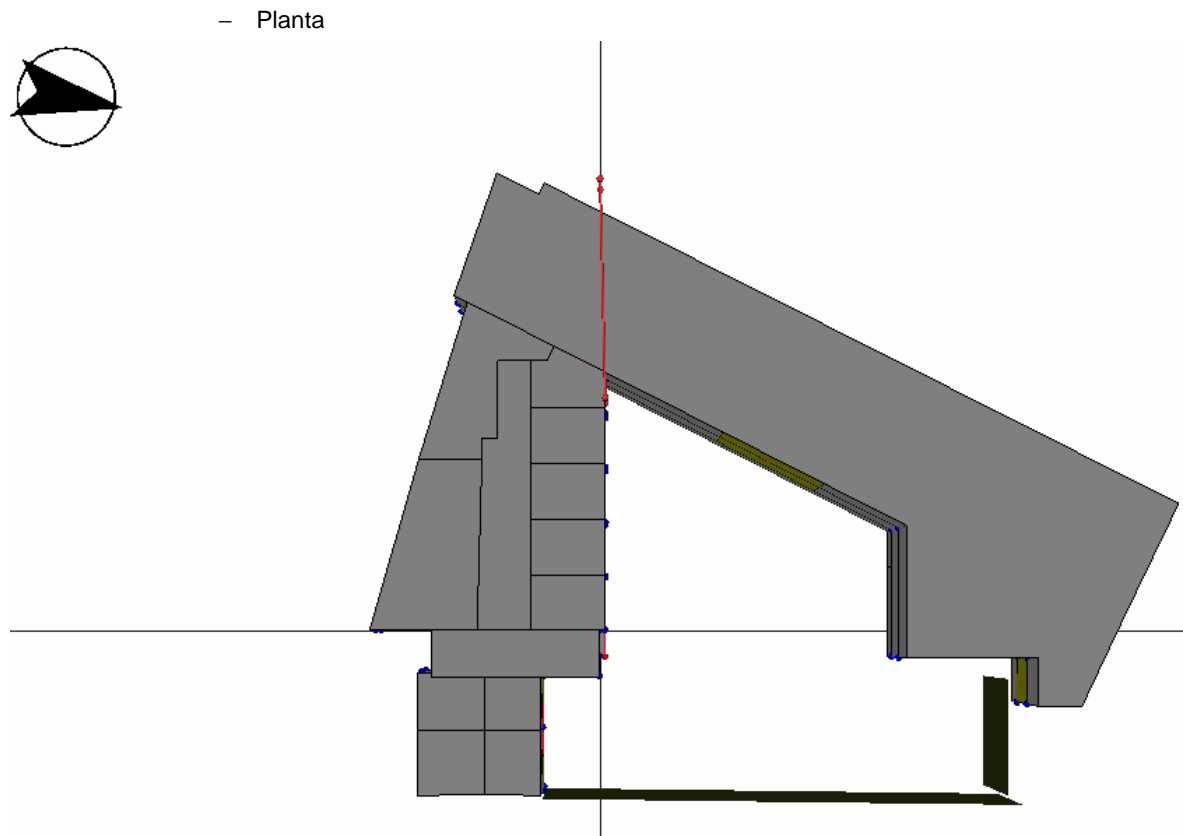
### Vidrios y Huecos

Se utiliza vidrios dobles con cámara de aire tipo 6-6-4 y marcos metálicos verticales sin rotura de puente térmico.

Definición geométrica.

La definición geométrica del edificio se muestra en las siguientes figuras:

a Terciaria:

