

CTE-HE. AHORRO DE ENERGIA

Sección HE 1 Limitación de demanda energética

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

Esta norma será de aplicación al tratarse de una vivienda de nueva construcción.

1.2 Procedimiento de verificación

Utilizaremos el procedimiento de comprobación “opción general”.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Demanda energética

Depende de su ubicación, esta vivienda se sitúa en la localidad de TEULADA- Alicante, que está zonificada climáticamente en la B4, según tabla D1 del apéndice.

ZONA CLIMÁTICA B4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Lim}: 0,28$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

Los valores máximos de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

2.2 Condensaciones

La temperatura relativa exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 10.4°C.

La humedad relativa exterior para las condensaciones en el mes de Enero es de 63%.

2.3 Permeabilidad al aire

Tendremos una permeabilidad para zona climática B, de 50m³/h m².

3 Cálculo y dimensionado

3.1 Datos previos

Zona climática para la vivienda situada en Teulada- Alicante B4.

Será espacio con carga interna baja, debido a las características de la vivienda, está destinada para residir en ella permanentemente, con clase higrométrica 3 o inferior.

La envolvente térmica de la vivienda estará compuesta de;

Cubierta plana

Suelos

Fachadas al (Norte, Sur, Este y Oeste)

Cerramientos tipo “i” suelos, y “ii” muros.

Particiones interiores

3.2 Opción simplificada

El objeto de la opción simplificada es, limitar la demanda energética de los edificios, la presencia de condensaciones, las infiltraciones de aire, y las transmisiones de calor.

Se podrá aplicar la opción simplificada debido a que la superficie de huecos en cada fachada es inferior al 60%.

Cálculo de la transmitancia térmica.

Primero calcularé la resistencia térmica de cada uno de los elementos que componen la envolvente con la siguiente expresión:

$$R = e/k = \text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

e espesor de la capa en metros

k conductividad térmica del material en W/mK

ELEMENTO	k	e	R
Ladrillo de ½ pie perforado	0.57	0.115	0.202
Entrevigado de hormigón	1.32	0.300	0.227
Hormigón con arcilla expandida	0.55	0.010	0.018
Tabicón de LH doble	0.43	0.090	0.209
Tabicón de LH triple	0.21	0.110	0.524
Poliestireno expandido	0.04	0.040	1.000
Lana mineral	0.04	0.050	1.250
Lana mineral 2	0.04	0.080	2.000
P.Expandido con dióxido de carbono	0.03	0.040	1.333
Fieltro o lámina de betún	0.23	0.010	0.043
Plaqueta o baldosa cerámica	1.00	0.025	0.025
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0.57	0.015	0.026
Enlucido de yeso $d < 1000$	0.40	0.015	0.038
Hormigón armado $2300 < d < 2500$	2.30	0.300	0.130
Hormigón armado $d > 2500$	2.50	0.150	0.060
Mortero de cemento 1	0.70	0.050	0.071
Mortero de cemento 2	1.30	0.015	0.011
Polietileno alta densidad	0.50	0.002	0.004
Arena y grava ($1700 < d < 2200$)	2.00	0.100	0.050
Espuma de polietileno	0.05	0.005	0.100
Cámara de aire		0.030	0.173

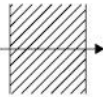

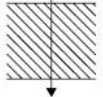
Ahora calcularé la transmitancia térmica de cada cerramiento de la envolvente, mediante la siguiente fórmula:

$$U = 1/R_t = \text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

R_t será la suma de las resistencias térmicas de cada una de las capas que componen el cerramiento. (R_{si}+R₁+R₂+R₃+...+R_{se}).

Siendo R_{se} y R_{si} , resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire exterior e interior.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Las transmitancias térmicas U , serán las siguientes;

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W/m^2K)
Forjado unidireccional 25+5	Plaqueta o baldosa cerámica		
	Mortero de cemento 1		
	Lana mineral 1		
	Entrevigado de hormigón		
	Mortero de cemento 1		
		0.45	0.54

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W/m^2K)
Forjado unidireccional 25+5	Plaqueta o baldosa cerámica		
	Mortero de cemento 1		
	Espuma de polietileno		
	Entrevigado de hormigón		
	Mortero de cemento		
		0.45	1.49

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W/m^2K)
Cerramiento 1 escalera	Mortero de cemento 2		
	Ladrillo 1/2pie perforado		
	Mortero de cemento 2		
	Poliestireno expandido CO2		
	Cámara de aire		
	Tabicón de LH doble		
	Enlucido de yeso 1000<d<1300		
		0.30	0.47

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W7m2K)
Cerramiento 2 fachadas	Mortero de cemento 2		
	Tabicón de LH triple		
	Poliestireno expandido		
	Cámara de aire		
	Tabicón de LH doble		
	Enlucido de yeso 1000<d<1300		
		0.30	0.47

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W7m2K)
Forjado cubierta	Grava (1700<d<2200)		
	Fieltro o lámina betún		
	Lana mineral 2		
	fieltro o lámina betún		
	Hormigón arcilla expandida		
	Entrevigado de hormigón		
	Enlucido de yeso d < 1000		
		0.45	0.38

La transmitancia térmica de la solera se obtendrá mediante el caso dos de suelos en contacto con el terreno (apéndice E).

