

Edificios

Calificación de Eficiencia Energética de Edificios 

Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a

LIDER y CALENER



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE VIVIENDA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a

LIDER y CALENER

TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN

Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a LIDER y CALENER

CONTENIDO

Esta publicación ha sido redactada por AICIA- Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Ministerio de Vivienda, con el objetivo de servir de guía para aquellos que quieran elaborar un procedimiento alternativo a los programas de referencia LIDER y CALENER.

.....

Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Calificación de Eficiencia Energética de Edificios”.

Está permitida la reproducción, parcial o total, de la presente publicación, siempre que esté destinada al ejercicio profesional por los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con la aprobación por escrito del IDAE, cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

.....

IDAE
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
C/ Madera, 8
E-28004-Madrid
comunicacion@idae.es -
www.idae.es -

Madrid, mayo de 2009

Índice

1 - Introducción	7 -
2 - Alcance y especificaciones técnicas de los programas alternativos al programa de referencia LIDER	11 -
3 - Alcance y especificaciones técnicas de los programas alternativos a los programas CALENER	15 -
4 - Hipótesis comunes, nivel mínimo de modelización y valores por defecto para programas alternativos a LIDER	19 -
4.1 Caracterización de solicitaciones exteriores	21 -
4.1.1 Variables meteorológicas primarias	21 -
4.1.2 Variables meteorológicas derivadas	21 -
4.2 Condiciones de contorno en las superficies exteriores del edificio	21 -
4.2.1 Convección con aire exterior	21 -
4.2.2 Radiación solar incidente	22 -
4.2.3 Intercambio radiante de onda larga	23 -
4.3 Caracterización de solicitaciones interiores	23 -
4.4 Condiciones de contorno en las superficies interiores del edificio	24 -
4.4.1 Convección con aire interior	24 -
4.4.2 Radiación solar incidente y absorbida por las superficies interiores ..	24 -
4.4.3 Intercambio radiante de onda larga entre superficies interiores	25 -
4.4.4 Radiación absorbida procedente de las fuentes internas	25 -
4.5 Transmisión a través de cerramientos opacos	26 -
4.5.1 Cerramientos opacos unidimensionales	26 -
4.5.2 Cerramientos en contacto con el terreno	26 -
4.5.3 Puentes térmicos	27 -

4.6	Transmisión en cerramientos semitransparentes	28 -
4.6.1	Cálculo de la Resistencia Térmica superficie-superficie	28 -
4.6.2	Cálculo de las propiedades ópticas del vidrio	28 -
4.6.3	Comportamiento frente a la radiación solar de los elementos - opacos del hueco	29 -
4.6.4	Caso particular de los edificios destinados a vivienda	29 -
4.6.5	Caso particular de las puertas	30 -
4.7	Balance en zonas acondicionadas.	30 -
4.7.1	Temperatura y potencia de acondicionamiento de las zonas.	30 -
4.7.2	Fuentes internas	31 -
4.7.3	Tratamiento del mobiliario existente en las zonas	32 -
4.7.4	Infiltración y ventilación	32 -
4.7.5	Caso particular de los edificios destinados a vivienda	34 -
4.7.6	Demanda de calefacción y refrigeración.	34 -
4.8	Balance en zonas no acondicionadas	35 -
4.8.1	Temperatura y potencia de acondicionamiento de las zonas.	35 -
4.8.2	Fuentes internas	35 -
4.8.3	Tratamiento del mobiliario existente en las zonas	35 -
4.8.4	Infiltración y ventilación	35 -
4.8.5	Demanda de calefacción y refrigeración.	35 -
4.9	Resumen de valores por defecto	35 -
5	Hipótesis comunes, nivel mínimo de modelización y valores por defecto en la evaluación de la demanda para programas alternativos a los programas CALENER	39 -
6	Entrada de datos para programas alternativos a LIDER.	43 -
6.1	Definición geométrica	45 -
6.2	Definición constructiva	45 -
6.2.1	Cerramientos opacos unidimensionales	45 -
6.2.2	Puentes térmicos	45 -
6.2.3	Huecos y lucernarios.	46 -
6.2.4	Puertas	46 -
6.2.5	Elementos de sombra	46 -
6.3	Definición operacional	47 -
6.3.1	Edificios de viviendas	47 -
6.3.2	Edificios no destinados a vivienda	47 -
6.3.3	Espacios no habitables.	47 -
7	Entrada de datos para programas alternativos a programas CALENER	49 -
8	Edificio de referencia para programas alternativos a LIDER y a CALENER	53 -
8.1	Obtención del edificio de referencia a partir del edificio objeto	55 -
8.2	Composición y propiedades de cerramientos y huecos del edificio - de referencia	63 -

9	Procedimiento para la obtención de los indicadores de eficiencia energética	67 -
9.1	Indicadores de eficiencia energética en edificios destinados a vivienda . . .	69 -
9.1.1	Indicador de eficiencia energética de la demanda de calefacción	69 -
9.1.2	Indicador de eficiencia energética de la demanda de refrigeración. . .	69 -
9.1.3	Indicador de eficiencia energética de las emisiones de calefacción . .	70 -
9.1.4	Indicador de eficiencia energética de las emisiones - de refrigeración	70 -
9.1.5	Indicador de eficiencia energética de las emisiones - para agua caliente sanitaria	70 -
9.1.6	Indicador de eficiencia energética de las emisiones totales	70 -
9.2	Índices de eficiencia energética en edificios dedicados a un uso - diferente al de vivienda	71 -
10	Procedimiento para la obtención de las clases de eficiencia	73 -
10.1	Edificios destinados a vivienda	75 -
10.2	Edificios no destinados a vivienda	76 -
11	Tests de validación relativos a los programas alternativos a LIDER	77 -
11.1	Introducción.	79 -
11.2	Validación del motor de cálculo	79 -
11.2.1	Datos de entrada para las simulaciones	80 -
11.2.2	Definición geométrica de los casos (edificios)	82 -
11.2.3	Definición constructiva	84 -
11.2.4	Definición operacional.	87 -
11.2.5	Resumen de valores por defecto	89 -
11.2.6	Resultados de las simulaciones	90 -
11.2.7	Criterio de aceptación de programas alternativos	92 -
11.3	Fidelidad a las condiciones estándar	92 -
11.3.1	Definición de casos.	92 -
11.3.2	Resultados	93 -
11.3.3	Criterio de aceptación de programas alternativos	94 -
12	Tests de calibración para programas alternativos a LIDER	95 -
12.1	Introducción.	97 -
12.2	Definición de edificios	97 -
12.2.1	Datos geométricos del edificio CAL_UNI_001	98 -
12.2.2	Datos geométricos del edificio CAL_UNI_002	100 -
12.2.3	Datos geométricos del edificio CAL_UNI_003	101 -
12.2.4	Datos geométricos del edificio CAL_MUL_001	102 -
12.2.5	Datos geométricos del edificio CAL_MUL_002	103 -
12.2.6	Datos geométricos del edificio CAL_MUL_003	104 -
12.3	Resultados	105 -
13	Tests de validación y calibración para programas alternativos a CALENER	107 -
13.1	Validación y calibración de programas alternativos - a CALENER-Viviendas	109 -

13.1.1 - Requisito previo	109 -
13.1.2 - Alcance de la solicitud del programa candidato	109 -
13.1.3 Naturaleza de las pruebas de acreditación - (validación y calibración)	109 -
13.1.4 - Definición geométrica y zonal de los edificios de prueba	109 -
13.1.5 - Definición constructiva de los edificios de prueba	110 -
13.1.6 - Definición de las características operacionales de los edificios - de prueba	110 -
13.1.7 - Localidades geográficas	110 -
13.1.8 - Sistemas e instalaciones	110 -
13.1.9 - Presentación de resultados	110 -
13.1.10 Criterio de aceptación de programas alternativos - a CALENER-Viviendas	111 -
13.1.11 Criterio de calibración de programas alternativos - a CALENER-Viviendas	111 -
13.2 Validación y calibración de programas alternativos a - CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y a CALENER-Gran Terciario	111 -
13.2.1 - Requisito previo	111 -
13.2.2 Alcance de la solicitud del programa candidato	111 -
13.2.3 Naturaleza de las pruebas de acreditación - (validación y calibración)	111 -
13.2.4 Definición geométrica y zonal de los edificios de prueba	111 -
13.2.5 Definición constructiva de los edificios de prueba	112 -
13.2.6 Definición de las características operacionales - de los edificios de prueba	112 -
13.2.7 Localidades geográficas	112 -
13.2.8 Sistemas e instalaciones	112 -
13.2.9 Presentación de resultados	112 -
13.2.10 Criterio de aceptación de programas alternativos - a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y a - CALENER-Gran Terciario	113 -
14 Documentos administrativos a incluir por los programas alternativos a LIDER	115 -
15 Documentos administrativos a incluir por los programas alternativos a CALENER	119 -
16 Protección de datos y manipulación fraudulenta	123 -
17 Documentación a presentar para la acreditación de programas	127 -
18 Desacreditación de programas acreditados	131 -

1

Introducción

Introducción

El Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación en su sección HE1 establece en el apartado 3.3 que, para la utilización de la opción general, se podrá emplear el Programa informático de referencia, denominado LIDER, o cualquier otro programa que cumpla las especificaciones requeridas para el método de cálculo (apartado 3.3.2.1) y la descripción del edificio necesaria para la utilización del método de cálculo (apartado 3.3.2.2).

Asimismo, el apartado 3.3.2.4 indica que, con el fin de que cualquier programa informático que desarrolle el método de cálculo pueda ser aceptado como procedimiento válido para cumplimentar la opción general, éste debe ser validado con el procedimiento que se establezca para su reconocimiento.

Por otra parte, el artículo 4 del 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, establece que para obtener la calificación energética de un edificio se puede utilizar la opción simplificada o la opción general; pudiéndose, a su vez, dentro de esta última elegir entre:

- i) El programa informático de Referencia que tiene la consideración de documento reconocido, será de aplicación en todo el territorio nacional, y cuya correcta aplicación es suficiente para acreditar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Procedimiento básico. La versión oficial de este programa informático de Referencia se denomina CALENER, y estará disponible al público para su libre utilización.
- ii) Un programa informático Alternativo, que cumpla con las especificaciones técnicas de la metodología de cálculo, esté validado de acuerdo con lo que establece el Anexo I y cuente con el reconocimiento del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del Ministerio de Vivienda, a propuesta de la Comisión Asesora.

El objeto del presente documento es presentar los requisitos que tendrán que satisfacer los procedimientos alternativos a los procedimientos de referencia citados anteriormente.

2

Alcance y especificaciones técnicas de los programas alternativos al programa de referencia LIDER

LIDER se encarga de verificar:

- -La opción general del CTE-HE1 Limitación de demanda energética de los edificios.
- -Dos de los requisitos mínimos de la Directiva 2002/91/CE, correspondientes a la limitación de la demanda de calefacción y refrigeración, tal como establece el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Adicionalmente, los edificios deberán verificar por otros medios las exigencias de las secciones HE2, HE3, HE4 y HE5 del Código Técnico de la Edificación.

De acuerdo con lo establecido en el apartado 3.3.1.3 de la sección HE1 del Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación, los métodos de cálculo alternativos a LIDER deben ser capaces de:

- -Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto y del edificio de referencia a partir de los parámetros de definición geométrica, constructiva y operacional mencionados en el apartado 5 y con los datos climáticos que se incluyen en el Anexo I de este documento.
- -Verificar si los cerramientos de la envolvente térmica del edificio objeto cumplen con las transmitancias máximas indicadas en el Anexo II de este documento.
- -Verificar que las carpinterías de los huecos cumplen las exigencias de permeabilidad al aire indicadas en el Anexo II de este documento.
- -En caso de que el edificio objeto sea conforme con la reglamentación, producir una salida impresa con la información del denominado documento administrativo que se cita en el apartado 9 de este documento.

A su vez, el apartado 3.3.2.1 del documento citado indica que los métodos de cálculo susceptibles de ser utilizados para demostrar el cumplimiento de la opción general se basarán en el cálculo hora a hora (u otro paso de tiempo inferior), en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las solicitaciones exteriores e interiores y considerando los efectos de la masa térmica.

Estos métodos deberán integrar como mínimo los aspectos siguientes:

- -Particularización de las solicitaciones exteriores de radiación solar a las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente, teniendo en cuenta las sombras propias del edificio y la presencia de otros edificios u obstáculos que puedan bloquear dicha radiación.
- -Determinación de las sombras producidas sobre los huecos por los obstáculos de fachada, tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales, etc.
- -Ganancias y pérdidas por conducción a través de cerramientos opacos y huecos acristalados, considerando la radiación absorbida.
- -Transmisión de la radiación solar a través de las superficies transparentes, teniendo en cuenta la dependencia con el ángulo de incidencia.
- -Efecto de persianas y cortinas exteriores, a través de coeficientes correctores del factor solar y de la transmitancia del hueco.

- -Cálculo de infiltraciones, a partir de la permeabilidad de las ventanas.
- -Toma en consideración de la ventilación, en términos de renovaciones/hora, para las diferentes zonas y de acuerdo con unos patrones de variación horarios y estacionales.
- -Efecto de las fuentes internas, diferenciando sus fracciones radiantes y convectivas y teniendo en cuenta las variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica.
- -Posibilidad de que los espacios se comporten a temperatura controlada o en oscilación libre (durante los periodos en los que la temperatura de éstos se sitúe espontáneamente entre los valores de consigna y durante los periodos sin ocupación).
- -Acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

3

Alcance y especificaciones técnicas de los programas alternativos a los programas CALENER

Los métodos de cálculo alternativos a CALENER deben ser capaces de:

- -Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto y del edificio de referencia con los mismos datos y parámetros de definición que se requieren para los métodos de cálculo alternativos a LIDER.
- -Determinar la demanda energética de agua caliente sanitaria de acuerdo con los datos y parámetros de definición que se citan en los apartados 5, 6 y 7 de este documento.
- -Determinar la demanda de iluminación de acuerdo con los datos y parámetros de definición que se citan en los apartados 5, 6 y 7 de este documento.
- -Determinar los consumos energéticos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación a partir de los datos y parámetros de definición que se citan en los apartados 5, 6 y 7 de este documento.
- -Determinar el indicador de eficiencia energética global y los indicadores de eficiencia energética parciales especificados en el 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, de acuerdo con los coeficientes de paso y los procedimientos que se citan en el apartado 9 de este documento.
- -Asignar las clases energéticas que corresponden al indicador de eficiencia energética global y a los indicadores de eficiencia energética parciales, de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 10 de este documento.
- -Producir una salida impresa con la información y formatos del denominado documento administrativo para la certificación que se describe en el apartado 15 de este documento.

Para el cálculo de las demandas de refrigeración y calefacción los métodos alternativos de cálculo deberán cumplir el nivel mínimo de modelización exigido por la opción general de la Exigencia Básica de Limitación de demanda energética del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

Para el cálculo del rendimiento medio horario de los sistemas, los métodos alternativos deberán integrar al menos los siguientes aspectos:

- -Cálculo del consumo horario de todos los equipos que intervengan en las necesidades energéticas anteriormente citadas, tales como: luminarias, calderas, plantas enfriadoras, equipos autónomos en expansión directa, ventiladores, bombas, sistemas de condensación, etc.
- -Cálculo del consumo horario de los equipos, teniendo en cuenta el comportamiento a carga parcial de los mismos.
- -Cálculo del consumo horario de los equipos, teniendo en cuenta la variación horaria de los parámetros de operación de los equipos, tales como temperatura de distribución, temperatura del aire exterior, etc.
- -Cálculo de los consumos horarios asociados a las demandas sensibles y latentes.

Los programas candidatos a ser programas alternativos pueden solicitar una acreditación a la totalidad de los programas CALENER, a sólo algunos de ellos o a parte de alguno de los mismos.

En consecuencia, las diferentes acreditaciones, denominadas en lo que sigue “modalidades de acreditación”, lo podrán ser en función del siguiente alcance:

- -Programa alternativo a CALENER-Viviendas.
- -Programa alternativo a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario.
- -Programa alternativo a CALENER- Gran Terciario.
- -Programa alternativo a alguno(s) de los sistemas incluidos en CALENER-Viviendas.
- -Programa alternativo a alguno(s) de los sistemas incluidos en CALENER-Pequeño y Mediano Terciario.
- -Programa alternativo a alguno(s) de los sistemas incluidos en CALENER-Gran Terciario.

Cualquier modalidad de acreditación tendrá que tener como alcance geográfico la totalidad del territorio español; por lo que no podrán acreditarse programas candidatos que se circunscriban a determinadas regiones, comunidades autónomas o zonas climáticas.

El certificado de acreditación hará constar expresamente el alcance de la modalidad del programa alternativo.

El proceso de validación, en caso de superación del mismo, faculta únicamente al programa en cuestión para ser empleado en el proceso de Calificación Energética. Por consiguiente, esta acreditación no supone aval oficial alguno a otras capacidades del programa alternativo, tales como cálculo de cargas térmicas, evaluación de demandas energéticas, simulación de sistemas, dimensionado de equipos o instalaciones o evaluación de consumos energéticos.

De igual modo, el carácter de programa alternativo no otorga al mismo una especial robustez informática o facilidad de uso, ya que tales cualidades no son contrastadas durante el procedimiento de acreditación.

4

Hipótesis comunes, nivel mínimo de modelización y valores por defecto para programas alternativos a LIDER

4.1 CARACTERIZACIÓN DE SOLICITACIONES EXTERIORES

4.1.1 Variables meteorológicas primarias

Las variables meteorológicas incluidas en los ficheros climáticos oficiales (Anexo I) son:

- -Temperatura seca.
- -Temperatura de cielo.
- -Radiación solar directa sobre superficie horizontal.
- -Radiación solar difusa sobre superficie horizontal.
- -Humedad relativa.
- -Velocidad y dirección del viento.
- -Posición solar, en términos de cenit y acimut.

4.1.2 Variables meteorológicas derivadas

- *-Nivel mínimo de modelización:* Los programas alternativos, en caso de que utilicen los ficheros climáticos oficiales, deberán calcular las variables meteorológicas derivadas de las anteriores que aparezcan en los cálculos. Como mínimo estas variables serán:
 - Temperatura de bulbo húmedo.
 - Densidad del aire.
 - Entalpía.
- *-Valores por defecto:* En caso de que el programa alternativo no contemple la variación de la densidad del aire con la temperatura y con la altura, se tomará una densidad del aire constante para todo el año de acuerdo con la tabla 4.1.

	Altura sobre el nivel del mar (m)			
	De 0 a 500	De 500 a 1000	De 100 a 1500	Más de 1500
Densidad (kg/m ³)	1.204	1.133	1.066	1.003

Tabla 4.1 Valores de densidad del aire por defecto

4.2 CONDICIONES DE CONTORNO EN LAS SUPERFICIES EXTERIORES DEL EDIFICIO

4.2.1 Convección con aire exterior

Concepto: Las superficies exteriores del edificio intercambian calor con el aire que las rodea en función del denominado coeficiente de transferencia de calor por convección o coeficiente de película (h_c); éste, con carácter general, depende de la velocidad y dirección del viento con respecto a la superficie en cuestión y de la diferencia de temperatura entre la superficie y el aire.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* Los coeficientes de película exteriores se tomarán constantes a lo largo del año para todas las superficies.
- *-Nivel mínimo de modelización:* No procede.

- *-Datos solicitados al usuario:* Ninguno.
- *-Valores por defecto:* $h_e = 20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

4.2.2 Radiación solar incidente

- *-Hipótesis comunes de modelización:* Para cada zona, se calculará hora a hora la radiación solar directa, difusa (procedente del cielo) y reflejada que inciden sobre el exterior de cada cerramiento de esta zona. Dicho cálculo tendrá en cuenta la posición, orientación e inclinación solares.