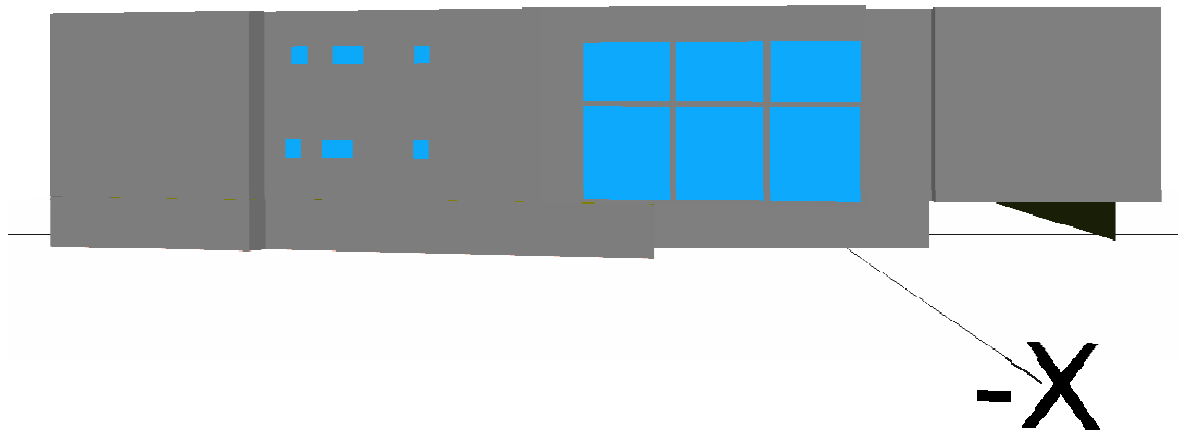


- Alzado Calle Claudio



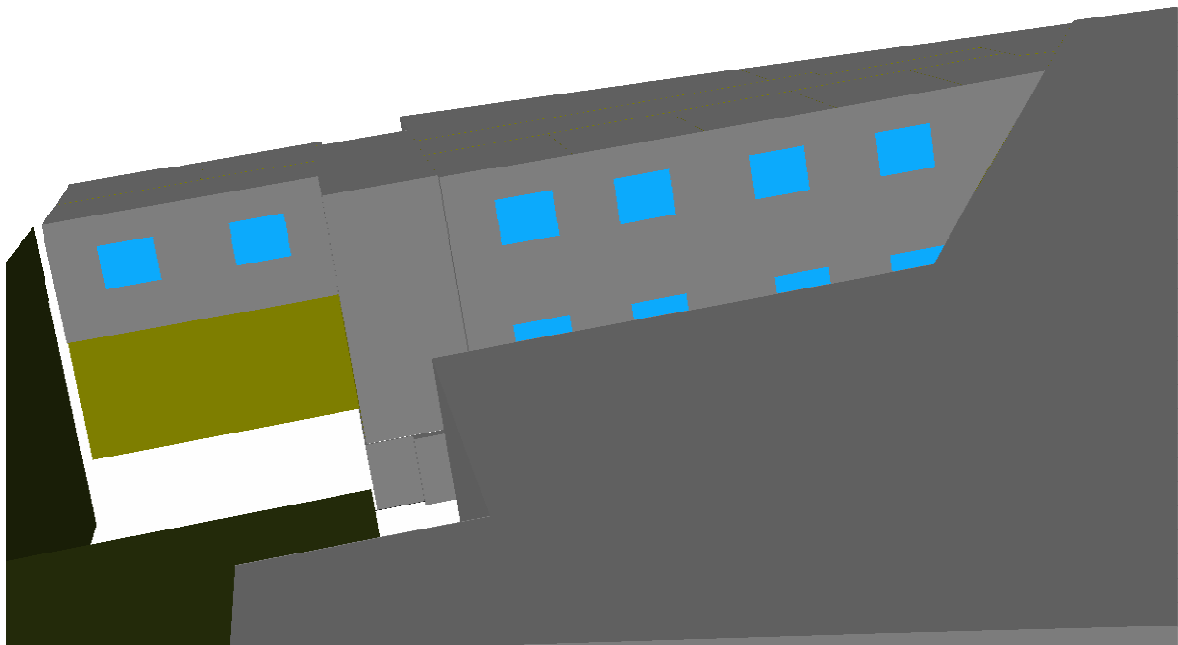
– Alzado Sur

–



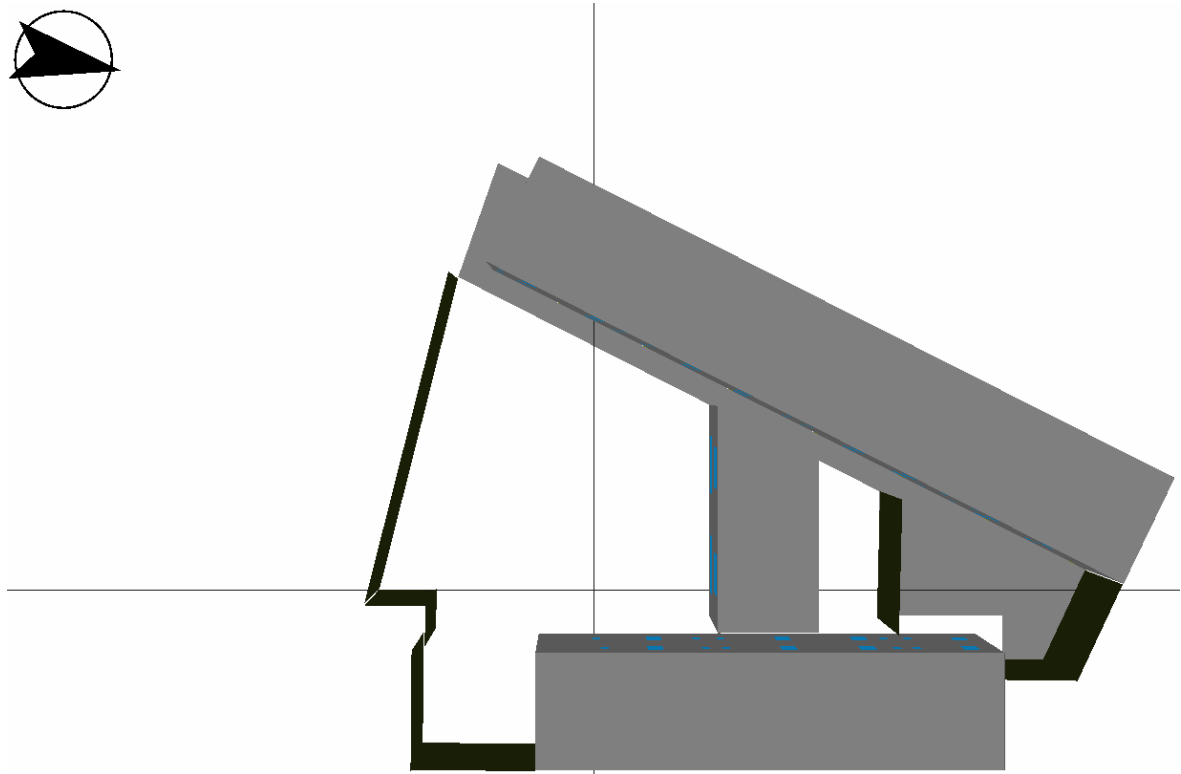
– Vista Interior:

–

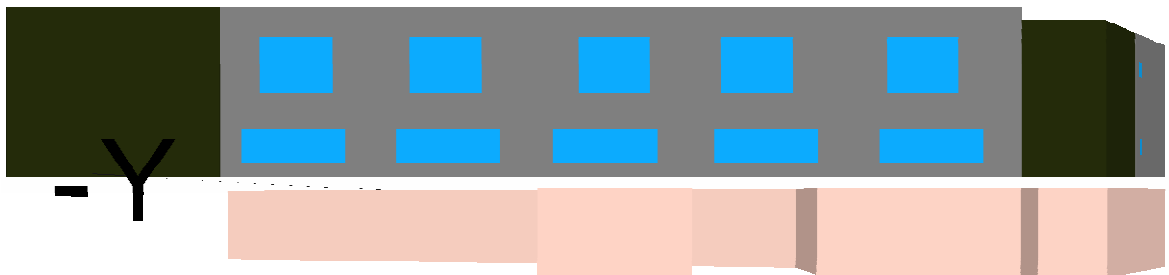


Zona Residencial.