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W7m2K)
Solera hormigón	P. expandido CO2		
	Hormigón armado d>2500		
		0.37	0.59

Para la transmitancia de los muros he utilizado E5 de muros en contacto con el terreno.

NOMBRE	MATERIAL	ESPESOR	U (W7m2K)
Muro de hormigón	P. expandido CO2		
	Fieltro o lámina betún		
	Hormigón armado 2300<d<2500		
	Mortero de cemento 2		
		0.37	0.66

Transmitancia térmica de los huecos se obtendrá de la siguiente expresión:

$$U_h = (1 - FM) \times U_{hv} + FM \times U_{hm} \text{ en (W/m}^2\text{K)}$$

U_{hv} la transmitancia térmica del vidrio

-Doble acristalamiento Climalit (6+12+4), 1.6 W/m²K.

U_{hm} la transmitancia del marco

-Aluminio con rotura del puente térmico, 3.00 W/m²K)

FM la fracción ocupada por el marco

NOMBRE	ACRISTALAMIENTO	MARCO	% OCUPA	U _h (W/m ² K)
Ventana 1	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	21.80	32.12
Ventana 2	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	20.04	29.65
Ventana 3	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	16.30	24.42
Ventana 4	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	17.26	25.76
Ventana 5	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	20.33	30.06
Ventana 6	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	16.23	24.32
Ventana fija 1	Acrystal. climalit (6+12+4)	No	0	1.6
Ventana fija 2	Acrystal. climalit (6+12+4)	No	0	1.6
Ventana fija 3	Acrystal. climalit (6+12+4)	No	0	1.6
Ventana fija 4	Acrystal. climalit (6+12+4)	No	0	1.6
Puerta ext.1	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	9.34	14.67
Puerta ext.2	Acrystal. climalit (6+12+4)	Metálico	9.07	14.29

La permeabilidad de las carpinterías tiene un valor $27.00 < 50.00 \text{ m}^3/\text{hm}2$.

4 Productos de construcción

Las características necesarias para los productos se obtendrán de valores declarados según marcado CE, o de documentos reconocidos para cada tipo de producto.

Sección HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas deberán proporcionar el bienestar térmico de los ocupantes.

Quedará definido en el proyecto, cumpliendo el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Sección HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

No será de aplicación este apartado por no estar contemplado en el.

Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

1 Generalidades

Le será de aplicación esta sección, al tratarse de una construcción nueva.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

Las contribuciones solares mínimas se podrán ampliar voluntariamente por el promotor, o por dictamen de las administraciones competentes.

2.1 Contribución solar mínima

La aportación solar mínima será de un 60%, considerando zona climática IV Teulada- Alicante, y un consumo al día superior de 50 l.

3 Cálculo y dimensionado

3.1 Datos previos

Demanda de referencia 60°C.

Vivienda unifamiliar aislada, 30 litros ACS/persona y día, con una ocupación prevista de 4 personas = 1.200 litros de ACS al día.

La radiación solar global para la zona climática IV, será de;
 $4.6 \leq H < 5.0 \text{ kWh/m}^2$

3.2 Condiciones generales de la instalación

La instalación del sistema solar debe:

- Optimizar el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantizar una calidad, durabilidad, y un uso seguro de la instalación.

Tendrá el circuito primario con agua de la red primaria, y el circuito secundario independiente con producto anticongelante.

En instalaciones con más de 10m² de captación, será de circulación forzada.

No se instalarán componentes de acero galvanizado.

En uniones de diferentes materiales se instalarán manguitos electrolíticos. El fluido de trabajo tendrá un pH a 20°C entre 5 y 9, y un contenido en sales:

La salinidad no excederá de 500mg/l.

El calcio no excederá de 200mg/l.

El límite de dióxido de carbono no excederá de 50mg/l.

La instalación deberá estar protegida contra sobrecalentamientos, con dispositivos manuales o automáticos.

El circuito debe someterse a una prueba de presión de 1.5 veces el valor de la presión máxima de servicio.

Para evitar flujos inversos se instalarán válvulas anti retorno.