Radiación solar directa:

- *-Nivel mínimo de modelización:* Se tendrá en cuenta el efecto de obstrucción provocado por los obstáculos remotos ajenos al edificio, por el propio edificio (sombras propias), por los obstáculos de fachada (retranqueos, voladizos, salientes laterales) y por eventuales elementos de control solar que figuren en la memoria del proyecto.

Para los obstáculos remotos, las sombras propias y los obstáculos de fachada, el efecto de obstrucción se determinará en función de la posición solar.

Para los elementos de control solar se podrá calcular el efecto de obstrucción mediante un valor del factor de sombra independiente de la posición solar.

En caso de que la posición de los elementos de control solar se pueda modificar, se admitirán dos valores del coeficiente de sombra, uno para verano y otro para invierno⁴; salvo que el usuario justifique la presencia de un control automático, en cuyo caso se podrán usar valores mensuales o en una base de tiempo inferior.

- *-Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica citada en 6.1 para los cerramientos del edificio, obstáculos remotos, sombras propias y obstáculos de fachada.

Factor de sombra citado en 6.2 para los elementos de control solar.

- *-Valores por defecto:* Ninguno.

Radiación solar difusa:

- *-Nivel mínimo de modelización:* Radiación difusa isótropa; es decir, el cálculo de la radiación difusa incidente en cada superficie dependiendo del porcentaje de cielo “visto” desde la misma, teniendo en cuenta la orientación e inclinación de dicha superficie y, al menos, los obstáculos de tipo lejano.
- *-Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica citada en 6.1.
- *-Valores por defecto:* Ninguno.

Radiación solar reflejada:

- *-Nivel mínimo de modelización:* Cálculo de la radiación reflejada incidente sobre cada superficie dependiendo del porcentaje de obstáculos “vistos” desde la misma, teniendo en cuenta la orientación e inclinación de dicha superficie y, al menos, los obstáculos de tipo lejano.

⁴ Véase la definición de verano e invierno en el Anexo III.

- *Datos solicitados al usuario*: Definición geométrica citada en 6.1.
- *Valores por defecto*: Las superficies adyacentes reflejan de manera difusa y todas ellas tienen una reflectividad igual a 0.2.

4.2.3 Intercambio radiante de onda larga

Concepto: Las superficies exteriores del edificio intercambian por radiación con las superficies de los elementos adyacentes: cielo, suelo y otras superficies.

- *Hipótesis comunes de modelización*: Todas las superficies “vistas” por un cerramiento determinado, con excepción del cielo, se supondrán cuerpos negros a la temperatura seca del aire.
- *Nivel mínimo de modelización*: Cálculo del intercambio radiante de onda larga sobre cada superficie, dependiendo del porcentaje de cielo y de otras superficies adyacentes “vistas” desde la misma, teniendo en cuenta la orientación e inclinación de dicha superficie y, al menos, los obstáculos lejanos.
- *Datos solicitados al usuario*: Definición geométrica citada en 6.1.
- *Valores por defecto*: La emisividad de onda larga de todas las superficies exteriores de los cerramientos del edificio es igual a 0.9.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE SOLICITACIONES INTERIORES

Las condiciones operacionales y solicitudes interiores de las zonas dependen del uso concreto de los espacios.

Cada espacio deberá tener uno de los usos siguientes:

- Para edificios destinados a vivienda:
 - Espacio habitable.
 - Espacio no habitable.
- Para edificios no destinados a vivienda:
 - Espacio habitable acondicionado.
 - Espacio habitable no acondicionado.
 - Espacio no habitable.

Los datos que caracterizan las solicitudes interiores son:

- Temperaturas de consigna de calefacción.
- Temperaturas de consigna de refrigeración.
- Distribución horaria de fuentes internas de ocupación.
- Distribución horaria de fuentes internas de iluminación.
- Distribución horaria de otras fuentes internas debidas a equipo diverso.
- Distribución horaria de la ventilación.

Para cada uno de los diferentes tipos de espacios, el programa alternativo solicitará al usuario o seleccionará los datos de operación y las fuentes internas que se especifican en el apartado 6.3.

4.4 CONDICIONES DE CONTORNO EN LAS SUPERFICIES INTERIORES DEL EDIFICIO

4.4.1 Convección con aire interior

Concepto: Las superficies interiores del edificio intercambian calor con el aire que las rodea en función del denominado coeficiente de transferencia de calor por convección o coeficiente de película (h_i); éste, con carácter general, depende de la velocidad y dirección del aire con respecto a la superficie en cuestión y de la diferencia de temperatura entre la superficie y el aire.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* Los coeficientes de película interiores se tomarán constantes a lo largo del año para todas las superficies.
- *-Nivel mínimo de modelización:* No procede.
- *-Datos solicitados al usuario:* Ninguno.
- *-Valores por defecto:* $h_i = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

4.4.2 Radiación solar incidente y absorbida por las superficies interiores

Concepto: La radiación solar que penetra por las superficies semitransparentes del edificio incide sobre las superficies interiores del edificio y sobre el mobiliario, dependiendo de la geometría de los espacios y de la posición solar. Esta radiación incidente experimenta una redistribución debida a las reflexiones múltiples y una parte de la misma es rechazada al exterior.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* Los programas alternativos tendrán en cuenta la fracción de radiación solar que es absorbida por cada superficie y por el mobiliario, así como la fracción que es rechazada al exterior.

A estos efectos, no se consideran las superficies originadas por los puentes térmicos.

- *-Nivel mínimo de modelización:* Fracción solar absorbida en cada superficie constante a lo largo del año.
- *-Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica citada en 6.1.
- *-Valores por defecto:*

a) En caso de que el programa no calcule la radiación solar incidente en las superficies interiores:

Radiación directa:

Fracción absorbida por el suelo: 0.3.

Fracción absorbida inicialmente por las superficies verticales: 0.33 en total. De este 0.33, a cada superficie vertical le corresponderá, a su vez, un porcentaje proporcional a su área.

Fracción absorbida inicialmente por el techo: 0.07.

Fracción absorbida por el mobiliario: 0.3.

De las fracciones absorbidas inicialmente por cada superficie vertical o por el techo, se supondrá que es rechazado al exterior el 90% de lo que le corresponde proporcionalmente a las áreas de los eventuales elementos semitransparentes contenidos en los mismos (ventanas o lucernarios, respectivamente).

Radiación difusa (incluye la difusa procedente del cielo y la reflejada por las superficies adyacentes al edificio):

La radiación difusa se absorbe proporcionalmente al área de las superficies interiores del recinto. El 50% de la radiación correspondiente al suelo se supondrá que es absorbida por el mobiliario.

De las fracciones absorbidas inicialmente por cada superficie vertical o por el techo, se supondrá que es rechazado al exterior el 90% de lo que le corresponde proporcionalmente a las áreas de los eventuales elementos semitransparentes contenidos en los mismos (ventanas o lucernarios, respectivamente).

b) En caso de que el programa calcule la radiación solar incidente sobre las superficies interiores:

Absortividad de las superficies opacas interiores (incluido mobiliario): 0.6.

Absortividad de las superficies semitransparentes: la que corresponda, en función del tipo de acristalamiento.

Fracción de suelo cubierta por el mobiliario: 0.5 (se supondrá a efectos radiantes que el suelo es una superficie plana horizontal).

4.4.3 Intercambio radiante de onda larga entre superficies interiores

Concepto: Cada superficie interior del edificio intercambia radiación de onda larga con las restantes superficies interiores de los elementos contenidos en el recinto al que pertenece dicha superficie.

- *Hipótesis comunes de modelización:* Para el cálculo del intercambio radiante de onda larga, se ignorará la presencia del mobiliario u otros elementos interiores del recinto (equipo, ocupantes, etc.). No se consideran en el intercambio radiante las superficies originadas por los puentes térmicos.
- *Nivel mínimo de modelización:* Se calculará en cada hora el intercambio radiante de onda larga en cada superficie dependiendo de las temperaturas y las áreas de las restantes superficies.
- *Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica citada en 6.1.
- *Valores por defecto:* Emisividad de todas las superficies interiores del recinto igual a 0.9.

4.4.4 Radiación absorbida procedente de las fuentes internas

Concepto: El calor liberado por cada una de las fuentes internas tendrá una componente

radiante que incidirá sobre las superficies interiores de los recintos en los que será finalmente absorbida.

- **-Hipótesis comunes de modelización:** La fracción de radiación procedente de las fuentes internas se absorberá en las superficies interiores de los recintos de manera directamente proporcional a sus respectivas áreas. A estos efectos, no se consideran las superficies originadas por los puentes térmicos.

Cuando las fuentes internas (luminarias) liberen calor hacia una zona y un plenum, se supondrá que todo el calor cedido por radiación se transfiere directamente a dicha zona.

- **-Nivel mínimo de modelización:** En cada hora se calculará la radiación absorbida en cada superficie interior, dependiendo de la radiación disipada por las fuentes internas en dicha hora.
- **-Datos solicitados al usuario:** Tipo de espacio y definición geométrica citada en 6.1, de la que se deducirán las áreas de cada superficie.
- **-Valores por defecto:**
 - Fracción de onda larga de las fuentes internas: -
 - Ocupantes: 0.6 de la componente sensible. -
 - Iluminación: 0.8. -
 - Equipo: 0.7. -

4.5 TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS OPACOS

4.5.1 Cerramientos opacos unidimensionales

- **-Hipótesis comunes de modelización:** Los cerramientos se supondrán formados por capas de propiedades constantes, sin resistencia de contacto entre ellas y con las condiciones de contorno citadas en 4.2 y 4.4.

Para aquellos cerramientos que actúen como medianeras entre el edificio simulado y otros edificios adyacentes no definidos explícitamente se podrá suponer:

- Que la condición de contorno en la cara que da al edificio adyacente es la misma que la que se calcule para la cara que da al edificio simulado.
- En caso de que la composición de la medianera sea simétrica se podrá imponer una condición de contorno de flujo nulo (adiabática) en el plano medio del cerramiento.
- **-Nivel mínimo de modelización:** Se calculará en cada instante de cálculo el flujo de calor por conducción en régimen transitorio.
- **-Datos solicitados al usuario:** Definición geométrica y constructiva citadas en 6.1 y 6.2.
- **-Valores por defecto:** Ninguno.

4.5.2 Cerramientos en contacto con el terreno

- **-Hipótesis comunes de modelización:** Los cerramientos se supondrán formados por capas de propiedades constantes sin resistencia de contacto entre ellas.

La condición de contorno en el interior del edificio será la indicada en 4.4. Las restantes condiciones de contorno se formularán:

- Sin tener en cuenta la posible existencia de capas freáticas.
- Despreciando cualquier fenómeno de evaporación en la superficie del terreno circundante al edificio. Consecuentemente, no se contemplará la presencia en dicha superficie de, por ejemplo, césped o láminas de agua.
- *Nivel mínimo de modelización:* Se calculará en cada instante el flujo de calor por conducción en régimen transitorio. La multidimensionalidad de la transferencia se hará como mínimo considerando régimen bidimensional. El modelo utilizado deberá cumplir las condiciones de régimen permanente.
- *Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica y constructiva citadas en 6.1 y 6.2.
- *Valores por defecto:*

Propiedades del terreno:

Conductividad: 2 W/m K.

Densidad: 2000 kg/m³.

Calor específico: 1000 J/kg K.

Absortividad frente a la radiación solar de superficie del terreno circundante al edificio: 0.8.

4.5.3 Puentes térmicos

- *Hipótesis comunes de modelización:* Para los puentes térmicos resultantes de encuentros entre cerramientos no se tendrá en cuenta el efecto sobre los mismos de la radiación solar o de la radiación procedente de las fuentes internas.

Las cajas de persiana, cuando formen parte integrante de la ventana y no estén empotradas en la fachada, se considerarán en el apartado de cerramientos semi-transparentes como parte del marco, a través de las correcciones oportunas de la transmitancia y el factor solar de dicho marco.

Los pilares podrán modelarse indistintamente como puentes térmicos o como cerramientos opacos unidimensionales. En este último caso, si la dimensión del pilar sobresaliese del espesor de la fachada se despreciará el espesor en exceso que provoque el pilar.

- *Nivel mínimo de modelización:* La transmisión de calor por conducción se supondrá en régimen permanente a través de las transmitancias térmicas lineales.
- *Datos solicitados al usuario:* Definición geométrica y constructiva citadas en 6.1 y 6.2.
- *Valores por defecto:*

Resistencia superficial exterior convectivo-radiante: 0.04 m²K/W. -

Resistencia superficial interior convectivo-radiante: 0.13 m²K/W. -

4.6 TRANSMISIÓN EN CERRAMIENTOS SEMITRASPARENTES

Los cerramientos semitransparentes están formados por el vidrio, el marco y, eventualmente, por el capialzado de la persiana. La transmisión en este tipo de cerramientos se calculará teniendo en cuenta las resistencias térmicas superficie-superficie de cada elemento y las propiedades ópticas de los elementos semitransparentes.

El vidrio podrá incorporar, desde el proyecto del edificio, elementos de sombra integrados.

- *-Nivel mínimo de modelización:* Balance en régimen permanente.

Propiedades ópticas, dependientes del ángulo de incidencia de la radiación solar.

4.6.1 Cálculo de la Resistencia Térmica superficie-superficie

La resistencias térmicas superficie-superficie de los elementos del hueco se determinarán a partir de los valores de transmitancia térmica, eliminando el efecto de las resistencias térmicas superficiales por defecto.

- *-Datos solicitados al usuario:* Transmitancias térmicas de los elementos del hueco.

- *-Valores por defecto:*

Resistencia superficial exterior convectivo-radiante: $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$. -

Resistencia superficial interior convectivo-radiante: $0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$. -

4.6.2 Cálculo de las propiedades ópticas del vidrio

Concepto: La radiación solar incidente sobre el acristalamiento experimenta el proceso siguiente:

- -Una parte es absorbida en las diferentes capas del mismo.
- -Una parte es transmitida hacia el interior de la zona.
- -El resto se refleja hacia el exterior.

Ópticamente, el acristalamiento se caracteriza mediante tres propiedades que representan las fracciones que corresponden a los tres componentes anteriores y que se denominan, respectivamente, absorptividad (α), transmisividad (τ) y reflectividad (ρ).

Estas propiedades son dependientes del ángulo que forma la radiación solar incidente con la normal exterior del acristalamiento. Consecuentemente, el comportamiento óptico del acristalamiento es diferente para la radiación solar directa y para la radiación solar difusa.

A partir del factor solar a incidencia normal (g_{\perp}), las propiedades ópticas se determinarán de la siguiente forma:

	Vidrios Simples	Otros Vidrios
Absortividad a incidencia normal	$0.97 \times g_{\perp}$	$0.93 \times g_{\perp}$
Transmisividad a incidencia normal	$0.11 \times g_{\perp}$	$0.28 \times g_{\perp}$
Reflectividad a incidencia normal	$r = 1 - \alpha - \tau$	

Tabla 4.2 Obtención de las propiedades ópticas a partir del factor solar (g_{\perp})

La variación de las propiedades ópticas con el ángulo de incidencia se determinará multiplicando las propiedades a incidencia normal por los factores correctores siguientes, dependiendo de que el tipo de vidrio sea simple o no:

Ángulo	Vidrios Simples	Otros Vidrios	
	g, τ, α	g, τ	α
0	1	1	1
10	0.999	0.999	1
20	0.997	0.996	1.010
30	0.993	0.990	1.030
40	0.983	0.976	1.050
50	0.959	0.946	1.100
60	0.894	0.873	1.210
70	0.746	0.691	1.470
80	0.459	0.352	1.650
90	0	0	0

Tabla 4.3 Variación de las propiedades ópticas con el ángulo de incidencia

Las propiedades ópticas correspondientes a la radiación difusa se obtendrán multiplicando por 0.9 los valores de la tabla 4.3.

- *-Datos solicitados al usuario:* Factor solar a incidencia normal.
- *-Valores por defecto:* No procede.

4.6.3 Comportamiento frente a la radiación solar de los elementos opacos del hueco

La radiación absorbida se calcula a partir de la absorptividad de la superficie exterior del marco o capialzado (la cual puede venir dada en función del color, como en la tabla E.10 del documento CTE-HE1) y de la transmitancia del elemento opaco.

- *-Datos solicitados al usuario:* Absortividad de la superficie exterior del elemento opaco. Fracciones de la superficie del hueco ocupadas por los elementos opacos.
- *-Valores por defecto:* No procede.

4.6.4 Caso particular de los edificios destinados a vivienda

Se supone que las ventanas están provistas de dispositivos del tipo “persianas de oscurecimiento”, para las cuales se considera un determinado horario de funcionamiento, y por lo tanto, un efecto en el flujo por transmisión a través de la ventana y en la radiación entrante.

La siguiente tabla muestra estos valores y las ecuaciones que las consideran:

Horario de persianas cerradas	Modificación de la transmitancia térmica del hueco	Modificación del factor solar del hueco
	$U_{\text{modificado}} = U_{\text{original}} \cdot \text{factor}_U$	$g_{\text{modificado}} = g_{\text{original}} \cdot \text{factor}_g$
Noche ²	$\text{factor}_U = \frac{0.30}{1 + 0.165 \cdot U_{\text{original}}} + 0.70$	No procede
Día		$\text{factor}_g = 0.70$

Tabla 4.4 Modificación de la transmitancia térmica y el factor solar del hueco

² Véase la definición de noche y día en el Anexo III.

El porcentaje de cobertura utilizado en las ecuaciones anteriores es del 30%; lo que se puede entender como que el 30% de las ventanas tienen las persianas bajadas, o que todas las ventanas tienen las persianas bajadas un 30%.

- *-Datos solicitados al usuario:* Ninguno.
- *-Valores por defecto:* Ninguno.

4.6.5 Caso particular de las puertas

Nota: Las puertas acristaladas con más del 50% de superficie vidriada se considerarán a todos los efectos como huecos.

Las puertas se considerarán en régimen permanente, y se caracterizarán mediante su transmitancia térmica y su factor solar dependientes del material con que estén construidas y del porcentaje acristalado. Para las puertas ciegas, se tomarán los valores de transmitancia que se indican en la tabla siguiente:

Tipo de puerta	Transmitancia Térmica (W/m ² K)
Puerta Metálica	5.7
Puerta de Madera	2.2

Tabla 4.5. Transmitancias térmicas de las puertas

Se tomará un valor por defecto de la permeabilidad de 60 m³/h/m² a 100 Pa. -

El valor de la absortividad para la radiación de corta longitud de onda será de 0.7. -

4.7 BALANCE EN ZONAS ACONDICIONADAS

4.7.1 Temperatura y potencia de acondicionamiento de las zonas

Concepto: En cada instante de cálculo la temperatura del aire de los locales es el resultado de la acción simultánea de los flujos de calor siguientes:

- *-Convección desde las superficies interiores de los cerramientos.*
- *-Convección procedente de las fuentes internas.*
- *-Equipo acondicionador de calefacción o refrigeración.*
- *-Intercambios de aire con el exterior y con otras zonas.*

En cada instante de tiempo a lo largo del año, en función del tipo de espacio, la zona tendrá una temperatura de consigna, dos temperaturas de consigna o ninguna temperatura de consigna.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* La zona se supondrá isoterma.

Las potencias de calefacción y refrigeración del equipo acondicionador se supondrán infinitas.