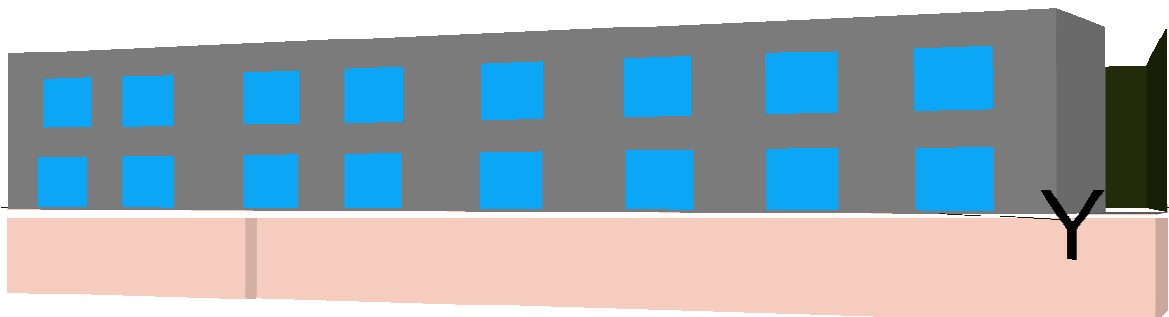
– Planta



– Alzado Calle Claudio

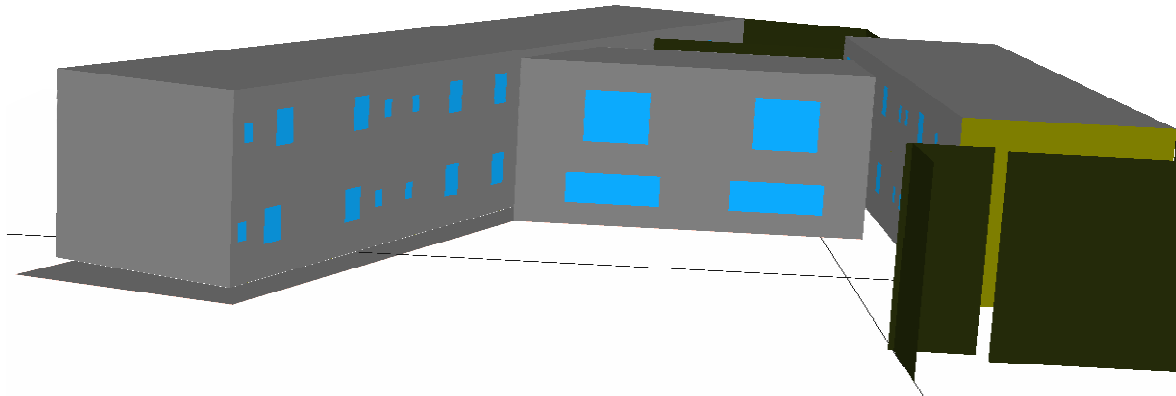


– Alzado Plaza Miliki



– Vista de Patio

–

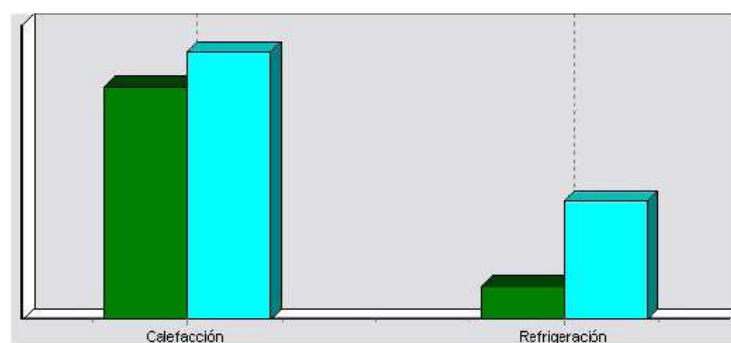


### Resultados.

Como resultado de los modelados anteriormente descritos, las dos zonas del edificio cumplen con los requisitos establecidos en el CTE, DB-HE1, como se muestra en las siguientes figuras:

Zona Terciaria:

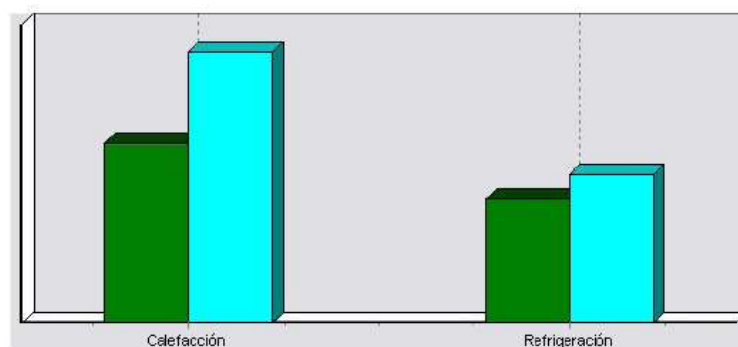
	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	86,9	28,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	87,3	12,7





Zona Residencial:

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	66,0	84,0
Proporción relativa calefacción refrigeración	59,0	41,0



Por tanto, el edificio completo tiene una demanda energética inferior a la máxima establecida por el DB-HE1, y **cumple** con sus requisitos.

## HE2 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.

### Normativa a cumplir:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y sus normas UNE. R.D. 1751/98.
- R.D. 1218/2002 que modifica el R.D. 1751/98

### Tipo de instalación y potencia proyectada:

- ☐ nueva planta ☒ reforma por cambio o inclusión de instalaciones ☐ reforma por cambio de uso
- ☐ **Inst. individuales de potencia térmica nominal menor de 70 kw. (ITE 09) (1)**

#### Generadores de calor:

A.C.S. (Kw)  
Calefacción (Kw)  
Mixtos (Kw)  
Producción Total de Calor

#### Generadores de frío:

Refrigeradores (Kw)

Potencia térmica nominal total de instalaciones individuales 60 kw

### ☒ **INST. COLECTIVAS CENTRALIZADAS. Generadores de Frío ó Calor. (ITE 02)**

#### ☐ **Edificio cuyo conjunto de instalaciones térmicas tengan una potencia Nominal inferior a 5 Kw.**

Tipo de instalación

Nº de Calderas

Nº de Maquinas Frigoríficas

Potencia Calorífica Total

Potencia Frigorífica Total

Potencia termica nominal total 0,00 Kw

#### ☐ **Edificio cuyo conjunto de instalaciones térmicas tengan una potencia Nominal entre 5 y 70 Kw.**

Tipo de instalación

Nº de Calderas

Nº de Maquinas Frigoríficas

Potencia Calorífica Total

Potencia Frigorífica Total

POTENCIA TERMICA NOMINAL TOTAL 0,00 Kw

#### ☒ **Edificio cuyo conjunto de instalaciones térmicas tengan una potencia Nominal > 70 Kw (2)**

En este caso es necesario la redacción de un Proyecto Especifico de Instalaciones Térmicas, a realizar por técnicos competentes. Cuando estos sean distintos del autor del Proyecto de Edificación, deben actuar coordinadamente con este

### ☒ **Instalaciones específicas. Producción de AUX. por colectores solares planos. (ITE 10.1)**

Tipo de instalación

Sistema indirecto con circulación forzada

Sup. Total de Colectores

13.2 m²

Caudal de Diseño

3 l/usu dia

Volumen del Acumulador

300 l

Potencia del equipo convencional auxiliar

3 Kw

### Valores máximos de nivel sonoro en ambiente interior producidos por la instalación (según tabla 3 ITE 02.2.3.1)

Tipo de local	DÍA		NOCHE	
	V <sub>max</sub> Admisible	Valor de Proyecto	V <sub>max</sub> Admisible	Valor de Proyecto
Residencial	40	<40	30	<30

### Diseño y dimensiones del recinto de instalaciones:

No se consideran salas de maquinas los equipos autónomos de cualquier potencia, tanto de generación de calor como de frío, mediante tratamiento de aire o de agua, preparados para instalar en exteriores, que en todo caso cumplirán los requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen, y en los que se facilitaran las operaciones de mantenimiento y de la conducción.

### Chimeneas

- ☒ Instalaciones individuales, según lo establecido en la NTE-ISH.
- ☐ Generadores de calor de sistemas de climatización con potencias menores de 10 Kw.
- ☐ Generadores de calor de sistemas de climatización con potencias mayores de 10 Kw, según norma UNE 123.001.94

### Condiciones generales de las salas de maquinas

- ☐ Puerta de acceso al local que comunica con el exterior o a través de un vestíbulo con el resto del edificio.

- ☐ Distancia máxima de 15 metros, desde cualquier punto de la sala a la salida.
- ☒ Cumplimiento de protección contra incendios según DB-SI
- ☒ Atenuación acústica de 50 dBA para el elemento separador con locales ocupados.
- ☒ Nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas igual o mayor de 200 lux

**Condiciones para salas de máquinas de seguridad elevada.**

- ☐ Distancia máxima de 7.5 metros, desde cualquier punto de la sala a la salida, para superficies mayores de 100 m<sup>2</sup>.
- ☐ Resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales mayor o igual a RF-240.
- ☐ Si poseen dos o más accesos, al menos uno dará salida directa al exterior.
- ☐ Al menos los interruptores general y de sistema de ventilación se sitúan fuera del local.