3.3 Criterios generales

Se intensificará los trabajos de vigilancia en los meses en que la demanda de energía producida sea superior a la producida.

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos.

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.

La estructura soporte será de aluminio.

La superficie de captadores será de 4m², el volumen de acumulación será de 300 litros, en un solo depósito.

Las conexiones de entrada i salida se situaran de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido, la salida de agua fría por el inferior, y la caliente se realizará entre el 50 y 75% de la altura total del mismo.

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.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema es lo más corta posible y evita al máximo los codos.

Se protegerán los conductos exteriores con aislamiento térmico de polietileno reforzado de fibra de vidrio.

Las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito.

Los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba.

Se colocarán sistemas de purga en todos aquellos puntos donde pueda quedar aire acumulado.

Se colocará un sistema de energía convencional auxiliar para emergencias, para asegurar la continuidad en el abastecimiento, no se conectará al

circuito primario de captadores, se diseñará como si del sistema solar no se dispusiera.

Se instalará un sistema de control que asegure el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada.

3.4 Componentes

Captadores solares

No se utilizarán captadores solares con absorbente de hierro.

Cuando los captadores sean de absorbente de aluminio se utilizarán inhibidores de iones de cobre y hierro.

El captador llevará un orificio de ventilación de un diámetro de 4mm situado en la parte inferior para eliminar acumulaciones de agua.

Se montara el captador que mejor se ajuste a las características de nuestra instalación.

Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.

El captador llevara en un lugar visible una placa con los siguientes datos en castellano :

Nombre i domicilio de la empresa fabricante

Modelo, tipo y año de producción

Número de serie de producción

Área total del captador

Peso del captador vacío, capacidad de liquido

Presión máxima de servicio

Acumuladores

Cuando el intercambiador este incorporado al acumulador, la placa de identificación identificará además, los siguientes datos:

Superficie de intercambio térmico en m².

Presión máxima de trabajo del círculo primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.

Registro embridado para a inspección de interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.

Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.

Manguitos roscados par accesorios como termómetro y termostato.

Manguito para el vaciador.

La placa característica del acumulador indicara la perdida de carga del mismo.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante.

Los acumuladores utilizados con sus características y tratamientos son los descritos a continuación:

Los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

Intercambiador de calor

El intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no reduce la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores.

La transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador es mayor que $40\text{W/m}^2\text{K}$.

Bombas de circulación

Los materiales del circuito primario son compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Como 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 bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de purga.

Tuberías

Se utilizará el cobre tanto en el circuito primario como en el secundario

Las uniones entre las tuberías serán soldadas.

Las tuberías se protegerán exteriormente con pintura anticorrosiva.

Válvulas

Serán específicas para cada caso:

Para aislamiento: válvula de esfera

Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento

Para vaciado: válvulas de esfera o de macho

Para llenado: válvula de esfera

Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho

Para seguridad: válvula de resorte

Para retención: válvulas de disco de doble compuerta

Vasos de expansión

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistema de llenado dispondrán de una línea de alimentación, mediante sistemas tipo flotador o similar.

Purgadores

Se instalarán purgadores automáticos, que soportarán la temperatura de estancamiento del captador.

Sistema de llenado

Se instalará un sistema de llenado automático, que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado, con la inclusión de un depósito de recarga de forma que nunca se utilice directamente un fluido para el circuito primario.

No se llenara el circuito con agua de red

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.

Sistema eléctrico y de control

La localización e instalación de los sensores de temperatura asegura un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura.

Las sondas son de inmersión, i se instalarán en contra corriente con el fluido

Los sensores de temperatura estarán aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

3.5 Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

El ángulo de inclinación β en grados sexagesimales es de 55° .

El ángulo de acimut α en grados sexagesimales es de 0° , orientado al sur.

Tendremos un porcentaje de energía de 90-95%, con unas pérdidas alrededor del 10%.

3.6 Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

Las pérdidas de radiación por sombras son del 10%.

4 Mantenimiento

4.1 Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar el buen funcionamiento de la instalación.

Tabla 4.1

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

4.2 Plan de mantenimiento

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicara, como mínimo una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso.

Las operaciones de mantenimiento que se realizan son las siguientes:

Tabla 4.2 Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original.
Cristales	6	IV diferencias entre captadores.
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Tabla 4.3 Sistema de acumulación		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

Tabla 4.4 Sistema de intercambio		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Tabla 4.5 Circuito hidráulico		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF 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	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

⁽¹⁾ IV: inspección visual

⁽²⁾ CF: control de funcionamiento

Tabla 4.6 Sistema eléctrico y de control		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Tabla 4.7 Sistema de energía auxiliar		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Sección HE 5 contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Según el ámbito de aplicación, no será de aplicación esta sección.