- *-Nivel mínimo de modelización:* En cada hora se calculará la potencia requerida de calefacción o refrigeración necesaria para que la zona se mantenga a las temperaturas de consigna especificadas para dicho instante de cálculo, pudiéndose dar cuatro situaciones:

- Si para el instante de cálculo considerado la zona tiene únicamente especificada una temperatura de consigna baja, el programa calculará la potencia requerida de calefacción para mantener dicha temperatura. En caso de que el edificio alcance espontáneamente (sin la asistencia del equipo acondicionador) dicha temperatura o una superior, se calculará la temperatura resultante en la zona suponiendo que el equipo acondicionador no funciona.
 - Si para el instante de cálculo considerado la zona tiene únicamente especificada una temperatura de consigna alta, el programa calculará la potencia requerida de refrigeración para mantener dicha temperatura. En caso de que la zona alcance espontáneamente (sin la asistencia del equipo acondicionador) dicha temperatura o una inferior, se calculará la temperatura resultante en la zona suponiendo que el equipo acondicionador no funciona.
 - Si para el instante de cálculo considerado la zona tiene especificadas las dos temperaturas de consigna, el programa calculará la potencia requerida de calefacción o refrigeración para mantener la temperatura del local en la consigna baja o alta, respectivamente. Si el edificio alcanza espontáneamente (sin la asistencia de equipo acondicionador) temperaturas dentro de la banda especificada, el programa calculará la temperatura resultante en la zona suponiendo que el equipo acondicionador no funciona.
 - Si para el instante de cálculo considerado la zona no tiene especificada ninguna temperatura de consigna, se calculará la temperatura resultante en la zona suponiendo que el equipo acondicionador no funciona.
- *Datos solicitados al usuario:* Tipo de espacio.
 - *Valores por defecto:* Las temperaturas de consigna especificadas, para cada tipo de espacio en cada instante de cálculo, en el Anexo III.

4.7.2 Fuentes internas

Concepto: El calor liberado por cada una de las fuentes internas tendrá un componente convectivo que es directamente cedido al aire de las zonas.

- *Hipótesis comunes de modelización:* Cuando las fuentes internas (luminarias) liberen calor hacia una zona y un plenum se supondrá que todo el calor cedido por convección se transfiere directamente a dicha zona.
- *Nivel mínimo de modelización:* Se calculará en cada hora el calor cedido convectivamente al aire del espacio por las fuentes internas.
- *Datos solicitados al usuario:* Los incluidos en 6.3.
- *Valores por defecto:* Los valores de fuentes internas especificados, para cada tipo de espacio en cada instante de cálculo, en el Anexo III.

Fracción convectiva de las fuentes internas:

Ocupantes: 0.4 de la componente sensible.

Iluminación: 0.2. -

Equipo: 0.3. -

4.7.3 Tratamiento del mobiliario existente en las zonas

Concepto: El mobiliario existente en los espacios incrementa su inercia al modificar su temperatura, interviene en la radiación solar que accede a los espacios y modifica los intercambios radiantes entre las superficies interiores de los mismos.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* El mobiliario se supondrá isoterma. Se supondrá que no absorbe nada de la radiación liberada por las fuentes internas.
- *-Nivel mínimo de modelización:* Se podrá considerar que la temperatura del mobiliario coincide con la del aire del espacio donde está situado. En esta situación:
 - Se tendrá en cuenta la inercia del mobiliario aumentando artificialmente la capacidad calorífica del aire del espacio, al considerar el volumen ocupado por el mobiliario y su calor específico.
 - La fracción de energía solar que es absorbida por el mobiliario se trasladará directamente a la ecuación de balance sobre el aire.
 - Se podrá despreciar la presencia del mobiliario a efectos del intercambio radiante de onda larga y de la radiación absorbida procedente de las fuentes internas.
- *-Datos solicitados al usuario:* Tipo de espacio.
- *-Valores por defecto:*
 - Si el espacio tiene como uso el de vivienda, el peso del mobiliario se considera igual a 45 kg/m² de superficie útil del espacio.
 - Si el espacio tiene cualquier otro uso, el peso del mobiliario es de 30 kg/m² de superficie útil del espacio.
 - En todos los casos, el calor específico del mobiliario valdrá 1200 J/kg K.

Si no se usa el nivel mínimo de modelización, el programa alternativo tratará automáticamente el mobiliario como un cerramiento interior al espacio cuya conductividad es infinita y que absorbe el 50% de la radiación solar que incide sobre el suelo.

4.7.4 Infiltración y ventilación

Concepto: En este documento se define infiltración como la cantidad de aire que entra en el edificio directamente desde el exterior. La infiltración depende en principio de muchos factores, entre los que pueden mencionarse las condiciones climáticas (principalmente de la velocidad del viento, que influye en la sobrepresión o depresión creada en diferentes fachadas), el entorno urbano circundante (que puede modificar la velocidad y dirección del viento), la geometría del edificio, el tamaño, la posición y la permeabilidad de las rendijas y aberturas por las que penetra el aire, y el tiro térmico natural o forzado que se pueda producir en el interior del edificio.

Por otra parte, se define como ventilación a la cantidad de aire exterior que es impulsado a los locales de manera controlada. Su caudal es conocido y está garantizado por la existencia de ventiladores u otros elementos.

El gasto másico, en kg/s, depende de la densidad del aire exterior, que a su vez depende, fundamentalmente, de la altitud sobre el nivel del mar de la localidad de cálculo y de la temperatura del propio aire exterior.

Finalmente, tanto si se trata de infiltración como de ventilación, existirá una carga térmica asociada. Ésta es directamente proporcional al caudal de aire que entra desde el exterior y a la diferencia, en cada hora de cálculo, entre la temperatura del aire exterior y la de cada una de las zonas.

- *Hipótesis comunes de modelización:*

Se calculará el caudal de aire debido a infiltración como suma del efecto simultáneo en los elementos de flujo siguientes:

- Permeabilidad de las ventanas y puertas.
- Defectos de estanqueidad en otros componentes de la envuelta.
- Aberturas de ventilación.

Se realizarán los cálculos para dos hipótesis de velocidad de viento, de 0 m/s y 4 m/s, tomándose como resultado el valor medio.

Para los cálculos en el caso de la hipótesis de velocidad de aire exterior igual a 4 m/s, se tomará un coeficiente de presión $C_{p_{expuesto}} = 0.25$ para las fachadas expuestas al viento y $C_{p_{no\ expuesto}} = 0.50$ para las no expuestas. En el caso de lucernarios horizontales (ángulo con la vertical igual o menor a 60°) se tomará un coeficiente de presión $C_{p_{lucernario}} = -0.60$.

El caudal debido a cada uno de los 3 elementos de flujo se calculará como indica la norma UNE-EN-13465:2004, para la fachada expuesta y no expuesta según la ecuación:

$$q_v = C \cdot (\Delta P)^n \quad [l/s]$$

siendo C el coeficiente de caudal de aire normalizado a 1 Pa de diferencia de presión, y n el exponente de caudal de aire (ver valores por defecto, más adelante).

A efectos de calidad de aire, en los edificios de viviendas se supondrá que existe un tiro que garantiza el caudal de aire exterior mínimo exigido, q_v [l/s], según el procedimiento descrito en el Documento Básico HS Salubridad, Sección HS3 Calidad del aire interior. En estos edificios, el tamaño de las aberturas de ventilación se estimará sabiendo que para ventanas de clase 1 no serían necesarias dichas aberturas.

En los espacios de edificios no destinados a vivienda se supondrá que existe un sistema de impulsión que garantiza los requerimientos de calidad de aire de dichos espacios en función de la ocupación concreta de los mismos (ver 6.3).

- *Nivel mínimo de modelización:*

El método estará basado, al menos, en un modelo de zona única, utilizando una ecuación de equilibrio simple de los caudales de aire para una presión interior desconocida y única para todo el edificio. Se calculará en primer lugar el caudal de infiltración, promediando los valores resultantes para velocidades del viento de 0 m/s y 4 m/s y suponiendo que los elementos de flujo se encuentran igualmente repartidos en la fachada expuesta y en la no expuesta. El caudal resultante, en términos de renovaciones hora, se supondrá único para todos los espacios del edificio e invariable en el tiempo. Posteriormente, para aquellos espacios con impulsión de aire y para las horas en las que dicha impulsión esté activada, se supondrá que el caudal de aire impulsado compensa

la infiltración; por lo que el caudal de aire exterior a considerar en estas circunstancias y para los espacios citados será el de ventilación.

Si se utiliza un modelo multizona se determinará, en cada instante de cálculo y para cada espacio, la entrada de aire procedente del exterior resultante del balance que considere al mismo tiempo las infiltraciones y la eventual impulsión de aire. Se tomará la dirección del viento que produzca el mayor caudal de aire exterior.

Se tendrá en cuenta la variación de la densidad del aire debida a la altura.

- *-Datos solicitados al usuario:*

Para cada espacio de uso residencial: renovaciones hora promedio para toda la vivienda de acuerdo con el Documento Básico HS Salubridad, Sección HS3.

Para espacios habitables en edificios de otros usos: número de renovaciones hora de cada espacio y su horario de funcionamiento.

- *-Valores por defecto:*

Infiltraciones a 1 Pa debidas a defectos de estanqueidad de los componentes de la envuelta:

- Espacios habitables de edificios de viviendas unifamiliares (1/h): 0.30.

- Espacios habitables en bloques de viviendas(1/h): 0.24.

- Espacios habitables en edificios de otros usos(1/h): 0.10.

Exponente n para infiltraciones a través de ventanas y puertas, y para defectos de estanqueidad en otros componentes de la envuelta: 0.67. -

Exponente n para infiltraciones a través de aberturas de ventilación: 0.5. -

4.7.5 Caso particular de los edificios destinados a vivienda

En régimen de verano, durante el periodo comprendido entre la 1 y las 8 horas, ambas incluidas, se supondrá que los espacios habitables de los edificios destinados a vivienda presentan una infiltración originada por la apertura de ventanas de 4 renovaciones por hora.

El resto del tiempo, el número de renovaciones hora será el calculado según el procedimiento general de la sección anterior.

4.7.6 Demanda de calefacción y refrigeración

Concepto: La demanda se obtiene integrando las potencias de acondicionamiento de 4.7.1.

- *-Hipótesis comunes de modelización:* Las demandas mensuales de calefacción o refrigeración que no superen los umbrales especificados en los valores por defecto no se computarán a la hora de calcular las demandas anuales del edificio.
- *-Nivel mínimo de modelización:* Se calcularán las demandas de calefacción y refrigeración en cada mes para cada una de las zonas.
- *-Datos solicitados al usuario:* Ninguno.

- -Valores por defecto:

Umbral mensual de calefacción: 1.2 kW·h/m².

Umbral mensual de refrigeración: 1.5 kW·h/m².

NOTA: Ambos umbrales están referidos a las demandas de calefacción o refrigeración en cada mes para cada una de las zonas, en kW·h por m² de la zona.

4.8 BALANCE EN ZONAS NO ACONDICIONADAS

El balance a realizar en las zonas no acondicionadas es idéntico al de las acondicionadas, salvo por lo indicado a continuación:

4.8.1 Temperatura y potencia de acondicionamiento de las zonas

Concepto: En cada instante de cálculo, la temperatura del aire de los locales es el resultado de la acción simultánea de todos los flujos de calor indicados en el apartado 4.7, excepto el debido al equipo acondicionador, que en este caso no existe.

- -*Hipótesis comunes de modelización:* La zona se supondrá isoterma y con oscilación libre de su temperatura.
- -*Nivel mínimo de modelización:* En cada hora se calculará la temperatura de oscilación libre de la zona.
- -*Datos solicitados al usuario:* Tipo de espacio.
- -*Valores por defecto:* Ninguno.

4.8.2 Fuentes internas

No procede.

4.8.3 Tratamiento del mobiliario existente en las zonas

No procede.

4.8.4 Infiltración y ventilación

Sólo se calcula un caudal de infiltración constante a lo largo del año (véase 6.3 y Anexo III).

4.8.5 Demanda de calefacción y refrigeración

No procede.

4.9 RESUMEN DE VALORES POR DEFECTO

A continuación se recogen todos los valores por defecto incluidos en las secciones previas del apartado 4:

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Coeficiente de película exterior con el aire exterior	Transferencia de calor por convección	$h_e = 20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Reflectividad de las superficies adyacentes al edificio	Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes al edificio	$\rho = 0.2$

Tabla 4.6 Condiciones de contorno en las superficies exteriores del edificio

(Continuación)

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Emisividad de las superficies exteriores de los cerramientos	Intercambio radiante de onda larga entre las superficies exteriores del edificio y su entorno	$\epsilon = 0.9$
Absortividad de las superficies opacas exteriores	Absorción de la radiación solar incidente en las superficies exteriores	$\alpha = 0.6$

Tabla 4.6 (continuación) Condiciones de contorno en las superficies exteriores del edificio

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Coefficiente de película interior	Transferencia de calor por convección con el aire interior	$h_i = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Fracción de radiación solar absorbida en las superficies interiores	Radiación solar que penetra por las superficies semitransparentes del edificio, incide sobre las superficies interiores del edificio y sobre el mobiliario y experimenta una redistribución debida a las reflexiones múltiples. En caso de que el programa no calcule la radiación solar absorbida en las superficies interiores, se tomarán los valores por defecto indicados	Suelo: 0.30 Mobiliario: 0.30 Techo: 0.07 Resto de paredes: 0.33 (repartido proporcionalmente a sus áreas)
Absortividad de las superficies opacas interiores	En caso de que el programa sí calcule la radiación solar absorbida en las superficies interiores, la absortividad de las superficies opacas interiores será la indicada como valor por defecto	$\alpha_i = 0.6$
Fracción de suelo cubierta por el mobiliario	En caso de que el programa sí calcule la radiación solar absorbida en las superficies interiores, la fracción de suelo cubierta por el mobiliario será la indicada como valor por defecto	0.5
Emisividad de las superficies interiores de los cerramientos	Intercambio radiante de onda larga entre las superficies interiores de cada zona del edificio	$\epsilon = 0.9$
Fracción de larga de las fuentes internas	Radiación absorbida procedente de las fuentes internas	Ocupantes: 0.60 de la componente sensible Iluminación: 0.80 Equipos: 0.70
Radiación absorbida por las superficies interiores de los cerramientos de un recinto procedente de las fuentes internas	Radiación absorbida procedente de las fuentes internas	Proporcional a las áreas

Tabla 4.7 Condiciones de contorno en las superficies interiores del edificio

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Propiedades del terreno	Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno	Conductividad: 2 W/mK Densidad: 2000 kg/m ³ Calor específico: 1000 J/kgK
Absortividad, frente a la radiación solar, de la superficie del terreno circundante al edificio	Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno	$\alpha = 0.8$
Resistencia superficial exterior convectivo-radiante	Cálculo de transmitancias térmicas lineales en puentes térmicos	$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

**Hipótesis comunes, nivel mínimo de modelización y valores
por defecto para programas alternativos a LIDER**

(Continuación)

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Resistencia superficial interior convectivo-radiante	Cálculo de transmitancias térmicas lineales en puentes térmicos	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tabla 4.8 Transmisión a través de cerramientos opacos

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Resistencia superficial exterior convectivo-radiante	Cálculo de transmitancias térmicas superficiales	$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Resistencia superficial interior convectivo-radiante	Cálculo de transmitancias térmicas superficiales	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
Absortividad a incidencia normal	Comportamiento frente a la radiación solar del acristalamiento	Tabla 4.2
Transmisividad a incidencia normal	Comportamiento frente a la radiación solar del acristalamiento	Tabla 4.2
Reflectividad a incidencia normal	Comportamiento frente a la radiación solar del acristalamiento	Tabla 4.2
Variación de las propiedades ópticas con el ángulo de incidencia	Comportamiento frente a la radiación solar del acristalamiento	Tabla 4.3
Permeabilidad	Puertas	$60 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \text{ a } 100 \text{ Pa}$

Tabla 4.9 Transmisión en cerramientos semitransparentes

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Temperaturas de consigna especificadas para cada tipo de espacio	Balance en zonas acondicionadas	Anexo III
Fracción convectiva de las fuentes internas	Calor liberado por las fuentes internas cedido directamente al aire de las zonas	Ocupantes: 0.40 de la componente sensible Iluminación: 0.20 Equipo: 0.30
Distribución horaria de fuentes internas de ocupación	Solicitaciones interiores de las zonas	Anexo III
Distribución horaria de fuentes internas de iluminación	Solicitaciones interiores de las zonas	Anexo III Valores expresados en W/m^2 para edificios residenciales y en porcentaje para no residenciales
Distribución horaria de otras fuentes internas debidas a equipo diverso	Solicitaciones interiores de las zonas	Anexo III
Peso y calor específico del mobiliario	Tratamiento del mobiliario existente en las zonas	Calor Específico: 1200 J/kg K Peso: Edificios destinados a vivienda: 45 kg/m^2 Edificios no destinados a vivienda: 30 kg/m^2

(Continuación)

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Fración de suelo cubierta por el mobiliario	Si no se usa el nivel mínimo de modelización el programa alternativo tratará automáticamente el mobiliario como un cerramiento interior al espacio cuya conductividad es infinita y que absorbe el 50% de la radiación directa que incide sobre el suelo	0.5
Permeabilidad a 1 Pa	Infiltración: defectos de estanqueidad de otros componentes de la envolvente diferentes de huecos, lucernarios, puertas y aberturas de ventilación	Espacios habitables de edificios de viviendas unifamiliares (1/h) : 0.30 Espacios habitables en bloques de viviendas (1/h): 0.24 Espacios habitables en edificios de otros usos (1/h): 0.10
Exponente n de la ecuación: $q_v = C \cdot (\Delta P)^n$	Infiltración	A través de huecos y puertas: 0.67 A través de defectos de estanqueidad: 0.67 A través de aberturas de ventilación: 0.5
Distribución horaria del caudal de ventilación en espacios habitables de edificios no residenciales	Cálculo de la cantidad de aire exterior para ventilación	Anexo III
Densidad del aire	Para el cálculo de la infiltración y la ventilación se tendrá en cuenta la variación de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar de la localidad	Tabla 4.1
Umbral mensual de calefacción	Las demandas mensuales de calefacción que no superen el umbral especificado no se computarán a la hora de calcular la demanda anual de calefacción del edificio	1.2 kWh/m ²
Umbral mensual de refrigeración	Las demandas mensuales de refrigeración que no superen el umbral especificado no se computarán a la hora de calcular la demanda anual de refrigeración del edificio	1.5 kWh/m ²

Tabla 4.10 Balance en zonas acondicionadas

5

Hipótesis comunes, nivel mínimo de modelización y valores por defecto en la evaluación de la demanda para programas alternativos a los programas CALENER

Demanda energética vinculada a las instalaciones de calefacción y refrigeración

Dicha demanda depende de la epidermis del edificio, las excitaciones climáticas, las características ocupacionales y funcionales y del procedimiento de cálculo. Además, la demanda puede venir condicionada por el tipo de sistema si ha lugar la distinción entre demanda bruta y neta.

En cualquier caso, el procedimiento de cálculo de la demanda habrá superado el proceso de acreditación como alternativo a LIDER.

Demanda de agua caliente sanitaria para edificios de viviendas

La demanda de energía correspondiente a agua caliente sanitaria [kWh/m²] se obtiene a partir de la expresión:

$$D = 360 \cdot \rho \cdot C_p \cdot Q_{ACS}(T_{ref}) \cdot (T_{ref} - T_{AF}) \cdot \frac{I}{3600}$$

donde:

ρ : Densidad del agua [kg/litro]: Se tomará igual a la unidad. -

C_p : Calor específico del agua [kJ/kgK]: Se tomará igual a 4.18 kJ/kgK. -

T_{ref} : Temperatura de referencia [°C]: Se tomará igual a 60 °C. -

$Q_{ACS}(T_{ref})$: Consumo de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia [litros/m²día].

El consumo unitario diario medio de agua caliente sanitaria asociado a una temperatura de referencia de 60 °C, según la tabla 3.1 del DB-HE4, es de:

30 litros por persona y día en el caso de viviendas unifamiliares.

22 litros por persona y día en el caso de viviendas en bloque (multifamiliares).