**Dimensiones mínimas para las salas de calderas**

**En Proyecto**

Distancia entre calderas y paramentos laterales (>70 cm.).	No existe
Distancia a la pared trasera, para quemadores de combustible gas o líquido (>70 cm.).	
Distancia a la pared trasera, para quemadores de fueloil (> longitud de la caldera.).	
Distancia al eje de la chimenea, para combustible sólido (> longitud de la caldera.).	
Distancia frontal, excepto para combustible sólido (> longitud de la caldera.).	
Distancia frontal para combustible sólido (> 1,5 x longitud de la caldera.).	
Distancia entre la parte superior de la caldera y el techo (> 80 cm.).	

**Dimensiones mínimas para las salas de maquinaria frigorífica**

**En Proyecto**

Distancia entre equipos frigoríficos y paramentos laterales (>80 cm.).	No existe
Distancia a la pared trasera (>80 cm.).	
Distancia frontal entre equipo frigorífico y pared (> longitud del equipo.).	
Distancia entre la parte superior del equipo frigorífico (H) y el techo (H+100cm. > 250 cm.).	

- |     |  |
|-----|--|
| (1) | Cuando la potencia térmica total en instalaciones individuales sea mayor de 70 kW, se cumplirá lo establecido en la ITE 02 para instalaciones centralizadas.   |
| (2) | La potencia térmica instalada en un edificio con instalaciones individuales será la suma de las potencias parciales correspondientes a las instalaciones de producción de calefacción, refrigeración y A.C.S., según ITE 07.1.2. |
| (3) | No es necesario la presentación de proyecto para instalaciones de A.C.S. con calentadores instantáneos, calentadores acumuladores o termos eléctricos de potencia de cada uno de ellos igual o inferior a 70 kW.                 |

### HE3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Los edificios dispondrán 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 unas determinadas condiciones.

#### NORMATIVA:

- UNE-EN 12464-1:2003. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores.
- Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo.
- Norma UNE EN 12193: Iluminación

#### 1. Ámbito de aplicación.

	Edificio de nueva construcción
X	Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m <sup>2</sup> , donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
	Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
- b) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años;
- c) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
- d) edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>;
- e) interiores de viviendas.

En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

#### 2. Procedimiento de verificación.

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

##### 1.1. Cálculo del valor de EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límites consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

siendo

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];

E<sub>m</sub> la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

a) Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;

b) Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Tabla 2.1

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4,0
	zonas comunes (1)	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
2 Zonas de representación	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10

- P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W]. Las lámparas utilizadas en la instalación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámparas más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas 3.1 y 3.2

Tabla (CAT\_HE3)\_02: Características de las lámparas y equipos más comunes. Con esta tabla obtenemos los valores de P (potencia total del conjunto: lámpara más equipo auxiliar):

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)				
	Lámparas de descarga			Halógenas de baja tensión	Fluorescentes
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor halogenuros metálicos		
18					28
100	--	116	116		

- Iluminancia media horizontal mantenida ( $E_m$ )

La iluminancia o nivel de iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Su unidad es el lux.

La iluminancia media horizontal mantenida es el valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada. Es la iluminancia media en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento.

Depende del tipo de actividad que se vaya a realizar en la zona.

El método del flujo será el que usaremos para el cálculo de la iluminancia a través de la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{\phi \cdot F_u \cdot F_m}{S}$$

donde

$\phi$  Flujo luminoso (lm)

$F_u$  Factor de utilización.

$F_m$  Factor de mantenimiento. (tomar los datos del apartado anterior)

$S$  Superficie ( $m^2$ ).

- Factor de mantenimiento ( $F_m$ )

Este factor se obtiene por multiplicación de tres factores: la depreciación del flujo de la lámpara, la depreciación de la luminaria y la depreciación de la superficie de la habitación

En general se adoptará un factor de mantenimiento bueno cuando exista un ensuciamiento mínimo, es decir, el ambiente sea limpio, la limpieza de las luminarias frecuentes, la reposición de las lámparas se realice por grupos y éstas sean del tipo cerrado. En este caso adoptaremos un  $F_m = 0,7$  ó  $0,8$ . en ambientes muy polvorientos, con poca limpieza y reposición de lámparas una vez que se hayan estropeado y estén fuera de uso, así como con luminarias abiertas será necesario tomar un  $F_m$  del orden de  $0,5$

Para realizar el cálculo tomaremos los siguientes valores para el  $F_m=0,80$

- El factor de utilización o utilitancia  $F_u$  de un sistema de alumbrado es la relación entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas. Depende de diversidad de factores como son: el valor adecuado de nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelo) y el factor de mantenimiento.

Determinado el índice del local, es necesario fijar unos coeficientes de reflexión o reflectancias del suelo, techo y paredes, al objeto de tener en consideración también el flujo luminoso que se refleja, el cual dependerá de su color, grado de conservación y posición relativa de la luminaria.

Tomaremos los siguientes valores: techo (0,70), paredes (0,50) y suelo (0,20).

El factor de utilización lo obtendremos de la siguiente tabla en %. (Tabla incluida en el tercer tomo de "Cálculo y Normativa básica de las instalaciones en los edificios. Instalaciones eléctricas")

		FACTORES DE UTILIZACIÓN %										
	Techo	70				50				0		
	Pared	70		50		30		50		30		0
	Suelo	20	30	20	10	30	10	30	10	30	10	0
	0,60	45	37	37	36	31	31	36	35	31	30	26
	0,80	53	47	45	44	40	39	45	43	40	39	34
	1,00	60	54	52	51	48	46	52	50	47	46	41
	1,25	65	61	58	56	55	52	58	55	54	51	47
	1,50	68	65	63	60	60	56	63	59	58	56	51
	2,00	73	72	68	65	67	62	69	64	65	61	57
	2,50	75	75	71	68	71	65	72	66	68	64	60
	3,00	77	78	74	69	74	67	74	68	71	66	62
	4,00	79	81	76	71	78	70	76	70	74	68	64
	5,00	80	83	77	73	80	71	78	71	76	70	66

Para el cálculo del factor de utilización necesitaremos conocer el "Factor de forma del local **K**" que se describe a continuación.

- Índice **K** del local: los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la anchura de montaje y el tipo de alumbrado. El índice del local nos servirá después para determinar el factor de utilización.

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

siendo

L la longitud del local (m);

A la anchura del local (m);

H la distancia del plano de trabajo a las luminarias (m).

Uso del local		Longitud (m)	Anchura (m)	Distancia al plano de trabajo (m)	Índice del local K
Centro de día	Pasillos	27,45	1,25	2,00	0,60
	Cocina	6,50	6,15	2,00	1,58
	Comedor-Salas estar	15,20	3,30	2,20	1,23
	Salón de usos múltiples	11,25	7,15	2,20	1,99
	Punto de control	6,55	6,10	2,00	1,58
Oficinas de servicios sociales municipales	Taller 1	7,30	7,05	2,20	1,63
	Taller 2	5,65	3,60	2,20	1,00
	Programas alternativos	7,30	5,60	2,00	1,58
	Oficina	4,00	3,40	2,20	0,84
	Zona de espera	21,80	3,00	2,00	1,32
	Conserjería y registro	10,50	5,60	2,20	1,66

Según la norma UNE-EN 12464-1/2003 (iluminación de los lugares de trabajo), se recomiendan los siguientes valores:

Tipo de zona y actividad		$E_m$	UGR	$R_a$
Lugares pública concurrencia	Halls entrada	100	22	80
	Pasillos	100	25	80
	Salones	200	22	80
	Talleres	300	20	80
Oficinas	Escritura, lectura, tratamiento datos	500	19	80
	Salas conferencias	500	19	80
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	40

En esta tabla deben tomarse los datos de la siguiente manera:

**$E_m$**  Iluminancia mantenida en la superficie para el área, tarea o actividad. La iluminancia no debe caer de este valor. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas.

**UGR** Valor máximo o límite permitidos de deslumbramiento según el área de trabajo en interior.

**$R_a$**  Índice de rendimiento de colores mínimos para la situación, actividad o área. En general, lámparas con  $R_a < 80$  no deberían ser usadas en interiores en las que personas trabajen o permanezcan durante largos periodos.

- Índice de deslumbramiento unificado (**UGR**).

(Unified Glare Rating – valoración unificada del deslumbramiento)

Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Alumbrado) nº 117.

- Índice de Rendimiento de Color de las lámparas ( **$R_a$** ).

Efecto de un iluminante sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo un iluminante de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color ( $R_a$ ). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

Para el cálculo vamos a tomar  **$E_m$**  de la tabla anterior:



Uso del local		Factor de utilización $F_u$	Factor de mantenimiento $F_m$	Superficie (m <sup>2</sup> )	Iluminancia mantenida $E_m$ (lux)	Flujo luminoso (lm)
Centro de día	Pasillos	0,37	0,80	44,45	100	15016,89
	Lavandería	0,54	0,80	22,20	200	10277,78
	Cocina	0,64	0,80	39,60	200	15468,75

Lámparas fluorescentes compacta TC-D de 2 pins								
Potencia nominal	Flujo (lm)	Rendimiento Lm/w	Anchura en mm	Longitud L en mm	Casquillo	ICR Ra	Grado cromático	
18	1200	66,66	27	153	G24d-2	85	1 B	
Oficinas de servicios sociales municipales	Comedor	0,58	0,80	105,95	200		45668,10	
	Salón de usos múltiples	0,68	0,80	80,45	500		73943,01	
	Punto de control	0,64	0,80	42,85	100		8369,14	
	Taller 1	0,65	0,80	55,30	300		31903,85	
	Taller 2	0,52	0,80	20,15	300		14531,25	
	Programas alternativos	0,64	0,80	41,20	300		24140,63	
	Oficina	0,46	0,80	13,82	500		18777,17	
	Zona de espera	0,6	0,80	51,45	100		10718,75	
	Conserjería y registro	0,65	0,80	56,20	500		54038,46	

Una vez obtenido el flujo luminoso en la zona a iluminar, determinaremos el número de lámparas que necesitamos, teniendo en cuenta el tipo de luminaria que vamos a disponer.

En las siguientes tablas de características podremos obtener el flujo luminoso de una lámpara. (Obtenidas de "Luminotecnia 2002. Control y aplicación de la luz")

Lámparas fluorescentes. Fluorescente lineal TL							
Potencia nominal	Flujo (lm)	Rendimiento Lm/w	Diámetro Ø en mm	Longitud L en mm	Casquillo	ICR Ra	Grado cromático
18	1350	75	26	590	G13	85	1B

Lámparas de sodio a alta presión. Forma tubular clara.						
Potencia nominal	Flujo (lm)	Rendimiento Lm/w	Diámetro Ø en mm	Longitud L en mm	Casquillo	
100	10000	100,00	45	210	E-40	

Utilizando los datos de las tablas anteriores vamos a determinar el número de lámparas que se necesitarán para iluminar las diferentes zonas:

Uso del local		Tipo de lámpara	Potencia nominal (w)	Flujo luminoso (lm)	Flujo necesario (lm)	Número de lámparas
Centro de día	Pasillos	Fluorescente compacta	2x18	1200	15016,89	13
	Cocina	Fluorescente lineal	3x18	4050	15468,75	4
	Comedor-Salas estar	Fluorescente lineal	3x18	4050	45668,10	11
	Salón de usos múltiples	Fluorescente lineal	3x18	4050	73943,01	18
	Punto de control	Fluorescente compacta	2x18	1200	8369,14	7
Oficinas de servicios sociales municipales	Taller 1	Fluorescente lineal	3x18	4050	31903,85	8
	Taller 2	Fluorescente lineal	3x18	4050	14531,25	3
	Programas alternativos	Fluorescente lineal	3x18	4050	24140,63	6
	Oficina	Fluorescente lineal	4x18	5400	18777,17	3
	Zona de espera	Fluorescente compacta	2x18	1200	10718,75	8
	Conserjería y registro	Lámpara de sodio	100	10000	54038,46	6

- Valor de eficiencia energética de la instalación (**VEEI**) resultante del cálculo.  
Cálculo del valor de Eficiencia Energética de la Instalación en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1.

Por motivos de diseño en algunos locales se han dispuesto más luminarias de las estrictamente necesarias. Vamos a comprobar que cumplen con el límite VEEI.

Uso del local		Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia nominal (w)	Potencia del conjunto (w)	Número de lámparas	Potencia total (w)	Iluminancia mantenida E <sub>m</sub> (lux)	VEEI (w/m <sup>2</sup> )	VEEI límite
Centro de día	Pasillos	44,45	18	28	13	350,4	100	7,50	7,5
	Cocina	39,60	54	64	6	384,0	200	4,85	5
	Comedor-Salas estar	105,95	54	64	15	960,0	200	4,50	4,5
	Salón de usos múltiples	80,45	54	64	20	1280,0	500	3,18	10
	Punto de control	42,85	18	28	7	196,0	100	4,50	4,5
Oficinas de servicios sociales municipales	Taller 1	55,30	54	64	10	640,0	300	3,86	4
	Taller 2	20,15	54	64	3	192,0	300	3,18	4
	Programas alternativos	41,20	54	64	6	381,5	300	3,09	4
	Oficina	13,82	72	82	3	246,0	500	3,50	3,5
	Zona de espera	51,45	18	28	8	224,0	100	4,35	4,5
	Conserjería y registro	56,20	100	116	6	696,0	500	2,48	4,5

## 1.2. Comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2.

Las instalaciones de iluminación del edificio dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;

b) Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los casos que cumplan con las condiciones i) y ii) del apartado 2.2 1) b).