Para expresar el caudal como “consumo diario medio por metro cuadrado”, se considerará que el ratio de personas por metro cuadrado que ocupan una vivienda es independiente del tipo de vivienda e igual a 0.03 personas por metro cuadrado de superficie útil.

T_{AF} : Temperatura media anual de agua fría [°C].

Se calcula como la media ponderada de las temperaturas diarias medias mensuales de agua fría de las capitales de provincia, tal y como aparecen recogidas en la tabla 3, apartado 6.4, de la norma UNE-EN 94 002:2004.

La demanda de energía correspondiente a agua caliente sanitaria [kWh/m²] que es necesario satisfacer mediante equipos que no utilizan como fuente de energía la energía solar es:

$$D_{ACS} = 360 \cdot \rho \cdot C_p \cdot Q_{ACS}(T_{ref}) \cdot (T_{ref} - T_{AF}) \cdot \frac{I}{3600} (100 - CSM)$$

donde: -

CSM es la contribución solar mínima. -

En el edificio de referencia, la contribución solar mínima se calculará en función de la zona climática correspondiente a la radiación global sobre superficie horizontal establecida en el DB-HE4, haciendo uso de la siguiente tabla:

CSM	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
Apoyo Eléctrico por efecto Joule	50%	60%	70%	70%	70%
Otro tipo de apoyo	30%	30%	50%	60%	70%

Tabla 5.1. Contribución solar mínima según DB-HE4

Los valores mínimos podrán ser inferiores a los indicados en la tabla 5.1 si se dan las circunstancias recogidas en el citado documento.

La zona climática se podrá obtener a partir de la tabla 3.3 del capítulo 3.1.2 de la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación. Si una localidad en concreto no apareciese en dicha tabla se utilizaría el criterio general dado por la tabla 3.2 o se determinaría gráficamente mediante la figura 3.1.

La distribución temporal de la demanda de agua caliente sanitaria para edificios de viviendas será, por defecto, igual para todos los días del año. Sus valores son los indicados en el Anexo III, en las condiciones operacionales de los edificios destinados a vivienda.

Hipótesis mínima de modelización: Se calculará el consumo de energía asociado al ACS como si no existieran paneles solares; es decir, toda la energía se considerará aportada por el sistema auxiliar de generación y para el cálculo del consumo final se detraerá el porcentaje de cobertura solar especificado por el usuario para esa instalación.

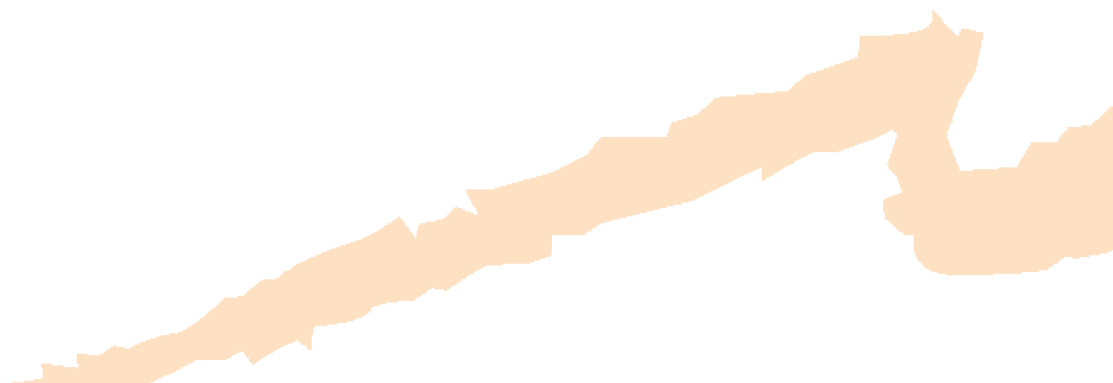
En el edificio objeto la contribución solar mínima será la que se especifique por el usuario y, en cualquier caso, deberá cumplir los requerimientos mínimos establecidos en el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación.

Demanda de iluminación

El cálculo del consumo de energía asociado a la instalación de iluminación para edificios no residenciales se realizará de forma independiente para cada espacio del edificio. Se tendrá en cuenta la variación horaria debida a la acción del usuario y/o del posible sistema de control de la iluminación artificial existente.



**Entrada de datos para
programas alternativos
a LIDER**



En este capítulo se detallan los datos que se solicitarán obligatoriamente al usuario. -

6.1 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

- -Situación, forma, dimensiones, orientación e inclinación de todos los cerramientos de espacios habitables y no habitables. Se precisará si están en contacto con el aire o con el terreno.
- -Las dimensiones de los cerramientos serán, en planta, las interiores para los verticales en contacto con el exterior, el terreno y medianeras, y hasta el centro del cerramiento en las particiones interiores; y, en alzado, la distancia entre los suelos para la altura de las plantas.
- -Longitud de los puentes térmicos, distinguiendo entre las diferentes categorías. El programa puede calcular dichas longitudes de forma automática.
- -Para cada cerramiento se indicará la situación, forma y las dimensiones de los huecos, lucernarios y puertas contenidos en el mismo.
- -Para cada hueco, lucernario o puerta se indicará la fracción del mismo ocupada por el marco y, eventualmente, la ocupada por el capialzado.
- -Para cada hueco, lucernario o puerta se indicará la situación, forma, orientación, inclinación y dimensiones de los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior a dichos elementos que figure explícitamente en la memoria del proyecto.
- -Situación, forma, orientación, inclinación y dimensiones de aquellos objetos remotos que puedan arrojar sombra sobre los cerramientos exteriores del edificio.

6.2 DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

6.2.1 Cerramientos opacos unidimensionales

- -Espesor (m), conductividad ($W/m\cdot K$), densidad (kg/m^3) y calor específico ($J/kg\cdot K$) de cada una de las capas con inercia significativa.
- -Resistencia térmica ($K\cdot m^2/W$) de las capas de materiales aislantes (o bien, los mismos valores especificados para las capas con inercia significativa).

Las propiedades de las capas deben incluir las heterogeneidades presentes en las mismas.

Valores aceptados por defecto para las capas más comunes se encuentran en el Anexo VII.

Para utilizar valores diferentes de los anteriores será necesario aportar una justificación específica de los mismos o bien remitirse a un documento reconocido.

En cualquier caso, los programas alternativos alertarán de la utilización de valores diferentes a los valores por defecto del Anexo VII.

6.2.2 Puentes térmicos

- -Transmitancia lineal del puente térmico ($W/m\cdot K$).

Valores aceptados por defecto para las configuraciones más comunes se encuentran en el Anexo VII.

Para utilizar valores diferentes de los anteriores es necesario aportar una justificación específica de los mismos o bien remitirse a un documento reconocido.

En cualquier caso, los programas alternativos alertarán de la utilización de valores diferentes a los valores por defecto del Anexo VII.

6.2.3 Huecos y lucernarios

- -Transmitancia térmica del vidrio ($W/m^2 K$).
- -Transmitancia térmica del marco ($W/m^2 K$). Eventualmente, transmitancia térmica de los capialzados, si están incluidos en el hueco.
- -Porcentaje del área de hueco ocupado por la parte opaca; distinguiendo, en su caso, el marco del capialzado.
- -Factor solar del vidrio.
- -Absortividad de la cara exterior del marco (se puede obtener a partir del color mediante la tabla E.10 del documento CTE-HE1). En su caso, absortividad de la cara exterior de los capialzados, si están incluidos en el hueco.
- -Permeabilidad al aire del conjunto para una sobrepresión de 100 Pa.
- -Valores aceptados por defecto para las configuraciones más comunes se encuentran en el Anexo VII.

Para utilizar valores diferentes de los anteriores será necesario aportar una justificación específica de tales valores o bien remitirse a un documento reconocido.

En cualquier caso, los programas alternativos alertarán de la utilización de valores diferentes a los valores por defecto del Anexo VII.

6.2.4 Puertas

Si la puerta está acristalada se proporcionará la misma información que para los huecos con excepción de la permeabilidad al aire, que tomará siempre un valor por defecto igual a $60 m^3/h m^2$ a 100 Pa.

En caso contrario se suministrará únicamente el valor de la transmitancia térmica de la puerta.

6.2.5 Elementos de sombra

Para los elementos de sombra que no se hayan considerado explícitamente como obstáculos de fachada, se suministrará uno u otro de los siguientes datos:

- -Valor modificado del factor solar del hueco o lucernario al cual se ha aplicado.
- -Factor de sombra del elemento de sombra, como factor corrector del factor solar.

Además, si procede, se proporcionará el corrector de la transmitancia térmica debido al elemento de sombra.

Para utilizar este tipo de factores correctores será necesario aportar una justificación específica de sus valores o bien remitirse a un documento reconocido.

En cualquier caso, los programas alternativos alertarán de la utilización de este tipo de factores de corrección.

6.3 DEFINICIÓN OPERACIONAL

Estos datos se suministran en paquetes predefinidos que se describen a continuación y se detallan en el Anexo III. Se dividen en condiciones operacionales de edificios de viviendas y de edificios no destinados a vivienda. Posteriormente se incorporan las condiciones de los espacios no habitables.

6.3.1 Edificios de viviendas

En los edificios de viviendas se considera que todos los espacios habitables son acondicionados. Por tanto, los únicos datos serán:

- -Si el espacio es habitable o no.
- -Número de renovaciones hora que requiere la vivienda (igual para todos los espacios habitables) para satisfacer los requisitos de salubridad del CTE-HS3.

6.3.2 Edificios no destinados a vivienda

En los edificios no destinados a vivienda se consideran tres grupos de niveles de intensidad de las fuentes internas, alto, medio y bajo, con cuatro perfiles horarios de funcionamiento diario: 8, 12, 16 y 24 horas de funcionamiento. El dato a suministrar por el usuario será, para cada espacio:

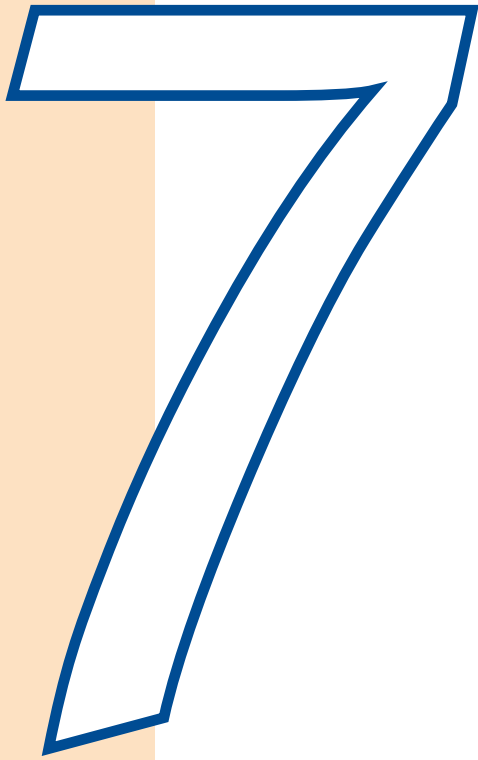
- -Si el espacio es habitable, y, si lo es, el tipo de uso (según el Anexo III).
- -Número de renovaciones por hora que requiere el espacio para satisfacer los requisitos del CTE-HE2.
- -Potencia de iluminación instalada.

6.3.3 Espacios no habitables

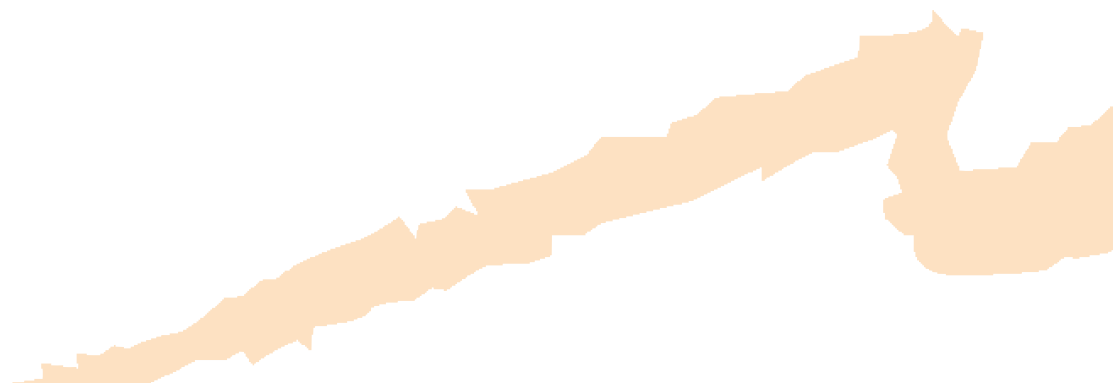
En el caso de espacios no habitables, como por ejemplo los desvanes y los vacíos técnicos sanitarios, huecos de ascensores, etc., se solicitará el nivel de infiltración, tomado de entre los valores establecidos en la siguiente tabla:

Nivel de estanqueidad		h ⁻¹
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0.5
3	Todos los componentes bien sellados, con pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

Tabla 6.1 Nivel de infiltración en espacios no habitables



**Entrada de datos para
programas alternativos
a programas CALENER**



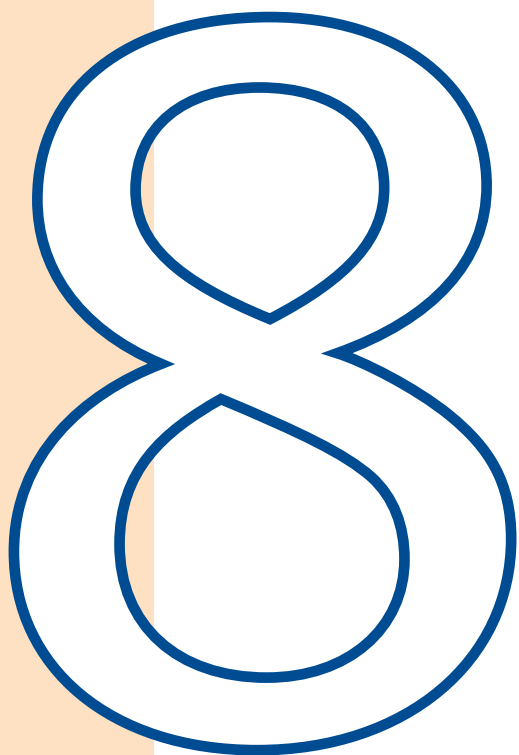
A continuación se detallan los datos que se solicitan obligatoriamente al usuario.

- -En lo que se refiere a Definición geométrica, Definición constructiva y Definición operacional, a los programas alternativos a CALENER se les exigirá los mismos requisitos que para su acreditación con respecto a LIDER. Éstos se encuentran enunciados en el apartado anterior y son los datos necesarios para el cálculo de las demandas de calefacción y refrigeración.
- -En principio, los programas candidatos tendrán que admitir los mismos datos de entrada que los programas de referencia CALENER. En aquellos casos en los que el motor de cálculo emplee una metodología de simulación que no acepte tales datos, se acudirá a lo dispuesto en el apartado “Corrección por entrada de datos diferentes a las de los programas de referencia” (Anexo IV).
- -Los programas alternativos emplearán, en principio, las mismas curvas de rendimiento a carga parcial para las unidades activas que los programas CALENER. En aquellos casos en que el motor de cálculo emplee una metodología de simulación que no acepte tales curvas, se acudirá a lo dispuesto en el apartado “Corrección por curva de rendimiento a carga parcial” (Anexo IV).

Para edificios no destinados a vivienda, en lo relativo a las instalaciones de ACS, iluminación y ventilación, se solicitarán los siguientes datos:

- -ACS:
 - Consumo de agua caliente sanitaria (por ejemplo, en l/día), temperatura de consumo y perfil de variación horaria de dicho consumo.
- -Iluminación:
 - Para cada espacio se indicará la potencia total instalada, el tipo de luminaria, VEEI y perfil de variación horaria.
 - En el caso de que exista control de la iluminación artificial en función de la natural, se suministrará el tipo de control, los valores de consigna y la situación de los sensores.
- -Ventilación:
 - Para cada sistema de tratamiento de aire definido se indicará el caudal de aire exterior de ventilación manejado por el mismo, así como su perfil de variación horaria, si existiera.

Las condiciones operacionales de los grandes edificios terciarios, que serán estudiados con los programas alternativos al CALENER-GT, se solicitarán, en un modo similar al indicado en el Anexo III, mediante un valor máximo y una distribución horaria. Los perfiles horarios podrán ser los específicos del edificio en estudio.



**Edificio de referencia
para programas
alternativos a LIDER
y a CALENER**

De acuerdo con el Anexo I del 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 y con el apartado 3.3.1.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía (HE) del Código Técnico de la Edificación, el edificio de referencia deberá tener las siguientes características:

- a) La misma forma y tamaño que el edificio objeto.
- b) La misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona que tenga el edificio objeto.
- c) Los mismos obstáculos remotos que el edificio objeto.
- d) Unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta, por un lado, y unos elementos de sombra, por otro, que garanticen el cumplimiento de los valores límite de la tabla 2.2 de la sección HE1 - Limitación de demanda energética del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.
- e) El mismo nivel de iluminación que el edificio a certificar y un sistema de iluminación que cumpla con los requisitos mínimos de eficiencia energética que figuran en la sección HE3 - Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.
- f) Las instalaciones térmicas de referencia, en función del uso del edificio, cumplirán los requisitos mínimos de eficiencia energética que figuran en la sección HE2 - Rendimiento de las instalaciones térmicas desarrolladas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), y en la sección HE4 - Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.
- g) En los casos en que así lo exija el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, una contribución solar fotovoltaica mínima de energía eléctrica, según la sección HE5.

Para la verificación de la limitación de demanda del CTE-HE1, el edificio de referencia cumplirá las características a) a d); mientras que para la certificación energética deberá cumplir además las e) a g).

En los siguientes apartados se detalla cómo obtener el edificio de referencia a partir del edificio objeto.

8.1 OBTENCIÓN DEL EDIFICIO DE REFERENCIA A PARTIR DEL EDIFICIO OBJETO

Nota general: Los elementos que no se especifican son idénticos para el edificio objeto y el edificio de referencia.

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Muros exteriores de espacios habitables	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Muros de referencia de la tabla 8.13, según la zona climática	
Muros de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Muros de referencia de la tabla 8.13, según la zona climática	En el edificio de referencia se considera el muro en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno y se suprimen los espacios no habitables (véase la figura 8.1)
Cubiertas exteriores (planas o inclinadas) de espacios habitables	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Cubiertas de referencia de la tabla 8.14, en función de la zona climática	
Forjados de espacios habitables en contacto con espacios no habitables	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Cubiertas de referencia de la tabla 8.14, en función de la zona climática	Se sustituye el forjado entre el espacio no habitable y el habitable inmediatamente inferior por la cubierta plana de referencia (véase la figura 8.1)
Suelos de espacios habitables en contacto con el exterior	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Suelos de referencia de la tabla 8.15, según la zona climática	
Suelos de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Suelos de referencia de la tabla 8.15, según la zona climática	En el edificio de referencia se considera suelo en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno o con un espacio no habitable (véase la figura 8.1)

Tabla 8.1 Muros, cubiertas y suelos de espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Forjados y particiones	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Forjados y particiones de referencia (tablas 8.16 y 8.17)	
Medianeras	Espesor y propiedades de las capas	Tal cual en proyecto	Medianeras de referencia de la tabla 8.18, según la zona climática	

Tabla 8.2 Cerramientos interiores de espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Puentes térmicos	Transmitancia lineal	Tal cual en proyecto	Transmitancia lineal de referencia de la tabla 8.19, según la zona climática	

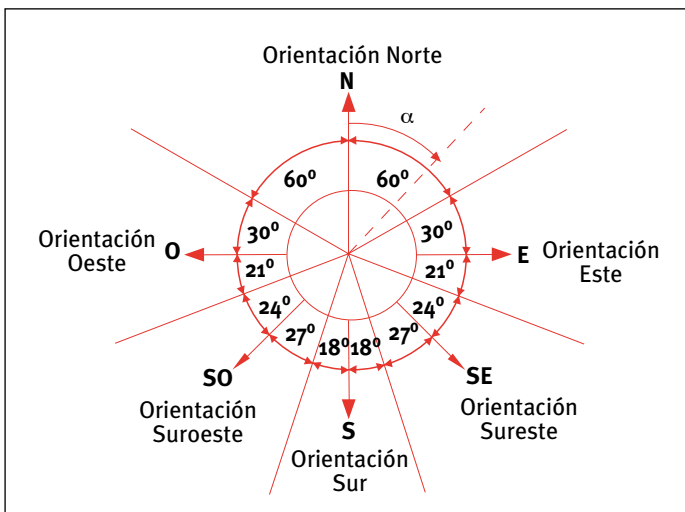
Tabla 8.3 Puentes térmicos de espacios habitables

Edificio de referencia para programas alternativos a LIDER y a CALENER

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Huecos	Dimensiones, si el porcentaje de huecos no supera el 60% en cada orientación asimilada ¹	Tal cual en proyecto	Como en el edificio objeto	
	Dimensiones, si el porcentaje de huecos supera el 60% en alguna orientación asimilada ¹	Tal cual en proyecto	Para cada orientación en la que el porcentaje de huecos supere el 60%, se modificarán las superficies de todos los huecos de dicha orientación hasta que el valor de ese porcentaje sea del 60%	La parte de hueco eliminada se sustituye por el muro de referencia que corresponda en función de la zona climática
	Transmitancia	Tal cual en proyecto	Transmitancia límite de CTE-HE1 en función de zona climática, orientación asimilada ¹ y porcentaje de huecos (Anexo II)	En el edificio de referencia todos los huecos que den a la misma orientación asimilada ¹ tienen la misma transmitancia

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
	Factor solar	Tal cual en proyecto	Invierno: valor de la tabla 8.20, en función de la transmitancia límite requerida Verano: El factor solar total debe ser el valor límite de verano del CTE-HE1, función de zona climática, orientación asimilada, porcentaje de huecos en la orientación y uso del espacio	En caso de que no exista factor solar límite para verano en las tablas del CTE-HE1, se tomará el factor solar de invierno

Tabla 8.4 Huecos de espacios habitables



Nota 1: Orientación asimilada

Norte	$\alpha < 60; \alpha \geq 300$
Este	$60 \leq \alpha < 111$
Sureste	$111 \leq \alpha < 162$
Sur	$162 \leq \alpha < 198$
Suroeste	$198 \leq \alpha < 249$
Oeste	$249 \leq \alpha < 300$

(Continuación)

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
			<p>Su valor se obtendrá añadiendo a cada hueco un elemento ficticio de sombra, cuyo factor de sombra multiplicado por el factor solar de de invierno coincida con el valor límite</p> <p>Límite entre Alta y Baja carga interna: En el edificio de referencia se considerarán unos valores límite del factor solar modificado de huecos que dependerán, como establece el CTE en las tablas de su opción prescriptiva, del nivel de intensidad de las fuentes internas. Para ese propósito se considerará <i>Baja carga interna</i> cuando la suma de todas las fuentes internas (ocupantes, iluminación, equipos) no alcance los 6 W/m²; y se considerará <i>Alta carga interna</i> a partir de dicho valor</p>	El elemento de sombra ficticio que se añade eventualmente no modifica la transmitancia del hueco
	Retranqueos	Tal cual en proyecto	Como en el edificio objeto	
	Obstáculos de fachada que forman parte de la envolvente del edificio	Tal cual en proyecto, a partir de su definición geométrica	Como en el edificio objeto	
	Otros obstáculos de fachada	Tal cual en proyecto, a partir de su definición geométrica	Se ignoran	
	Elementos de sombra exteriores adicionales al acristalamiento	Tal cual en proyecto, a partir de su definición geométrica o mediante un factor de sombra	Se ignoran	
	Permeabilidad	Tal cual en proyecto, a través del valor a 100 Pa	En zonas climáticas A y B: 50 m ³ /hm ² a 100 Pa En otras zonas climáticas: 27 m ³ /hm ² a 100 Pa	

Tabla 8.4 (Continuación) Huecos de espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Lucernarios	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios no supera el 5% de la cubierta	Tal cual en proyecto	Como en el edificio objeto	
	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios supera el 5% de la cubierta	Tal cual en proyecto	Se modificarán las superficies de todos los lucernarios de la cubierta hasta que el valor de ese porcentaje sea del 5%	La parte de lucernario eliminada se sustituye por la cubierta de referencia que corresponda, en función de la zona climática (tabla 8.14)
	Transmitancia	Tal cual en proyecto	Transmitancia límite de la cubierta en función de la zona climática, (Anexo II)	
	Factor solar	Tal cual en proyecto, considerando acristalamiento y marco de manera independiente	Invierno: 0.7 Verano: El factor solar total debe ser el valor límite de verano del CTE-HE1, función de la zona climática y el uso del espacio	
	Elementos de sombra exteriores o integrados	Tal cual en proyecto, a partir de su definición geométrica o mediante un factor de sombra	Se ignoran	
	Permeabilidad	Tal cual en proyecto a través del valor a 100 Pa	En zonas climáticas A y B: 50 m ³ /hm ² a 100 Pa En otras zonas climáticas: 27 m ³ /hm ² a 100 Pa	

Tabla 8.5 Lucernarios de espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Puertas con superficie acristalada inferior al 50%	Todos	Tal cual en proyecto o valor por defecto para la permeabilidad	Como en el edificio objeto	

Tabla 8.6 Puertas de espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Cerramientos opacos y semitransparentes de espacios no habitables que dan al exterior o están en contacto con el terreno	Todos	Tal cual en proyecto	No procede	Desaparecen al desaparecer, a su vez, todo el espacio no habitable

Tabla 8.7 Cerramientos opacos y semitransparentes de espacios no habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Espacios acondicionados	Condiciones operacionales Fuentes internas Ventilación	Según tipo de uso	Como en el edificio objeto	
Espacios no acondicionados	Condiciones operacionales Fuentes internas Ventilación Infiltración	Según se explica en el Anexo III	Como en el edificio objeto	Sólo se permiten espacios no acondicionados en edificios no destinados a vivienda

Tabla 8.8 Espacios habitables

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Espacios no habitables	Condiciones operacionales Fuentes internas Ventilación Infiltración	Según se explica en el Anexo III	No procede	Los espacios no habitables no aparecen en el edificio de referencia Los cerramientos que los separan de espacios habitables se convierten en cerramientos exteriores con las soluciones de referencia para muros exteriores, cubiertas y suelos (véase figura 8.1)

Tabla 8.9 Espacios no habitables

Edificio Objeto

Edificio de Referencia -

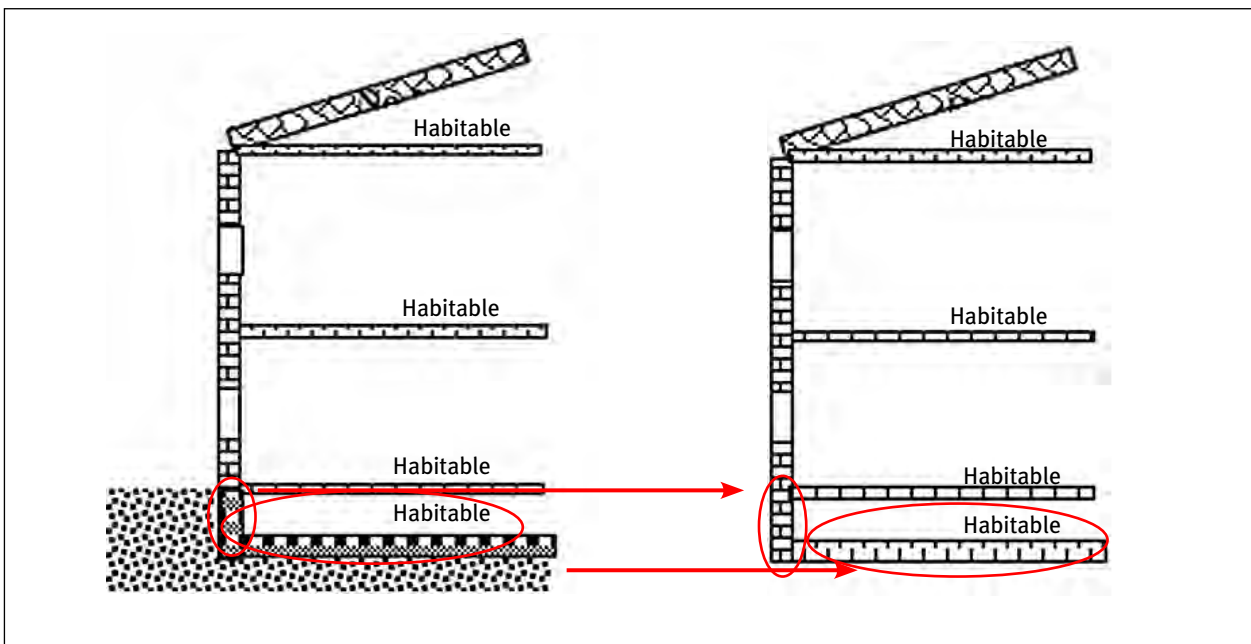
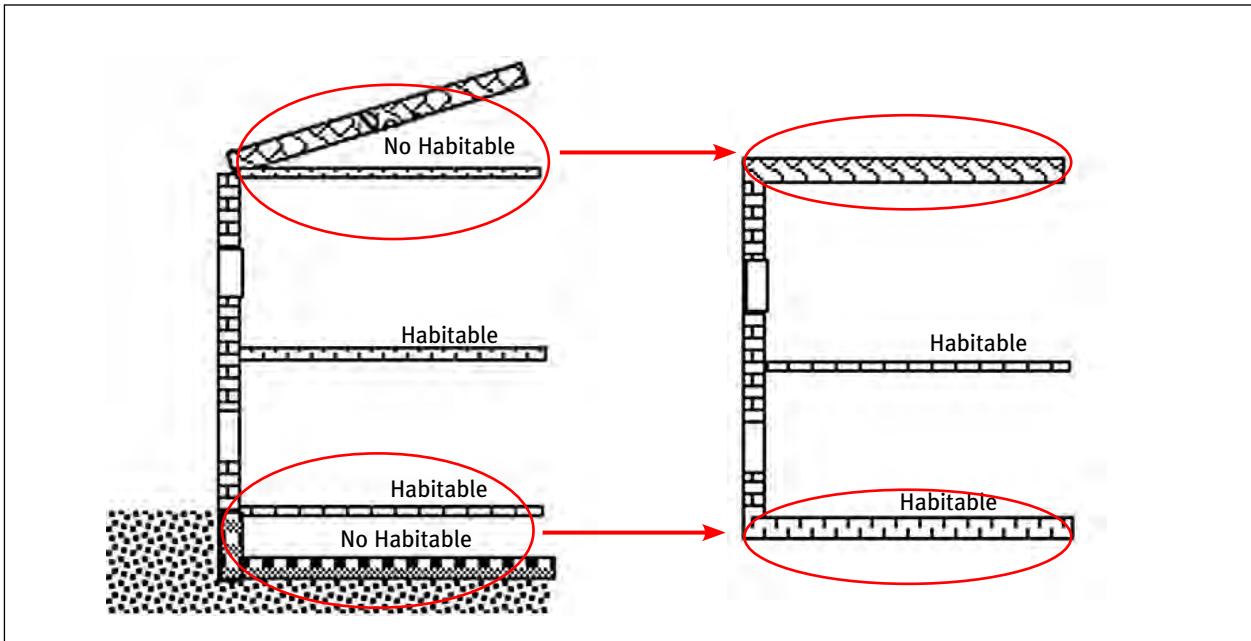


Figura 8.1 Transformación geométrica y constructiva de muros, cubiertas y suelos del edificio de referencia

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Sistemas de iluminación	Potencia instalada	Tal cual en proyecto	Igual a la potencia del edificio objeto multiplicada por el ratio $VEEI_{obj}/VEEI_{ref}$	$VEEI_{ref}$ es el valor límite establecido por el CTE-HE3. Se debe mantener el mismo nivel de iluminación en el edificio objeto y en el de referencia
	Horario de funcionamiento	Definido por usuario	El mismo que en el edificio objeto	
	Control de la iluminación artificial en función de la luz natural	Tal cual en proyecto	No tiene	

Tabla 8.10 Sistemas de iluminación para edificios no residenciales

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Sistemas de ACS	Demanda de ACS	Definida por el usuario	El mismo que en el edificio objeto	Se entiende por demanda a la cantidad, variación horaria y temperatura de uso del agua caliente sanitaria
	Sistema de generación	Tal cual en proyecto	Sistema con rendimiento térmico medio estacional igual a 1	En el caso de existir aporte solar, se considerará como sistema de generación al sistema auxiliar
	Porcentaje de cobertura solar	Tal cual en proyecto	El mínimo establecido por el CTE - HE4	

Tabla 8.11 Sistemas de ACS para edificios no residenciales

Elemento	Concepto	Edificio objeto	Edificio referencia	Comentarios
Sistemas de climatización	Condiciones de operación	Definida por el usuario	El mismo que en el edificio objeto	Se entiende por condiciones de operación al horario de funcionamiento y las temperaturas de consigna para calefacción/refrigeración
	Caudal de aire exterior (ventilación)	Tal cual en proyecto	Los mismos caudales de aire exterior en cada zona que los del edificio objeto	Se debe mantener la misma calidad de aire en el edificio objeto que en el de referencia
	Sistema de calefacción	Tal cual en proyecto	Sistema de generación térmica mediante combustible gasóleo con rendimiento medio estacional de 0.7	El sistema deberá suministrar la demanda de calor más la ventilación, para cada zona
	Sistema de refrigeración	Tal cual en proyecto	Sistema eléctrico con rendimiento medio estacional de 1.7	El sistema deberá suministrar la demanda de frío más la ventilación, para cada zona

Tabla 8.12 Sistemas de Climatización para edificios no residenciales

8.2 COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE CERRAMIENTOS Y HUECOS DEL EDIFICIO DE REFERENCIA

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Fábrica con revestimiento continuo. No ventilada. Aislamiento por el interior					
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/ W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Mortero de cemento	15	1.30	0.012	1900	1000
Ladrillo perforado	115	0.50	0.230	900	1000
Aislante			R _{AT} (**)		
Ladrillo hueco	40	0.40	0.100	920	1000
Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	1100	1000

* Materiales definidos del exterior al interior -

** R_{AT}: Resistencia térmica del aislante, en m²K/W. Su valor se tomará de la siguiente tabla: -

Aislamiento específico del edificio de referencia		
Zona climática	U (W/m ² K)(***)	R _{AT} (m ² K/ W)
A	0.94	0.526
B	0.82	0.682
C	0.73	0.832
D	0.66	0.977
E	0.57	1.216

*** Transmitancia térmica requerida

Tabla 8.13 Composición de muros exteriores

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Plana transitable. No ventilada. Solado fijo					
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1.00	0.015	2000	800
Mortero de cemento	15	1.30	0.012	1900	1000
Aislante			R _{AT} (**)		
Hormigón con áridos ligeros	70	1.15	0.061	1600	1000
Forjado cerámico	250	1.67	0.150	1660	1000

* Materiales definidos del exterior al interior -

** R_{AT}: Resistencia térmica del aislante, en m²K/W. Su valor se tomará de la siguiente tabla: -

Aislamiento específico del edificio de referencia		
Zona climática	U (W/m ² K)(***)	R _{AT} (m ² K/W)
A	0.50	1.593
B	0.45	1.815
C	0.41	2.032
D	0.38	2.224
E	0.35	2.450

*** Transmitancia térmica requerida

Tabla 8.14 Composición de cubiertas

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Plana transitable. No ventilada. Solado fijo					
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/ W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1.0	0.015	2000	800
Mortero de cemento	15	1.3	0.012	1900	1000
Aislante			R _{AT} (**)		
Solera de hormigón armado	200	2.5	0.080	2500	1000

* Materiales definidos de arriba a abajo

** R_{AT}: Resistencia térmica del aislante, en m²K/ W. Su valor se tomará de la siguiente tabla:

Aislamiento específico del edificio de referencia		
Zona climática	U (W/m ² K)(***)	R _{AT} (m ² K/ W)
A	0.53	1.610
B	0.52	1.646
C	0.50	1.723
D	0.49	1.764
E	0.48	1.807

*** Transmitancia térmica requerida

Tabla 8.15 Composición de suelos

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Forjado cerámico sin aislamiento					
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/ W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1.00	0.015	2000	800
Mortero de cemento	20	1.30	0.015	1900	1000
Forjado cerámico	250	1.67	0.150	1660	1000

* Materiales definidos de arriba a abajo

Tabla 8.16 Composición de forjados interiores

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Fábrica con revestimiento continuo. No ventilada. Aislamiento por el interior					
Materiales	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/ W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	1100	1000
Ladrillo hueco	40	0.40	0.100	770	1000
Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	1100	1000

Tabla 8.17 Composición de particiones interiores

Capas comunes del edificio de referencia					
Descripción: Fábrica con revestimiento continuo. No ventilada. Aislamiento por el interior					
Materiales	e (mm)	λ (W/mK)	R (m ² K/ W)	ρ (kg/m ³)	C _p (J/kgK)
Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	1100	1000
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0.44	0.159	930	1000
Aislante			R _{AT} (*)		
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0.44	0.159	930	1000
Enlucido de yeso	15	0.57	0.026	1100	1000

* R_{AT}: Resistencia térmica del aislante, en m²K/ W. Su valor se tomará de la siguiente tabla:

Aislamiento específico del edificio de referencia		
Zona climática	U (W/m ² K)(**)	R _{AT} (m ² K/ W)
A	1.22	0.189
B	1.07	0.304
C	1.00	0.369
D	1.00	0.369
E	1.00	0.369

** Transmitancia térmica requerida

Tabla 8.18 Composición de medianeras

Caso		Zona climática				
		A	B	C	D	E
Encuentros de forjados con fachadas	Frente de forjado	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Forjado de cubierta	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
	Forjado de suelo al exterior	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Encuentros entre cerramientos verticales	Esquina saliente	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	Esquina entrante	-0.10	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
Hueco ventana		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Pilar		0.85	0.85	0.80	0.75	0.70
Unión entre solera en contacto con el terreno y pared exterior		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Tabla 8.19 Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos procedentes de encuentros entre cerramientos, Ψ_{ref} [W/Mk]

U (W/m ² K)(*)	g _⊥
5.7	0.85
5.5	0.85
5.3	0.84
5.1	0.83
4.9	0.83
4.7	0.82
4.5	0.81
4.3	0.80
4.1	0.79
3.9	0.78
3.7	0.77
3.5	0.76
3.3	0.74
3.1	0.73
2.9	0.72
2.7	0.70
2.5	0.68
2.3	0.67
2.1	0.65
1.9	0.63

Tabla 8.20 Factor solar (g_⊥) de los huecos de referencia a partir de la transmitancia térmica requerida

* U: Transmitancia térmica requerida. Para valores intermedios de U puede obtenerse g_⊥ como la media de los valores inmediatamente superior e inferior

9

Procedimiento para la obtención de los indicadores de eficiencia energética

La definición y metodología de obtención de los indicadores de eficiencia energética está contenida en el documento “Escala de Calificación Energética para Edificios de Nueva Construcción”, estableciendo una distinción previa entre los edificios destinados a vivienda y el resto de los edificios.

9.1 INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DESTINADOS A VIVIENDA

Los indicadores serán los siguientes:

- Indicador de eficiencia energética de la demanda de calefacción.
- Indicador de eficiencia energética de la demanda de refrigeración.
- Indicador de eficiencia energética de las emisiones de calefacción.
- Indicador de eficiencia energética de las emisiones de refrigeración.
- Indicador de eficiencia energética de las emisiones para agua caliente sanitaria.
- Indicador de eficiencia energética de las emisiones totales.