Quedan excluidas de cumplir las exigencias de los puntos i e ii anteriores, las siguientes zonas de la tabla 2.1:

- zonas comunes en edificios residenciales.
- habitaciones de hospital.
- habitaciones de hoteles, hostales, etc.
- tiendas y pequeño comercio.

Tabla (CAT\_HE3)\_02: en esta tabla se especificarán los sistemas de control y, en su caso, regulación para cada área del edificio.

grupo	Zonas de actividad diferenciada		Sistema de control y regulación
1	zonas comunes en el edificio Centro de día	recibidor	sistema de apagado con temporizador.
		vestíbulo	sistema de apagado con temporizador.
		pasillos	sistema de apagado con temporizador.
2	edificio oficinas		sistema de encendido y apagado manual.

## 5. Mantenimiento y conservación.

**PLAN DE MANTENIMIENTO** para garantizar en el tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos y la eficiencia energética de la instalación, VEEI, que contempla:

- **Operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento y limpieza de las luminarias y de la zona iluminada con la metodología prevista y frecuencia**

Tipo	Acción a realizar	Frecuencia
Lámparas fluorescentes	limpieza de la lámpara	semestral
	revisión global del equipo de encendido	anual
Luminarias	limpieza de luminaria	Semestral
Luminarias de emergencia	limpieza de la luminaria.	Semestral

### Luminarias en General.

La limpieza se realizará con agua jabonosa o disolvente neutro no abrasivo, siempre con la desconexión completa del circuito.

La limpieza de los posibles partes especulares se realizará con especial cuidado para evitar rayones que son irreversibles.

Igualmente debe prestarse atención a la conexión de la lámpara y posibles elementos accesibles del equipo de encendido.

Toda limpieza de las partes interiores protegidas, así como la sustitución de cualquier parte del equipo de encendido, incluso del portalámparas si fuera necesario, serán realizadas por el personal cualificado.

Por el usuario:

Limpieza de luminaria dependerá de la suciedad del ambiente, no obstante al menos cada una cada 6 meses.

Por el personal cualificado:

Aunque dependerá del ambiente en el que esté instalada, la revisión global de la luminaria y sobre todo de su equipo de encendido se realizarán al menos una vez cada 2 años.

### Luminarias de emergencia.

Limpieza exterior de las luminarias con una bayeta seca (o ligeramente húmeda con la desconexión previa de la corriente eléctrica).

Si el fabricante lo prevé por la simplicidad de su diseño, el usuario podría sustituir las lámparas cuando éstas fundan o se agoten.

En cualquier caso toda anomalía en el correcto funcionamiento debe ser objeto de llamada al instalador.

La limpieza interior, la posible sustitución de lámparas o de las baterías, o la reparación de los circuitos deben ser realizadas por personal cualificado.

Por el Usuario:

La limpieza puede realizarse una vez cada 6 meses.

Por el profesional:

La revisión general de la luminaria con las reparaciones y sustituciones a que diera lugar, se realizará al menos una vez cada 3 años.

### Lámparas fluorescentes.

Cualquier operación de mantenimiento debe comportar una desconexión previa del suministro eléctrico, bien sea del punto de luz o mucho mejor del circuito completo al que pertenezca.

Ante el envejecimiento por el uso normal de la luminaria hay que realizar la limpieza de la lámpara según en grado de ensuciamiento al que ha estado expuesta, y hay que sustituirla cuando haya consumido su vida útil. Este período útil se supera cuando ha habido una pérdida de flujo luminoso superior al 30% del inicial, cifra a la que se llega antes de que se ennegrezcan los extremos del tubo, bastante antes de que el tubo arranque con dificultad, y mucho antes de que parpadee de modo incontrolado.

La limpieza se realizará con agua jabonosa o disolvente suave no abrasivo, siempre con la desconexión completa del circuito. Cuando el tubo no está viejo y sin embargo no se mantiene el arranque, se puede sustituir el cebador si el equipo de encendido es convencional.

Cualquier avería que no esté en apartado anterior deberá ser subsanada por personal especializado. Estas averías pueden ser el cambio de reactancia o balasto, el cambio del condensador, la reparación o sustitución de balastos electrónicos y en general cualquier otra que implique el acceso a las partes protegidas de la luminaria.

Por el usuario:

Limpieza de la lámpara, en función de la suciedad del ambiente, se realizará al menos cada una vez cada 6 meses. La sustitución de la lámpara se realizará en función de la vida útil de la misma, a su vez en función de lo que el fabricante de la misma especifica en horas.

Por el personal cualificado:

Revisión global del equipo de encendido al menos una vez al año.

#### Luminarias de señalización.

Limpieza exterior de las luminarias con una bayeta seca (o ligeramente húmeda con la desconexión previa de la corriente eléctrica).

Si el fabricante lo prevé por la simplicidad de su diseño, el usuario podría sustituir las lámparas cuando éstas fundan o se agoten.

En cualquier caso toda anomalía en el correcto funcionamiento debe ser objeto de llamada al instalador.

La limpieza interior, la posible sustitución de lámparas o de las baterías, o la reparación de su circuitería deben ser realizadas por personal cualificado.

Por el Usuario:

La limpieza puede realizarse una vez cada 6 meses.

Por el profesional:

La revisión general de la luminaria con las reparaciones y sustituciones a que diera lugar, se realizará al menos una vez cada 3 años.

En ocasiones la luminaria es conjuntamente de emergencia. En otros casos la luminaria es de diodos LED de muy ampliduración, y también existe otra variedad a modo de guirnaldas de lámparas incandescentes.

- **Sistemas de control**

En las diferentes zonas que corresponda del edificio se deberán tener en cuenta los sistemas de regulación y control establecidos en la Tabla (CAT\_HE3)\_02 de esta memoria.

## HE4 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

### 1. Generalidades

#### 1.1 Ámbito de aplicación

<input checked="" type="checkbox"/>	1.1.1	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.
<input type="checkbox"/>	1.1.2	Disminución de la contribución solar mínima:
<input type="checkbox"/>		a) Se cubre el aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.
<input type="checkbox"/>		b) El cumplimiento de este nivel de producción supone sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable.
<input type="checkbox"/>		c) El emplazamiento del edificio no cuenta con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo.
<input type="checkbox"/>		d) Por tratarse de rehabilitación de edificio, y existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable.
<input type="checkbox"/>		e) Existen limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibilitan de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria.
<input type="checkbox"/>		f) Por determinación del órgano competente que debe dictaminar en materia de protección histórico-artística.
	1.2	Procedimiento de verificación
		a) Obtención de la contribución solar mínima según apartado 2.1.
		b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.
		c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

### 2. Características y cuantificación de las exigencias

#### 2.1 Contribución solar mínima

<input checked="" type="checkbox"/>	Caso general Tabla 2.1 (zona climática V)	70%
<input type="checkbox"/>	Efecto Joule	70%
<input type="checkbox"/>	Medidas de reducción de contribución solar	No procede
<input checked="" type="checkbox"/>	Pérdidas por orientación e inclinación del sistema generador	13%
<input checked="" type="checkbox"/>	Orientación del sistema generador	S
<input checked="" type="checkbox"/>	Inclinación del sistema generador: = latitud geográfica	45° S
<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación de las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación	Cumplen
<input type="checkbox"/>	Contribución solar mínima anual piscinas cubiertas	No procede
<input type="checkbox"/>	Ocupación parcial de instalaciones de uso residencial turísticos, criterios de dimensionado	No procede
	Medidas a adoptar en caso de que la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética en algún mes del año o en más de tres meses seguidos el 100%	Procede
<input checked="" type="checkbox"/>	a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).	
<input type="checkbox"/>	b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).	
<input type="checkbox"/>	c) pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;	
<input type="checkbox"/>	d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.	