9.1.1 Indicador de eficiencia energética de la demanda de calefacción

Es el cociente entre la demanda de calefacción del edificio objeto y la demanda de calefacción de referencia.

Para edificios destinados a vivienda la demanda de calefacción de referencia es la correspondiente al valor medio de los edificios similares de nueva planta que sean conformes con la reglamentación vigente en el año 2006. Dicho valor medio depende de la localidad en la que se encuentre el edificio y es distinto para las viviendas unifamiliares y las viviendas en bloque.

Los valores de las demandas de calefacción de referencia para las localidades que son capitales de provincia aparecen en el Anexo V del presente documento.

Para localidades que no sean capitales de provincia, pero de las que se disponga de registros climáticos contrastados, se podrán obtener las demandas a partir de las correlaciones dadas en el Anexo V.

9.1.2 Indicador de eficiencia energética de la demanda de refrigeración

Es el cociente entre la demanda de refrigeración del edificio objeto y la demanda de refrigeración de referencia.

Para edificios destinados a vivienda, la demanda de refrigeración de referencia es la correspondiente al valor medio de los edificios similares de nueva planta que sean conformes con la reglamentación vigente en el año 2006. Dicho valor medio depende de la localidad en la que se encuentra el edificio y es distinto para las viviendas unifamiliares y las viviendas en bloque.

Los valores de las demandas de refrigeración de referencia para las localidades que son capitales de provincia aparecen en el Anexo V del presente documento.

Para localidades que no sean capitales de provincia, pero de las que se disponga de registros climáticos contrastados, se podrán obtener las demandas a partir de las correlaciones dadas en el Anexo V.

9.1.3 Indicador de eficiencia energética de las emisiones de calefacción

Es el cociente entre las emisiones de CO₂ debidas al servicio de calefacción en el edificio objeto y las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de calefacción.

El paso de la energía final consumida por el edificio objeto a emisiones de CO₂ para el servicio de calefacción se hará a través de los coeficientes de paso indicados en el Anexo VI.

Para edificios destinados a vivienda, las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de calefacción se obtendrán directamente de las tablas del Anexo V, o bien, multiplicando la demanda de calefacción de referencia obtenida en el apartado 9.1.1 por el factor de paso correspondiente del Anexo V.

9.1.4 Indicador de eficiencia energética de las emisiones de refrigeración

Es el cociente entre las emisiones de CO₂ debidas al servicio de refrigeración en el edificio objeto y las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de refrigeración.

El paso de la energía final consumida por el edificio objeto a emisiones de CO₂ para el servicio de refrigeración se hará a través de los coeficientes de paso indicados en el Anexo VI.

Para edificios destinados a vivienda, las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de refrigeración se obtendrán directamente de las tablas del Anexo V, o bien, multiplicando la demanda de refrigeración de referencia obtenida en el apartado 9.1.2 por el factor de paso correspondiente del Anexo V.

9.1.5 Indicador de eficiencia energética de las emisiones para agua caliente sanitaria

Es el cociente entre las emisiones de CO₂ debidas al servicio de agua caliente sanitaria en el edificio objeto y las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de agua caliente sanitaria.

La demanda bruta de referencia de agua caliente sanitaria será la misma que corresponde al edificio objeto. La demanda neta se obtendrá sustrayendo a la demanda bruta la fracción que deba ser cubierta mediante energía solar de acuerdo con lo dispuesto en el CTE-HE4.

La demanda bruta de agua caliente sanitaria puede obtenerse para cada localidad directamente en las tablas del Anexo V.

En todos los casos, las emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de agua caliente sanitaria se obtendrán multiplicando la demanda neta de referencia de agua caliente sanitaria por un factor de paso cuyo valor se podrá obtener de la tabla correspondiente del Anexo V.

9.1.6 Indicador de eficiencia energética de las emisiones totales

Es el cociente entre las emisiones totales de CO₂ debidas a todos los servicios considerados en el edificio objeto y las emisiones totales de CO₂ de referencia para los mismos servicios.

Tanto las emisiones totales de CO₂ del edificio objeto como las del edificio de referencia se obtendrán sumando las emisiones de CO₂ para cada servicio considerado.

9.2 ÍNDICES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DEDICADOS A UN USO DIFERENTE AL DE VIVIENDA

Existirán los índices de eficiencia siguientes:

- -Relativo a la demanda de calefacción.
- -Relativo a la demanda de refrigeración.
- -Relativo a las emisiones conjuntas de los servicios de calefacción y refrigeración.
- -Relativo a las emisiones del servicio de agua caliente sanitaria.
- -Relativo a las emisiones del servicio de iluminación artificial.
- -Relativo a las emisiones totales de los servicios de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación.

El cálculo de estos Índices de Eficiencia Energética se realizará del modo siguiente:

- -Índices de eficiencia energética relativos a las demandas:
Serán obtenidos dividiendo la demanda del servicio correspondiente del edificio objeto por la demanda del mismo servicio en el edificio de referencia.
- -Índices de Eficiencia Energética relativos a las emisiones:
Serán obtenidos dividiendo las emisiones de CO₂ asociadas a un determinado servicio o servicios y correspondientes al edificio objeto por las emisiones de CO₂ asociadas a idéntico(s) servicio(s) del edificio de referencia.

El paso de energía final a emisiones de CO₂ se debe hacer a través de los coeficientes de paso indicados en el Anexo VI.

10

**Procedimiento para la
obtención de las
clases de eficiencia**

10.1 EDIFICIOS DESTINADOS A VIVIENDA

Los límites de la escala se expresan formalmente a través del índice de calificación energética C_1 , según se indica en el 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.

El índice de calificación energética, C_1 , se obtiene a partir del valor del indicador de eficiencia energética (IEE) mediante:

$$C_1 = \frac{(IEE \times R) - 1}{2 \times (R - 1)} + 0.6$$

Los límites de la escala en términos de C_1 resultan:

Clase A	si	$C_1 < 0.15$
Clase B	si	$0.15 \leq C_1 < 0.50$
Clase C	si	$0.50 \leq C_1 < 1.00$
Clase D	si	$1.00 \leq C_1 < 1.75$
Clase E	si	$C_1 > 1.75$

R es el ratio entre el valor del indicador correspondiente al percentil del 50% y el del percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados HE1, HE2, HE3 y HE4 de la sección HE del Código Técnico de la Edificación.

Los valores de R, o dispersión del IEE, a emplear en cada caso son los que se indican en las tablas 10.1 a 10.4.

R para demanda de calefacción		
Zona Climática de Invierno	Viviendas Unifamiliares	Viviendas en Bloque
A	1.7	1.7
B	1.6	1.7
C	1.5	1.7
D	1.5	1.7
E	1.4	1.7

Tabla 10.1a Dispersión del indicador de eficiencia energética para demanda de calefacción en localidades peninsulares y extrapeninsulares

R para demanda de refrigeración		
Zona Climática de Verano	Viviendas Unifamiliares	Viviendas en Bloque
1	-	-
2	1.5	1.6
3	1.4	1.5
4	1.4	1.5

Tabla 10.1b Dispersión del indicador de eficiencia energética para demanda de refrigeración en localidades peninsulares y extrapeninsulares

R para emisiones de calefacción		
Zona Climática de Invierno	Viviendas Unifamiliares	Viviendas en Bloque
A	1.7	1.7
B	1.6	1.6
C	1.5	1.6
D	1.5	1.6
E	1.4	1.5

Tabla 10.2a Dispersión del indicador de eficiencia energética para emisiones de calefacción en localidades peninsulares y extrapeninsulares

R para emisiones de calefacción		
Zona Climática de Invierno	Viviendas Unifamiliares	Viviendas en Bloque
1	-	-
2	1.5	1.6
3	1.4	1.5
4	1.4	1.5

Tabla 10.2b Dispersión del indicador de eficiencia energética para emisiones de refrigeración en localidades peninsulares y extrapeninsulares

R para emisiones asociadas a la producción de agua caliente sanitaria	
Viviendas Unifamiliares	Viviendas en Bloque
1.2	1.2

Tabla 10.3 Dispersión del indicador de eficiencia energética para emisiones de agua caliente sanitaria en localidades peninsulares y extrapeninsulares

R para emisiones totales en Viviendas Unifamiliares					
		Zona Climática de Verano			
		1	2	3	4
Zona Climática de Invierno	A			1.60	1.60
	B			1.60	1.55
	C	1.50	1.50	1.55	1.55
	D	1.45	1.50	1.50	
	E	1.45			

Tabla 10.4 Emisiones totales (localidades peninsulares y extrapeninsulares)

10.2 EDIFICIOS NO DESTINADOS A VIVIENDA

La calificación energética global del edificio se obtendrá a partir del índice de eficiencia global, IEE, de las emisiones de CO₂. De ahí que los límites de la escala se expresen directamente a través del indicador de eficiencia global de las emisiones de CO₂ (IEE), según se indica en el 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.

Los límites de la escala en términos de IEE resultan:

Clase A	si	IEE < 0.40	Clase E	si	1.30 ≤ IEE < 1.60
Clase B	si	0.40 ≤ IEE < 0.65	Clase F	si	1.60 ≤ IEE < 2.00
Clase C	si	0.65 ≤ IEE < 1.00	Clase G	si	2.00 ≤ IEE
Clase D	si	1.00 ≤ IEE < 1.30			



11

**Tests de validación
relativos a los programas
alternativos a LIDER**

11.1 INTRODUCCIÓN

Los tests de validación descritos en este apartado se dividen en los dos grupos siguientes:

- -Validación del motor de cálculo: Esta validación se realiza a través de los conocidos Tests de la Agencia Internacional de la Energía (IEA). Consiste en comparar los resultados del programa alternativo con los rangos de valores dados por los ejemplos de los BesTest de la Agencia Internacional de la Energía (IEA). Estas comparaciones se realizan en las condiciones de cálculo definidas por dichos BesTest.
- -Fidelidad de las condiciones estándar: Consiste en comparar los resultados del programa alternativo con los valores dados por el programa LIDER para los ejemplos de los BesTest de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), con las condiciones de cálculo definidas por el programa LIDER.

11.2 VALIDACIÓN DEL MOTOR DE CÁLCULO

La validación de los motores de cálculo de los programas alternativos se realiza a través de los conocidos Tests de la Agencia Internacional de la Energía, pertenecientes a un trabajo sobre tests para simulación en energética de edificios, BESTEST (Building Energy Simulation Test), realizado por el grupo de expertos en la mejora y evaluación de modelos de la Agencia Internacional de la Energía, IEA. Dentro del marco de este trabajo se desarrolló todo un método para el análisis sistemático de los modelos de simulación de edificios, tanto para diagnóstico de posibles errores existentes en los códigos como para la validación de nuevos desarrollos, tal y como es el caso que ahora nos ocupa.

Los programas que participaron en BESTEST son las más famosas y utilizadas herramientas informáticas capaces de acometer la simulación térmica de edificios. En la tabla 11.1 se enumeran dichos programas de referencia. La primera columna muestra el nombre del programa y el número de versión utilizada. Las siglas escritas entre paréntesis representan los diferentes nombres y abreviaturas usadas de aquí en adelante en las diferentes tablas y figuras de este capítulo.

Los datos obtenidos como resultado de la realización de los BESTEST a estas herramientas son los que se emplearán como comparativos a la hora de evaluar los programas alternativos.

Software	Organización autora del programa informático	Test implementado por
BLAST-3.0 level 193 v.1 (BLAST)	CERL (Civil Engineering Research Laboratory), Estados Unidos (EE.UU.)	NREL (National Renewable Energy Laboratory), EE.UU.
DOE2.1D 14 (DOE2)	LANL/LBL (Los Alamos National Laboratory/ Lawrence Berkeley Laboratory), EE.UU.	NREL, EE.UU.
ESP-RV8 (ESP)	Universidad de Strathclyde, Reino Unido (R.U.)	Universidad De Monfort, R.U.
SERIRES/SUNCODE 5.7 (SRES/SUN)	NREL/Ecotope, EE.UU.	NREL, EE.UU.
SERIRES 1.2 (SERIRES)	NREL, EE.UU. / BRE (Building Research Establishment), R.U.	BRE, R.U.
S3PAS	Universidad de Sevilla, España	Universidad de Sevilla, España
TASE	Universidad de Tampere, Finlandia	Universidad de Tampere, Finlandia
TRNSYS 13.1 (TRNSYS)	Universidad de Wisconsin, EE.UU.	BRE, R.U. Vrije Universiteit, Bruselas, Bélgica

Tabla 11.1 Programas informáticos de referencia

11.2.1 Datos de entrada para las simulaciones

Dentro de los BESTEST de la IEA se recoge un amplio abanico de casos (edificios teóricos definidos exhaustivamente). Algunos de ellos están orientados al diagnóstico de posibles errores y otros, más realistas, recogen un propósito de validación.

Se han descrito dentro de este apartado un total de 13 casos diferentes para comprobar diferentes aspectos dentro de la simulación. Los casos se dividen básicamente en dos grupos: la serie 600, que recoge casos con baja inercia térmica (paredes, suelos y techos con poca masa), y la serie 900, constituida por casos de alta inercia térmica.

A continuación se describen las características comunes y específicas de las simulaciones de cada uno de los casos.

i. Solicitaciones exteriores

Todas las simulaciones se realizan utilizando los valores meteorológicos horarios proporcionados por la IEA, correspondientes a una localidad con inviernos fríos y despejados y veranos secos y calurosos. Los valores horarios vienen expresados en hora solar; de tal forma que, por ejemplo, se supone que los valores que corresponden a la hora 15 representan a los del intervalo comprendido entre las 14:00 y las 15:00.

La tabla 11.2 contiene las características principales de la localidad simulada.

Tipo de meteorología	Inviernos fríos, despejados/Veranos secos, calurosos
Formato meteorológico	TMY
Latitud	39.8° Norte
Longitud	104.9° Oeste
Altitud	1609 m
Zona horaria	7
Reflectividad del suelo	0.2
Localización	Horizonte plano y sin obstaculización
Velocidad de viento (media anual)	4.02 m/s
Temperatura del terreno	10°C
Temperatura seca ambiente (media anual)	9.71°C
Máxima temperatura seca ambiente	35.00°C
Mínima temperatura seca ambiente	-24.39°C
Máxima velocidad de viento	14.89 m/s
Grados-día de calefacción (base 18.3°C)	3636.2°C-día
Grados-día de refrigeración (base 18.3°C)	487.1°C-día
Temperatura de rocío (media anual)	-1.44°C
Humedad absoluta (media anual)	0.0047 kg de agua/kg aire seco
Radiación global solar horizontal (total anual)	1832.82 kWh/m ² año
Radiación directa solar horizontal (total anual)	1339.48 kWh/m ² año
Radiación difusa solar horizontal (total anual)	492.34 kWh/m ² año

Tabla 11.2 Resumen de la meteorología y la localización

ii. Condiciones de contorno en las superficies exteriores del edificio

Los datos proporcionados por el informe de la IEA se refieren a los coeficientes de transferencia convectivo-radiante de las superficies externas: debe usarse como dato de entrada el coeficiente de transferencia convectivo (coeficiente de película), mientras que para el intercambio radiante de larga longitud de onda el coeficiente de transferencia puede ser fijado o calculado.

Coeficiente convectivo-radiante	Coeficiente convectivo	Coeficiente radiante
29.3 W/m ² K	24.67 W/m ² K	4.63 W/m ² K ⁽¹⁾

(1) En caso de que el programa alternativo no calcule el coeficiente radiante debe utilizarse este dato. Se ha considerado una temperatura media exterior de 10 °C

Tabla 11.3 Coeficientes de transferencia en superficies internas y externas

La reflectividad de las superficies adyacentes al edificio es igual a 0.2.

Para todos los elementos opacos (muros, cubiertas y suelos) la absorptividad de corta longitud de onda es igual a 0.6 y la emisividad de larga longitud de onda es igual a 0.9.

iii. Caracterización de solicitaciones interiores. Calor generado internamente

Se supone la existencia de una cierta cantidad de calor generada internamente en el edificio procedente de equipos, luces, ocupación, etc. Este calor generado es todo él sensible (no existe carga latente) y puede suponerse constante durante todo el año e igual a 200 W. Las fracciones en las que se reparte esta carga sensible son:

- Fracción convectiva: 40% (1.6667 W/m²)
- Fracción radiante: 60% (3 W/m²)

iv. Condiciones de contorno en las superficies interiores del edificio

Los datos proporcionados por el informe de la IEA se refieren a los coeficientes de transferencia convectivo-radiante de las superficies internas: debe usarse como dato de entrada el coeficiente de transferencia convectivo (coeficiente de película), mientras que para el intercambio radiante de larga longitud de onda el coeficiente de transferencia puede ser fijado o calculado.

Coeficiente convectivo-radiante	Coeficiente convectivo	Coeficiente radiante
8.29 W/m ² K	5.13 W/m ² K	3.16 W/m ² K ⁽¹⁾

(1) En el caso de que el programa alternativo no calcule el coeficiente radiante debe utilizarse este dato. Se ha considerado una temperatura media exterior de 20 °C

Tabla 11.4 Coeficientes de transferencia en superficies internas y externas

Para todos los elementos opacos (muros, cubiertas y suelos) la absorptividad de corta longitud de onda es igual a 0.6 y la emisividad de larga longitud de onda es igual a 0.9.

v. Infiltraciones

La localidad simulada se encuentra a una altitud de 1609 m sobre el nivel del mar, con lo que la densidad del aire es aproximadamente un 80% de la existente al nivel del mar. De ahí que el programa deba corregir considerablemente las masas de aire infiltradas, pues

de no ser así los resultados diferirían mucho de los reales debido al gran peso que la infiltración tiene en la simulación energética del edificio.

La densidad a 1609 m sobre el nivel del mar es de 0.99 kg/m^3 .

Los valores de infiltración se consideran constantes durante todo el año para todos los casos e iguales a 0.5 ren/h (renovaciones de aire por hora).

11.2.2 Definición geométrica de los casos (edificios)

Como ya se ha comentado, existen dos series de casos para simular: la serie 600 (con baja inercia) y la serie 900 (con alta inercia). Así, todos los edificios de la serie 600 utilizarán los componentes (muros, cubiertas y suelos) especificados en la tabla 11.5 y los de la serie 900 los de la tabla 11.6.

Los casos 600 y 900 responden a las características geométricas que pueden observarse en la figura 11.1. Pueden describirse como edificios con una sola zona, con dos superficies vidriadas en su fachada Sur de 6 m^2 de área cada una de ellas.

Los casos 610 y 910 tienen una forma geométrica igual a la de los casos 600 y 900 (ver figura 11.1); la única diferencia con ellos es que poseen un voladizo a todo lo largo de la fachada Sur que cubre los dos vidrios existentes en esta fachada. Las dimensiones del voladizo pueden observarse en la figura 11.2.

Los casos 620 y 920 son casos también con una sola zona, pero, en los mismos, los vidrios, de 6 m^2 cada uno, se encuentran dispuestos en las orientaciones Este y Oeste, respectivamente. Basados en los casos 620 y 920 se construyen los casos 630 y 930 que son, respectivamente, iguales salvo en que los casos acabados en 30 tienen unos dispositivos de sombra en los vidrios Este y Oeste (ver figura 11.3 y figura 11.4).

Finalmente, el caso 960 cuenta con una zona de invernadero además de una zona interna, como se muestra en la figura 11.5.

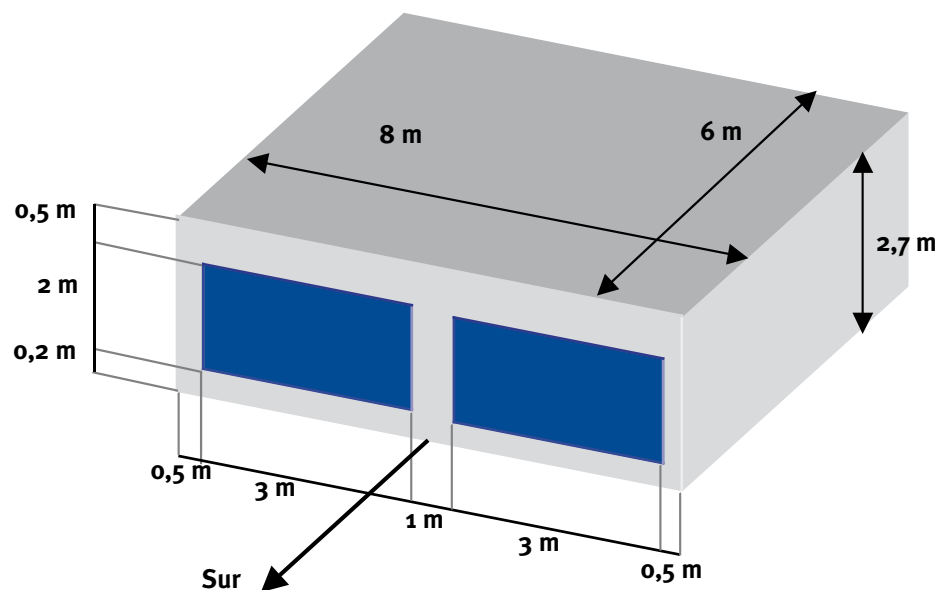


Figura 11.1 Esquema de los casos 600 y 900

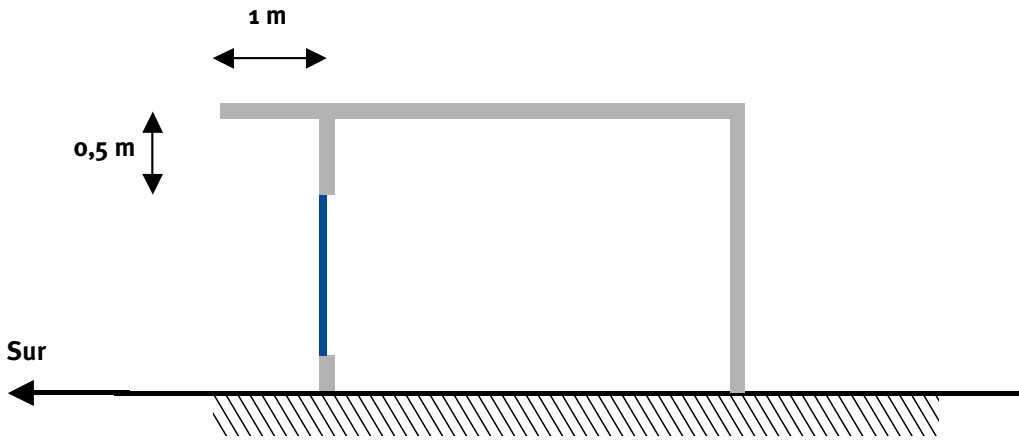


Figura 11.2 Sección del voladizo de los casos 610 y 910 -

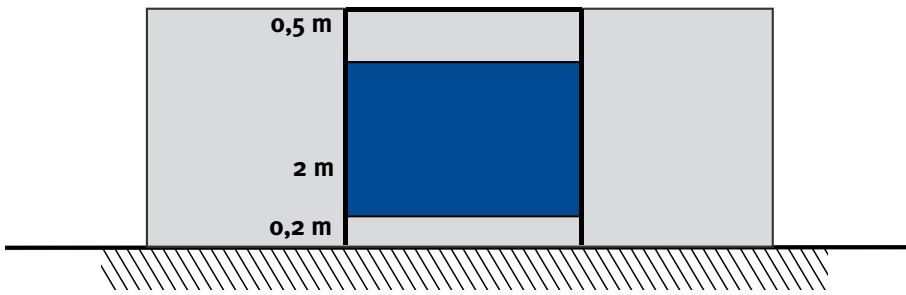


Figura 11.3 Vista Este y Oeste de los casos 630 y 930 -

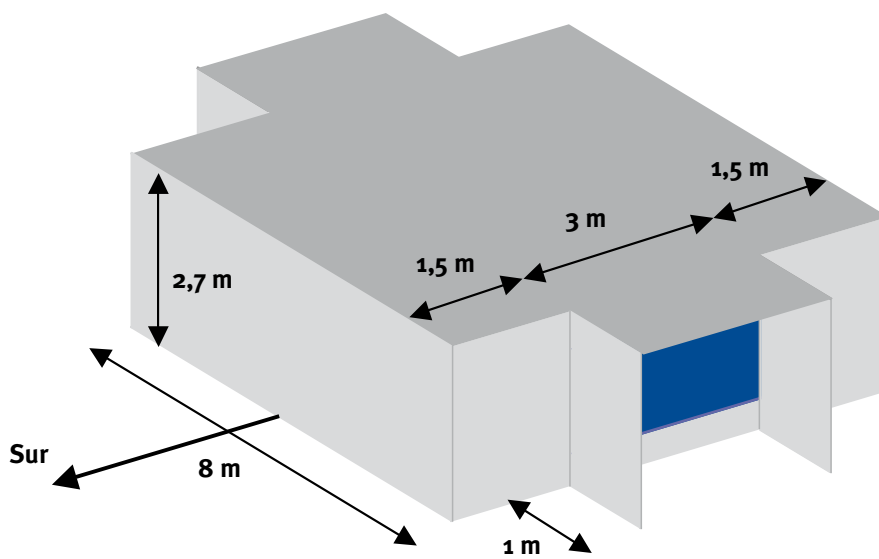


Figura 11.4 Esquema de los casos 630 y 930 -

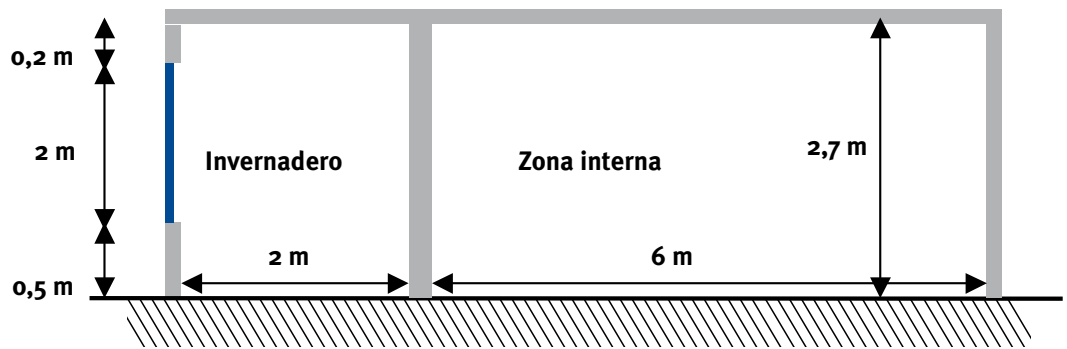


Figura 11.4 Esquema de los casos 630 y 930

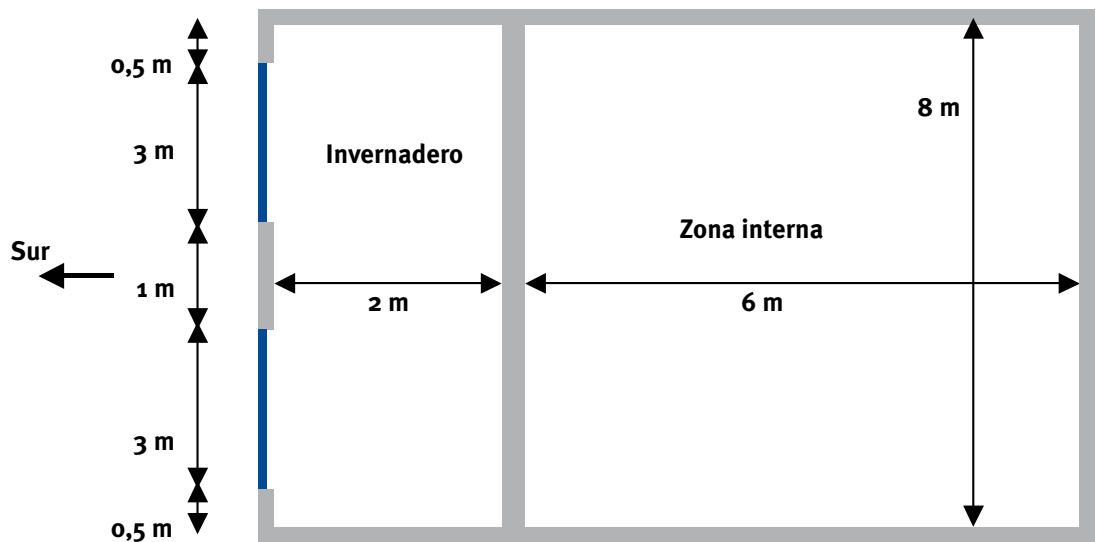


Figura 11.5 Secciones de planta y alzado del caso 960

11.2.3 Definición constructiva

i. Muros, cubiertas y suelos

Como ya se comentó anteriormente, existen dos series de edificios. Los de la serie 600, con elementos de baja inercia térmica, y los de la serie 900, con elementos de alta inercia térmica. Las tablas 11.5 y 11.6 muestran las propiedades térmicas de los muros, cubiertas y suelos que componen los edificios de la serie 600 y 900, respectivamente.

Tests de validación relativos a los programas alternativos a LIDER

MURO EXTERIOR. Serie de baja inercia, 600 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Acabado de madera	0.140	0.009	15.556	0.064	530.00	900.00
Manta de fibra de vidrio	0.040	0.066	0.606	1.650	12.00	840.00
Enlucido	0.160	0.012	13.333	0.075	950.00	840.00
Total aire-aire			0.514	1.944		
Total sup:sup.			0.559	1.789		

SUELO. Serie de baja inercia, 600 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Aislamiento	0.040	1.003	0.040	25.075		
Solería de madera	0.140	0.025	5.600	0.179	650.00	1200.00
Total aire-aire			0.039	25.374		
Total sup:sup.			0.040	25.254		

TECHO. Serie de baja inercia, 600 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Lecho de rocas	0.140	0.0190	7.368	0.136	530.00	900.00
Manta de fibra de vidrio	0.040	0.1118	0.358	2.794	12.00	840.00
Enlucido	0.160	0.0100	16.000	0.063	950.00	840.00
Total aire-aire			0.318	3.147		
Total sup:sup.			0.334	2.992		

Tabla 11.5 Propiedades térmicas de los materiales de la serie de baja inercia, 600

MURO EXTERIOR. Serie de alta inercia, 900 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Acabado de madera	0.140	0.0090	15.556	0.064	530.00	900.00
Espuma aislante	0.040	0.0615	0.651	1.537	10.00	1400.00
Bloque de hormigón	0.510	0.1000	5.100	0.196	1400.00	1000.00
Total aire-aire			0.512	1.952		
Total sup:sup.			0.556	1.797		

SUELO. Serie de alta inercia, 900 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Aislamiento	0.040	1.007	0.040	25.175		
Solería de hormigón	1.130	0.080	14.125	0.071	1400.00	1000.00
Total aire-aire			0.039	25.366		
Total sup:sup.			0.040	25.246		

Tabla 11.6 Propiedades térmicas de los materiales de la serie de alta inercia, 900

(Continuación)

TECHO. Serie de alta inercia, 900 (de fuera a dentro)						
Descripción	k (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Lecho de rocas	0.140	0.0190	7.368	0.136	530.00	900.00
Manta de fibra de vidrio	0.040	0.1118	0.358	2.794	12.00	840.00
Enlucido	0.160	0.0100	16.000	0.063	950.00	840.00
Total aire-aire			0.318	3.147		
Total sup:sup.			0.334	2.992		

Tabla 11.6 (Continuación) Propiedades térmicas de los materiales de la serie de alta inercia, 900

El edificio 960 (véase figura 11.5) consta de una zona sur o invernadero y de una zona norte o interna. La zona interna es análoga al caso 600 a excepción de la fachada Sur, que para el caso 960 pasa a ser un muro intermedio con las características indicadas en la tabla 11.7.

K (W/mK)	Espesor (m)	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)	Densidad (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	Absortividad Solar
0.510	0.20	2.55	0.392	1400	1000	$\alpha = 0.6$

Tabla 11.7 Propiedades térmicas y físicas del muro intermedio en el caso 960

ii. Ventanas

El vidrio que constituye las ventanas existentes en todos los casos, tanto los de baja inercia como los de alta inercia, es un acristalamiento doble. El programa debe generar los valores de transmisividad y absortividad frente a la radiación solar en función del ángulo de incidencia.

La tabla 11.8 muestra los valores de las principales propiedades físicas del vidrio utilizado para todos los casos.

Propiedad	Valor
Número de paneles vidriados	2
Espesor de cada panel	1/8" = 3.175 mm
Espesor de la cámara de aire intermedia	13 mm
Transmisividad solar normal de cada panel	0.86156
Absortividad solar normal de cada panel	0.095078
U del vidrio aire-aire	3.0 W/m ² K
Emisividad de larga longitud de onda	0.9

Tabla 11.8 Propiedades del vidrio

La radiación solar directa que atraviesa los acristalamientos de cada uno de los edificios, se supone que incide en primer lugar sobre el suelo del local, pasando posteriormente a redistribuirse sobre cada una de las superficies de la zona en función de las reflectividades de corta longitud de onda de cada una de las superficies y de los factores de forma.

11.2.4 Definición operacional

Todos los casos descritos hasta el momento (600 a 630 y 900 a 930, junto con el 960) utilizan un sistema de acondicionamiento del tipo 20, 27 o con banda muerta, detallado a continuación. Los casos 640 y 940 son exactamente iguales a los casos 600 y 900, respectivamente, reflejando solamente un cambio en el sistema de acondicionamiento que para los casos 640 y 940 es el llamado sistema día/noche, que se describe más adelante, en el apartado i de esta misma sección. Igualmente, los casos 650 y 950 incluyen el sistema de acondicionamiento con la estrategia de control llamada “ventilación”, que también se describe en este apartado i.

Los casos 600FF, 900FF, 650FF y 950FF contienen las mismas características que los casos 600, 900, 650 y 950. Con la salvedad de que los acabados en FF no disponen de sistema de acondicionamiento; es decir, su simulación se realiza con evolución libre de temperaturas en el interior de las zonas.

La zona sur o invernadero recoge las siguientes características para su simulación:

- -Los materiales que constituyen sus muros exteriores, suelo y cubierta son del tipo de alta inercia (serie 900).
- -El vidrio de la cara Sur es el vidrio descrito en el apartado 11.2.3.
- -Las infiltraciones en esta zona son de 0.5 ren/h.
- -Las cargas internas en el invernadero son iguales a cero.
- -No dispone de sistema de acondicionamiento (la zona interna tiene el sistema 20,27).

La siguiente tabla resume todos los casos a comparar y las características principales de cada uno de ellos.

Caso	Nº zonas	Sistema acondic.	Tipo de Inercia	Orientac. vidrios	Disposit. Sombra	Comentario
600	1	20, 27	Baja	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
610	1	20, 27	Baja	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
620	1	20, 27	Baja	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
630	1	20, 27	Baja	Este-Oeste	1 m ⁽³⁾	Test de sombreado Este, Oeste
640	1	Día/Noche	Baja	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
650	1	Ventilación	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
600FF	1	Evol. Libre	Baja	Sur	No	Igual al 600, pero sin sistema
650FF	1	Evol. Libre	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
900	1	20, 27	Alta	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
910	1	20, 27	Alta	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
920	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
930	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	1 m	Test de sombreado Este, Oeste
940	1	Día/Noche	Alta	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
950	1	Ventilación	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
900FF	1	Evol. Libre	Alta	Sur	No	Igual al 600 pero sin sistema

⁽³⁾ Voladizos y salientes laterales

Tabla 11.9 Resumen de casos a comparar

(Continuación)

Caso	Nº zonas	Sistema acondic.	Tipo de Inercia	Orientac. vidrios	Disposit. Sombra	Comentario
950FF	1	Evol. Libre	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
960	2	20, 27	Baja y Alta	Sur	No	Test de edificio multizona

Tabla 11.9 (Continuación) Resumen de casos a comparar

i. Sistemas de acondicionamiento

De entre todos los casos simulados, algunos suponen evolución libre de temperatura en el interior de los locales (*free-floating*) y otros poseen diversos sistemas de acondicionamiento térmico, que pasamos a describir a continuación.

Los sistemas de acondicionamiento se suponen con las siguientes condiciones:

- Sistema 100% convectivo en aire.
- El termostato detecta la temperatura de bulbo seco del aire.
- Termostato no proporcional.
- No existen cargas latentes, ni son combatidas.

Se han simulado tres estrategias de control diferentes para la simulación de los sistemas de acondicionamiento:

- **-20, 27 o con banda muerta:** -
Si $T < 20^{\circ}\text{C}$ – Calefacción para mantener 20°C en la zona. -
Si $T > 27^{\circ}\text{C}$ – Refrigeración para mantener 27°C en la zona. -
- **-Día/Noche:**
De 23:00h a 7:00h, si $T < 10^{\circ}\text{C}$ – Calefacción para mantener 10°C en la zona.
De 7:00h a 23:00h, si $T < 20^{\circ}\text{C}$ – Calefacción para mantener 20°C en la zona.
Todas las horas, si $T > 27^{\circ}\text{C}$ – Refrigeración para mantener 27°C en la zona.
- **-Ventilación:**
De 18:00h a 7:00h – Ventilación encendida.
De 7:00h a 18:00h – Ventilación apagada.
No existe sistema de calefacción.
De 7:00h a 18:00h, si $T > 27^{\circ}\text{C}$ – Refrigeración para mantener 27°C en la zona.
De 18:00h a 7:00h – Sistema de refrigeración apagado.

El sistema de ventilación de la última estrategia de acondicionamiento descrita tiene una capacidad de 1703.16 standard m^3/h (además de las 0.5 ren/h debidas a la infiltración). Luego, cuando funciona la ventilación, el número de renovaciones por hora de aire exterior se aumentan a 11.14 . Este sistema de ventilación se supone que no añade ningún calor por pérdidas mecánicas y eléctricas al aire de la zona.