Pérdidas máximas por orientación e inclinación del sist, generador	Orientación e inclinación	Sombras	Total
<input type="checkbox"/> General	10%	10%	15%
<input checked="" type="checkbox"/> Superposición	20%	15%	30%
<input type="checkbox"/> Integración arquitectónica	40%	20%	50%

### 3. Cálculo y dimensionado

#### 3.1 Datos previos

<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura elegida en el acumulador final	60°
<input checked="" type="checkbox"/>	Demanda de referencia a 60°, Criterio de demanda: Administrativo	3 l/p persona
<input checked="" type="checkbox"/>	Nº real de personas (Tomado de Ocupación Protección contra incendios)	365
<input checked="" type="checkbox"/>	Cálculo de la demanda real	1095 l/d
<input type="checkbox"/>	Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión	
	$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \quad (3.1)$	
	$D_i(T) = D_i(60^\circ \text{C}) \times \left( \frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) \quad (3.2)$	
	siendo D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida; D <sub>i</sub> (T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida; D <sub>i</sub> (60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C; T Temperatura del acumulador final; T <sub>i</sub> Temperatura media del agua fría en el mes i.	

<input checked="" type="checkbox"/>	Radiación Solar Global		
	Zona climática	MJ/m2	KWh/m2
	V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

#### 3.2 Condiciones generales de la instalación

	La instalación cumplirá con los requisitos contenidos en el apartado 3.2 del Documento Básico HE, Ahorro de Energía, Sección HE 4, referidos a los siguientes aspectos:		Apartado
<input checked="" type="checkbox"/>	Condiciones generales de la instalación		3.2.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Fluido de trabajo		3.2.2.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra heladas		3.2.2.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra sobrecalentamientos		3.2.2.3.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra quemaduras		3.2.2.3.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección de materiales contra altas temperaturas		3.2.2.3.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Resistencia a presión		3.2.2.3.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Prevención de flujo inverso		3.2.2.3.4

#### 3.3 Criterios generales de cálculo

<input type="checkbox"/>	1	Dimensionado básico: método de cálculo	
		Valores medios diarios	
		demanda de energía	
		contribución solar	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Prestaciones globales anuales	
		Demanda de energía térmica (kWh)	14628
		Energía solar térmica aportada (kWh)	20805
		Fracciones solares mensual y anual	70.3%
		Rendimiento medio anual	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Meses del año en los que la energía producida supera la demanda de la ocupación real	0
		Periodo de tiempo en el cual puedan darse condiciones de sobrecalentamiento	
<input checked="" type="checkbox"/>		Medidas adoptadas para la protección de la instalación	Se tomarán las medidas pertinentes para la protección de la instalación frente a las heladas, sobrecalentamientos, quemaduras y contra las altas temperaturas definidas en los apartados correspondientes del DB-HE Sección 4
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Sistemas de captación	
		El captador seleccionado posee la 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.	
<input checked="" type="checkbox"/>		Los captadores que integran la instalación son del mismo modelo.	
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Conexiónado	
		La instalación se ha proyectado de manera que los captadores se dispongan en filas constituidas por el mismo número de elementos.	
		Conexión de las filas de captadores	En serie <input checked="" type="checkbox"/> En paralelo <input type="checkbox"/> En serie paralelo <input type="checkbox"/>
		Instalación de válvulas de cierre en las baterías de captadores	Entrada <input checked="" type="checkbox"/> Salida <input checked="" type="checkbox"/> Entre bombas <input checked="" type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/> Instalación de válvula de seguridad	
		Tipo de retorno	Invertido <input checked="" type="checkbox"/> Válvulas de equilibrado <input type="checkbox"/>

6	Estructura de soporte			
Cumplimiento de las exigencias del CTE de aplicación en cuanto a seguridad : Apartado 3.3.2.3				
<input checked="" type="checkbox"/>	Previsiones de cálculo y construcción para evitar transferencias de cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico por dilataciones térmicas.			
<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura portante	Estructura de acero galvanizado con terminación de epoxi poliéster homeado.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de fijación de captadores	Estructura auxiliar metálica de sección triangular		
<input checked="" type="checkbox"/>	Flexión máxima del captador permitida por el fabricante			
	Número de puntos de sujeción de captadores			
	Area de apoyo			
	Posición de los puntos de apoyo			
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha previsto que los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojen sombra sobre los captadores			
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalación integrada en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre captadores se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.			
7	Sistema de acumulación solar			
<input checked="" type="checkbox"/>	Volumen del depósito de acumulación solar (litros)			300l
	Justificación del volumen del depósito de acumulación solar (Considerando que el diseño de la instalación solar térmica debe tener en cuenta que la demanda no es simultánea con la generación),			FÓRMULA
	A= dato Suma de las áreas de los captadores (m2) V= dato Volumen del depósito de acumulación solar (litros)			50 < V/A < 180
				RESULTADO
				Cumple
<input checked="" type="checkbox"/>	Nº de depósitos del sistema de acumulación solar			
	Configuración del depósito de acumulación solar	Vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	Horizontal <input type="checkbox"/>
	Zona de ubicación	Exterior	<input type="checkbox"/>	Interior <input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Fraccionamiento del volumen de acumulación en depósitos: nº de depósitos			
	Disposición de los depósitos en el ciclo de consumo	<input type="checkbox"/> En serie invertida	<input type="checkbox"/> En paralelo, con los circuitos primarios y secundarios equilibrados	
	Prevención de la legionelosis: medidas adoptadas			
<input type="checkbox"/>	nivel térmico necesario mediante el no uso de la instalación Instalaciones prefabricadas			
<input checked="" type="checkbox"/>	conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar éste último con el auxiliar (resto de instalaciones)			
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalación de termómetro			
	Corte de flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema (en el caso de volumen mayor de 2 m3)	Válvulas de corte <input checked="" type="checkbox"/>	Otro sistema (Especificar) <input type="checkbox"/>	
8	Situación de las conexiones			
<input checked="" type="checkbox"/>	Depósitos verticales			
	Altura de la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador			
	La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste			
	La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior			
<input type="checkbox"/>	la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior			
<input type="checkbox"/>	Depósitos horizontales: las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.			
<input checked="" type="checkbox"/>	Desconexión individual de los acumuladores sin interrumpir el funcionamiento de la instalación			
9	Sistema de intercambio			
<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambiador independiente: la potencia P se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales suponiendo una radiación solar de 1.000 w/m2 y un rendimiento de la conversión de energía solar del 50%		Fórmula $P \geq 500 \cdot A$ 6.58kw	
<input type="checkbox"/>	Intercambiador incorporado al acumulador: relación entre superficie útil de intercambio (SUi) y la superficie total de captación (STc)		$S_{Ui} \geq 0,15 STc$	
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalación de válvula de cierre en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor			
10	Circuito hidráulico			
	Equilibrio del circuito hidráulico			
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo			
<input type="checkbox"/>	Se ha dispuesto un control de flujo mediante válvulas de equilibrado			
	Caudal del fluido portador			
<input checked="" type="checkbox"/>	El caudal del fluido portador se ha determinado de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto, valor estará comprendido entre 1,2l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores		Se cumple que $1,2 \leq \text{Valor} \leq 2$ c/ 100 m2 de red de captadores	
<input checked="" type="checkbox"/>	Captadores conectados en serie		4	
11	Tuberías			
<input checked="" type="checkbox"/>	El sistema de tuberías y sus materiales se ha proyectado de manera que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.			



<input checked="" type="checkbox"/>	Con objeto de evitar pérdidas térmicas, se ha tenido en cuenta que la longitud de tuberías del sistema sea lo más corta posible, y se ha evitado al máximo los codos y pérdidas de carga en general.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente mínima de los tramos horizontales en el sentido de la circulación		1%
	Material de revestimiento para el aislamiento de las tuberías de intemperie con el objeto de proporcionar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas		
	Tipo de material	Descripción del producto	
<input type="checkbox"/>	Pintura asfáltica		
<input checked="" type="checkbox"/>	Poliéster reforzado con fibra de vidrio		
<input type="checkbox"/>	Pintura acrílica		
12	Bombas		
<input checked="" type="checkbox"/>	Caída máxima de presión en el circuito		5 mca
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha diseñado el circuito de manera que las bombas en línea se monten en las zonas más frías del mismo, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.		
<input type="checkbox"/>	Instalaciones superiores a 50 m2 de superficie: se han instalado dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario, previéndose el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.		
<input type="checkbox"/>	Piscinas cubiertas:	Colocación del filtro	Entre la bomba y los captadores.
	Disposición de elementos	Sentido de la corriente	bomba-filtro-captadores
		Impulsión del agua caliente	Por la parte inferior de la piscina.
		Impulsión de agua filtrada	En superficie
13	Vasos de expansión		
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha previsto su conexión en la aspiración de la bomba.		
<input type="checkbox"/>	Altura en la que se sitúan los vasos de expansión		
14	Purga de aire		
	En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaieración y purgador manual o automático.		
<input type="checkbox"/>	Volumen útil del botellín		Valor > 100 cm3
<input checked="" type="checkbox"/>	Volumen útil del botellín si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaierador con purgador automático.		-
<input type="checkbox"/>	Por utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.		
15	Drenajes		
<input checked="" type="checkbox"/>	Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.		
16	Sistema de energía convencional adicional		
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha dispuesto de un Sistema convencional adicional para asegurar el abastecimiento de la demanda térmica.		
<input checked="" type="checkbox"/>	El sistema convencional auxiliar se diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.		
<input type="checkbox"/>	Sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea: dispone 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.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de energía convencional auxiliar sin acumulación, es decir es una fuente instantánea: El equipo es modulante, es decir, 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 citado equipo.		
<input type="checkbox"/>	Climatización de piscinas: para el control de la temperatura del agua se dispone de 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. a temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.		
17	Sistema de Control		
	Tipos de sistema		
<input checked="" type="checkbox"/>	De circulación forzada, supone un control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de tipo diferencial.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Con depósito de acumulación solar: el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.		
<input checked="" type="checkbox"/>	Colocación de las sondas de temperatura para el control diferencial		en la parte superior de los captadores
<input checked="" type="checkbox"/>	Colocación del sensor de temperatura de la acumulación.		en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador

<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura máxima a la que debe estar ajustado el sistema de control (de manera que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.)	60°
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura mínima a la que debe ajustarse el sistema de control (de manera 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).	3°
18	Sistemas de medida	
	Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m2 se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:	
<input type="checkbox"/>	temperatura de entrada agua fría de red	
<input type="checkbox"/>	temperatura de salida acumulador solar	
<input type="checkbox"/>	Caudal de agua fría de red.	

### 3.4 Componentes

	La instalación cumplirá con los requisitos contenidos en el apartado 3.4 del Documento Básico HE, Ahorro de Energía, Sección HE 4, referidos a los siguientes aspectos:	<b>apartado</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Captadores solares	3.4.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Acumuladores	3.4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambiador de calor	3.4.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Bombas de circulación	3.4.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Tuberías	3.4.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Válvulas	3.4.6
	Vasos de expansión	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cerrados	3.4.7.1
<input type="checkbox"/>	Abiertos	3.4.7.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Purgadores	3.4.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de llenado	3.4.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema eléctrico y de control	3.4.10

### 3.5 Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

1	Introducción	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ángulo de acimut	$\alpha = -27$
<input checked="" type="checkbox"/>	Ángulo de inclinación	$\beta = 45$
<input checked="" type="checkbox"/>	Latitud	$\Phi = 37,2$
<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de inclinación máxima	38
<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de inclinación mínima	5
	Corrección de los límites de inclinación aceptables	
<input type="checkbox"/>	Inclinación máxima	
<input type="checkbox"/>	Inclinación mínima	

### 3.6 Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

<input checked="" type="checkbox"/>	Porcentaje de radiación solar perdida por sombras	Ver esquema
-------------------------------------	---	-------------

## HE5 CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### Ámbito de aplicación

- Los edificios de los usos, indicados a los efectos de esta sección, en la tabla 1.1 incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en dicha tabla.

**Tabla 1.1** Ámbito de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

- La potencia eléctrica mínima determinada en aplicación de exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse o suprimirse justificadamente, en los siguientes casos:
  - cuando se cubra la producción eléctrica estimada que correspondería a la potencia mínima mediante el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables;
  - cuando el emplazamiento no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo y no se puedan aplicar soluciones alternativas;
  - en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable;
  - en edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria;
  - e) cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.
- En edificios para los cuales sean de aplicación los apartados b), c), d) se justificará, en el proyecto, la inclusión de medidas o elementos alternativos que produzcan un ahorro eléctrico equivalente a la producción que se obtendría con la instalación solar mediante mejoras en instalaciones consumidoras de energía eléctrica tales como la iluminación, regulación de motores o equipos más eficientes.

### Aplicación de la norma HE5

uso edificio:	del	administrativ o	Conforme al apartado ámbito de aplicación de la norma	HE5, si <input type="checkbox"/> es de aplicación	HE5, no <input checked="" type="checkbox"/> es de aplicación
------------------	-----	--------------------	---	--	---