11.2.5 Resumen de valores por defecto

A continuación se recogen todos los valores por defecto incluidos en el apartado de hipótesis comunes:

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Coeficiente de película exterior	Transferencia de calor por convección con el aire exterior	$h_e = 24.67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Reflectividad de las superficies adyacentes al edificio	Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes al edificio	$\rho = 0.2$
Emisividad de las superficies exteriores de los cerramientos	Intercambio radiante de onda larga entre las superficies exteriores del edificio y su entorno	$\varepsilon = 0.9$

Tabla 11.10 Condiciones de contorno en las superficies exteriores del edificio

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Calor generado internamente	Solicitaciones interiores	200 W

Tabla 11.11 Caracterización de solicitaciones interiores

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Coeficiente de película interior	Transferencia de calor por convección con el aire interior	$h_i = 5.13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Radiación solar absorbida en las superficies interiores	Radiación solar que penetra por las superficies semitransparentes del edificio, incide sobre las superficies interiores del edificio y experimenta una redistribución debida a las reflexiones múltiples En caso de que el programa no calcule la radiación solar absorbida en las superficies interiores, se tomarán los valores por defecto indicados, donde sí se incluye la fracción solar que es rechazada al exterior	Suelo: 64% Techo: 17% Resto: repartido entre las paredes verticales, en función del caso Fracción solar rechazada: 3.5%
Absortividad de las superficies opacas interiores	En caso de que el programa sí calcule la radiación solar absorbida en las superficies interiores, la absortividad de las superficies opacas interiores será la indicada como valor por defecto	$\alpha_i = 0.6$
Emisividad de las superficies interiores de los cerramientos	Intercambio radiante de onda larga entre las superficies interiores de cada zona del edificio	$\varepsilon = 0.9$
Fracción de larga de las fuentes internas	Radiación absorbida procedente de las fuentes internas	0.60

Tabla 11.12 Condiciones de contorno en las superficies interiores del edificio

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Materiales utilizados	Transmisión a través de cerramientos opacos	Véase apartado 11.2.3

Tabla 11.13 Transmisión a través de cerramientos opacos

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Propiedades	Transmisión a través de cerramientos semitransparentes	Véase apartado 11.2.3

Tabla 11.14 Transmisión en cerramientos semitransparentes

Concepto	Mecanismo/Descripción	Valor por defecto
Temperaturas de consigna especificadas para cada tipo de espacio	Balance en zonas acondicionadas	Véase apartado 11.2.4
Fración convectiva de las fuentes internas	Calor liberado por las fuentes internas y cedido directamente al aire de las zonas	0.40
Los valores de infiltración se consideran constantes durante todo el año para todos los casos, excepto para el caso de test de sistema con ventilación (es decir, 650, 650FF, 950 y 950FF)	Cálculo de la infiltración	0.5 ren/h
Densidad del aire	Para el cálculo de la infiltración y la ventilación se tendrá la variación de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar de la localidad. En caso de no poder modificarse con la temperatura se tomará la densidad constante dada por defecto	0.99 kg/m ³

Tabla 11.15 Balance en zonas acondicionadas

11.2.6 Resultados de las simulaciones

Los resultados finales obtenidos de las simulaciones del programa alternativo deben ser comparados con los datos que proporciona la IEA para los diferentes programas de referencia anteriormente mencionados.

Los resultados pueden agruparse en dos tipos diferentes:

- Resultados anuales:
 - Demanda anual de calefacción.
 - Demanda anual de refrigeración.
 - Temperatura máxima anual para los casos de evolución libre.
 - Temperatura mínima anual para los casos de evolución libre.
 - Temperatura media anual para los casos de evolución libre.
 - Curva de frecuencia en temperaturas anual para los casos de evolución libre.
- Resultados horarios:
 - Evolución de temperatura para un día frío y despejado (casos 600FF y 900FF).
 - Evolución de temperatura para un día caluroso y despejado (casos 600FF y 900FF).
 - Evolución de cargas para un día frío y despejado (casos 600 y 900).

El solicitante de la acreditación presentará los resultados de los casos en las siguientes tablas:

Caso	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)
600		
610		
620		
630		
640		
650		
900		
910		
920		
930		
940		
950		

Tabla 11.16 Resultados en demandas de las simulaciones de los casos de la IEA

Caso	Temperatura máxima anual	Temperatura mínima anual	Temperatura media anual
600FF			
650FF			
900FF			
950FF			
960			

Tabla 11.17 Resultados en temperaturas de las simulaciones de los casos de la IEA

Caso	Concepto	Parámetros a proporcionar	
900FF	Frecuencia anual de temperaturas	Media	Desviación típica
600FF	Evolución de temperaturas 4 de enero	Media	Diferencia máxima de temperaturas
650FF	Evolución de temperaturas 27 de julio	Media	Diferencia máxima de temperaturas
900FF	Evolución de temperaturas 4 de enero	Media	Diferencia máxima de temperaturas
950FF	Evolución de temperaturas 27 de julio	Media	Diferencia máxima de temperaturas

Tabla 11.18 Otros resultados de las simulaciones de los casos de la IEA

Se añadirán a las tablas anteriores, en formato electrónico, los archivos de datos y las instrucciones que permitan la repetición de cualquiera de los casos anteriores, utilizando la versión comercial del programa.

11.2.7 Criterio de aceptación de programas alternativos

Los resultados anteriores se compararán con las bandas proporcionadas por la IEA para cada caso y cada tipo de comparación.

Para que un programa alternativo sea aceptado, sus resultados en todas las comparaciones anteriores tendrán que encontrarse dentro de dichas bandas.

11.3 FIDELIDAD A LAS CONDICIONES ESTÁNDAR

Consiste en comparar los resultados del programa alternativo con los valores dados por el programa LIDER para los ejemplos de los BESTEST de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) con las condiciones de cálculo definidas por el programa LIDER.

La fidelidad a las condiciones estándar se ha dividido en tres grupos de comparaciones:

- *-Efecto del clima:* En vez de usarse el fichero climático dado por el BESTEST, se utilizan los correspondientes a Sevilla, Madrid y Burgos.
- *-Efecto de la construcción:* Además de la modificación anterior, se usan las construcciones para muros, cubiertas, suelos y ventanas dadas por el Código Técnico de la Edificación para el edificio de referencia.
- *-Efecto de las condiciones operacionales:* Además de las modificaciones anteriores, se utilizan las condiciones operacionales dadas por el Código Técnico de la Edificación para baja carga interna y alta carga interna.

11.3.1 Definición de casos

Las siguientes tablas resumen todos los casos a comparar y las características principales de cada uno de ellos.

Caso	Descripción geométrica	Clima	Descripción constructiva	Condiciones operacionales
600S	Igual al caso 600	Sevilla	Igual al caso 600	Igual al caso 600
600M	Igual al caso 600	Madrid	Igual al caso 600	Igual al caso 600
600B	Igual al caso 600	Burgos	Igual al caso 600	Igual al caso 600
900S	Igual al caso 900	Sevilla	Igual al caso 900	Igual al caso 900
900M	Igual al caso 900	Madrid	Igual al caso 900	Igual al caso 900
900B	Igual al caso 900	Burgos	Igual al caso 900	Igual al caso 900

Tabla 11.19 Resumen de casos a comparar. Efecto del clima

Caso	Descripción geométrica	Clima	Descripción constructiva	Condiciones operacionales
600SC	Igual al caso 600	Sevilla	Edificio de referencia	Igual al caso 600
600MC	Igual al caso 600	Madrid	Edificio de referencia	Igual al caso 600
600BC	Igual al caso 600	Burgos	Edificio de referencia	Igual al caso 600
900SC	Igual al caso 900	Sevilla	Edificio de referencia	Igual al caso 900
900MC	Igual al caso 900	Madrid	Edificio de referencia	Igual al caso 900
900BC	Igual al caso 900	Burgos	Edificio de referencia	Igual al caso 900

Tabla 11.20 Resumen de casos a comparar. Efecto de la construcción

Caso	Descripción geométrica	Clima	Descripción constructiva	Condiciones operacionales
600SCR	Igual al caso 600	Sevilla	Edificio de referencia	Residencial del CTE
600MCR	Igual al caso 600	Madrid	Edificio de referencia	Residencial del CTE
600BCR	Igual al caso 600	Burgos	Edificio de referencia	Residencial del CTE
900SCR	Igual al caso 900	Sevilla	Edificio de referencia	Residencial del CTE
900MCR	Igual al caso 900	Madrid	Edificio de referencia	Residencial del CTE
900BCR	Igual al caso 900	Burgos	Edificio de referencia	Residencial del CTE
600SCT	Igual al caso 600	Sevilla	Edificio de referencia	No residencial del CTE
600MCT	Igual al caso 600	Madrid	Edificio de referencia	No residencial del CTE
600BCT	Igual al caso 600	Burgos	Edificio de referencia	No residencial del CTE
900SCT	Igual al caso 900	Sevilla	Edificio de referencia	No residencial del CTE
900MCT	Igual al caso 900	Madrid	Edificio de referencia	No residencial del CTE
900BCT	Igual al caso 900	Burgos	Edificio de referencia	No residencial del CTE

Tabla 11.21 Resumen de casos a comparar. Efecto de las condiciones operacionales

11.3.2 Resultados

El solicitante de la acreditación presentará los resultados de los casos en la siguiente tabla:

Caso	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)
600S		
600M		
600B		
900S		
900M		
900B		
600SC		
600MC		
600BC		
900SC		
900MC		
900BC		
600SCR		
600MCR		
600BCR		
900SCR		
900MCR		
900BCR		
600SCT		
600MCT		
600BCT		
900SCT		
900MCT		
900BCT		

Tabla 11.22 Resultados en demandas de las simulaciones de fidelidad a las condiciones estándar

Se añadirá a la tabla anterior, en formato electrónico, los archivos de datos y las instrucciones que permitan la repetición de cualquiera de los casos anteriores, utilizando la versión comercial del programa.

11.3.3 Criterio de aceptación de programas alternativos

Los resultados anteriores se compararán con los proporcionados por el programa LIDER para cada caso.

Para que un programa alternativo sea aceptado, sus resultados en todas las comparaciones anteriores tendrán que encontrarse dentro de una banda de ancho de un $\pm 15\%$ del resultado dado por el programa LIDER.

12

**Tests de calibración
para programas
alternativos a LIDER**

12.1 INTRODUCCIÓN

Una vez superadas las pruebas de validación y fidelidad a las condiciones de operación estándar, se cuenta con una herramienta válida para el proceso de verificación de la normativa del CTE en lo relacionado con su documento básico HE1.

Para el propósito de utilizar esta misma herramienta como motor de cálculo de la demanda energética en el proceso de simulación que lleva a la calificación energética de los edificios de viviendas, se necesita una calibración del programa, para el cálculo de los indicadores de las demandas de calefacción y refrigeración. Por supuesto, aquellos programas que no deseen emplearse como motor de cálculo para esta calificación no deberán realizar esta calibración.

En efecto, la escala de certificación de viviendas se ha realizado con el método oficial de cálculo, cuyos resultados no tienen porqué coincidir exactamente con los del programa alternativo en evaluación. Para el uso adecuado de la escala oficial, determinada con el método oficial de cálculo, se necesita un factor de corrección de la forma:

$$\text{Valor oficial} = \text{factor calibración} \times \text{valor alternativo}$$

El factor alternativo de calibración se determina como cociente entre la demanda calculada por el método oficial y la obtenida por el método alternativo, para un número significativo de casos que cubran suficientemente las características de los edificios de vivienda españoles.

La calificación necesitará el cálculo posterior del consumo del edificio y el consiguiente cálculo del rendimiento medio estacional, por simulación. Dicho rendimiento medio estacional será fundamentalmente función del rendimiento nominal y de las curvas horarias de demanda.

Por tanto, la calibración de la demanda es un paso imprescindible en el proceso de calificación.

12.2 DEFINICIÓN DE EDIFICIOS

Los edificios seleccionados son seis: tres edificios unifamiliares y tres edificios multifamiliares (bloques de viviendas). La geometría de los edificios se suministra en los siguientes apartados. Las características constructivas de los mismos son las correspondientes al edificio de referencia de la sección HE1 del Código Técnico de la Edificación en las localidades de cálculo.

Los códigos para los casos son los siguientes:

- CAL_UNI_001
- CAL_UNI_002
- CAL_UNI_003
- CAL_MUL_001
- CAL_MUL_002
- CAL_MUL_003

Las localidades seleccionadas son Burgos, Madrid y Sevilla, cuyos códigos son los siguientes:

- BUR
- MAD
- SEV

El número de casos a pasar es pues de 18, cuyos nombres se obtendrán por concatenación del código del edificio y de la localidad, separados por un “_”; por ejemplo:

CAL_UNI_001_BUR, es el caso de calibración con el edificio de vivienda unifamiliar número 1 en Burgos.

Los esquemas que se muestran a continuación, para facilitar su incorporación a los programas alternativos, pueden descargarse, en formato DXF, del Kit de programas alternativos.

12.2.1 Datos geométricos del edificio CAL_UNI_001

Se trata de una vivienda adosada en las orientaciones este y oeste; con orientaciones libres norte y sur. Consta de una planta sótano (de 2.40 m de altura), una planta baja (de 2.55 m de altura) y una planta primera (también de 2.55 m de altura). La primera planta tiene una cubierta a dos aguas con la cumbre situada a una altura de 1.65 m por encima de la altura de la planta primera.

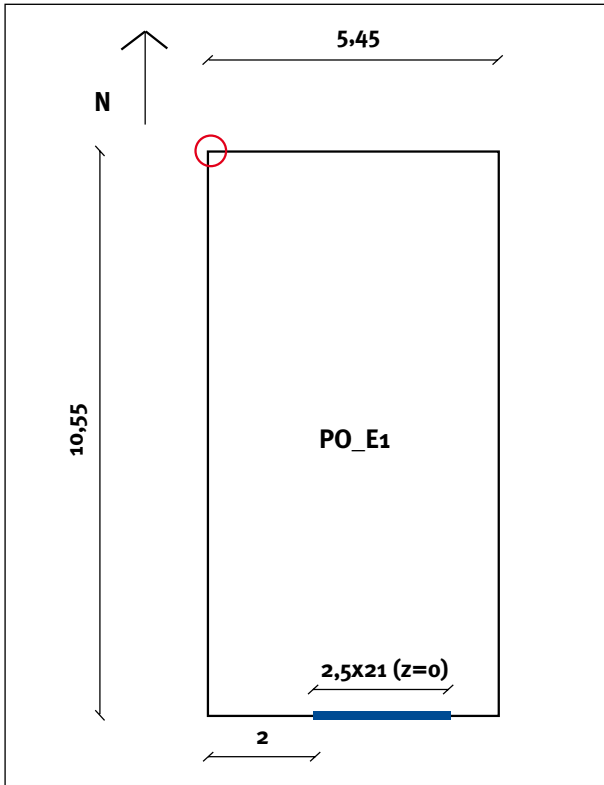


Geometría y zonificación

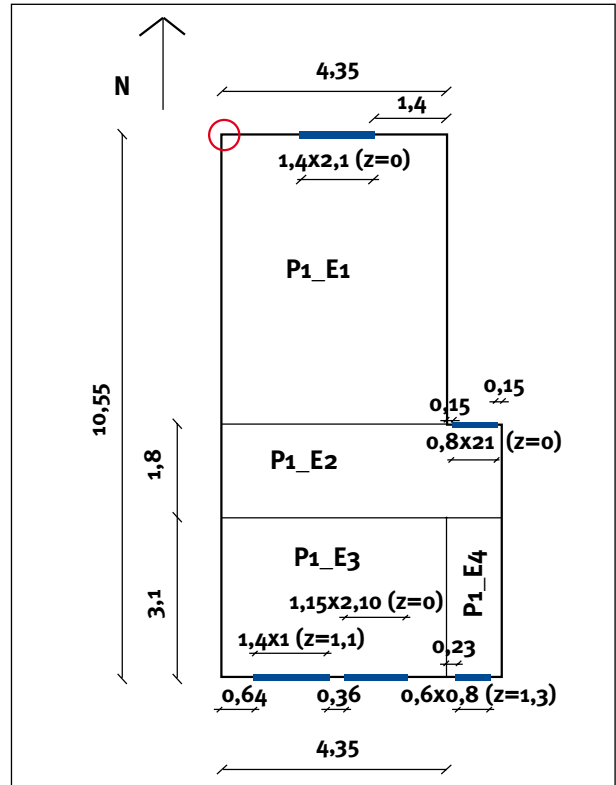
La geometría y la zonificación que definen la vivienda se indican a continuación. Todas las cotas se expresan en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en la que éste se encuentra.

Se señala con un círculo rojo un punto de referencia que permite situar las plantas una encima de otra con exactitud.

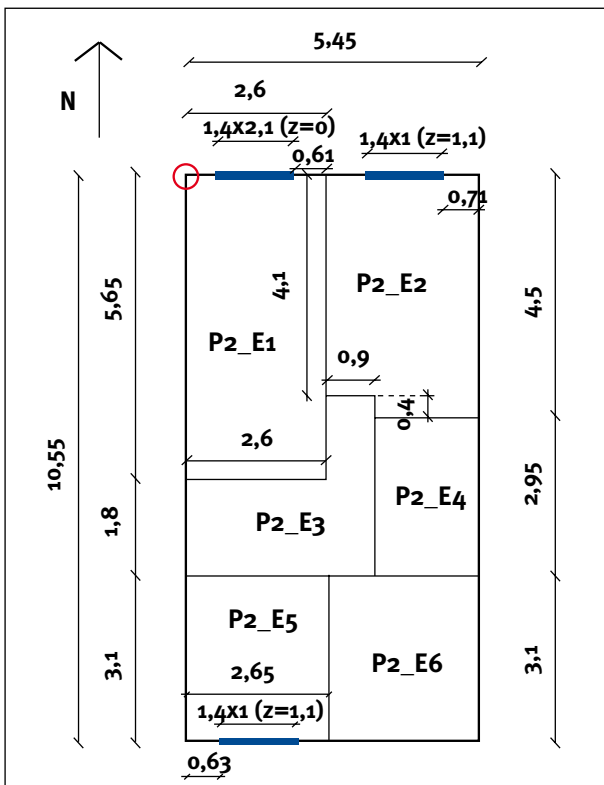
PLANTA SÓTANO



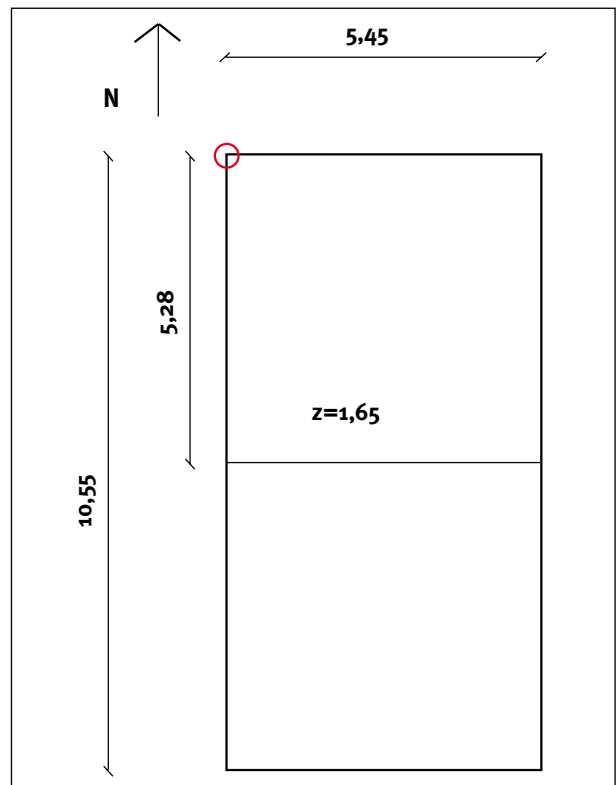
PLANTA BAJA -



PLANTA PRIMERA

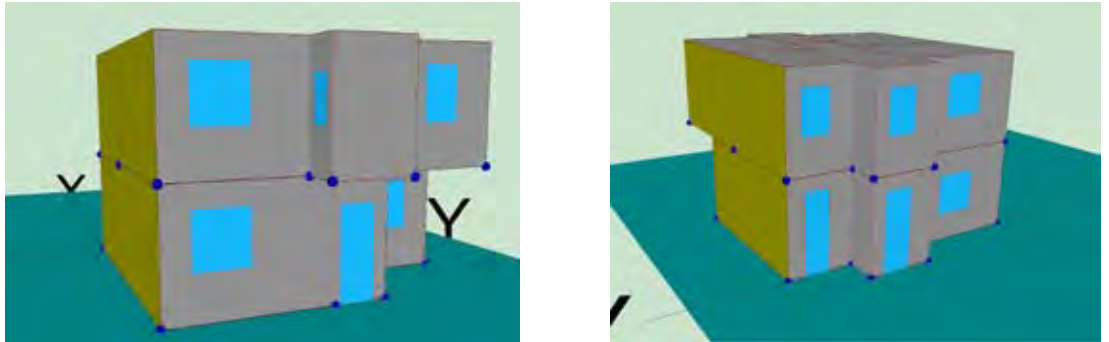


CUBIERTA -



12.2.2 Datos geométricos del edificio CAL_UNI_002

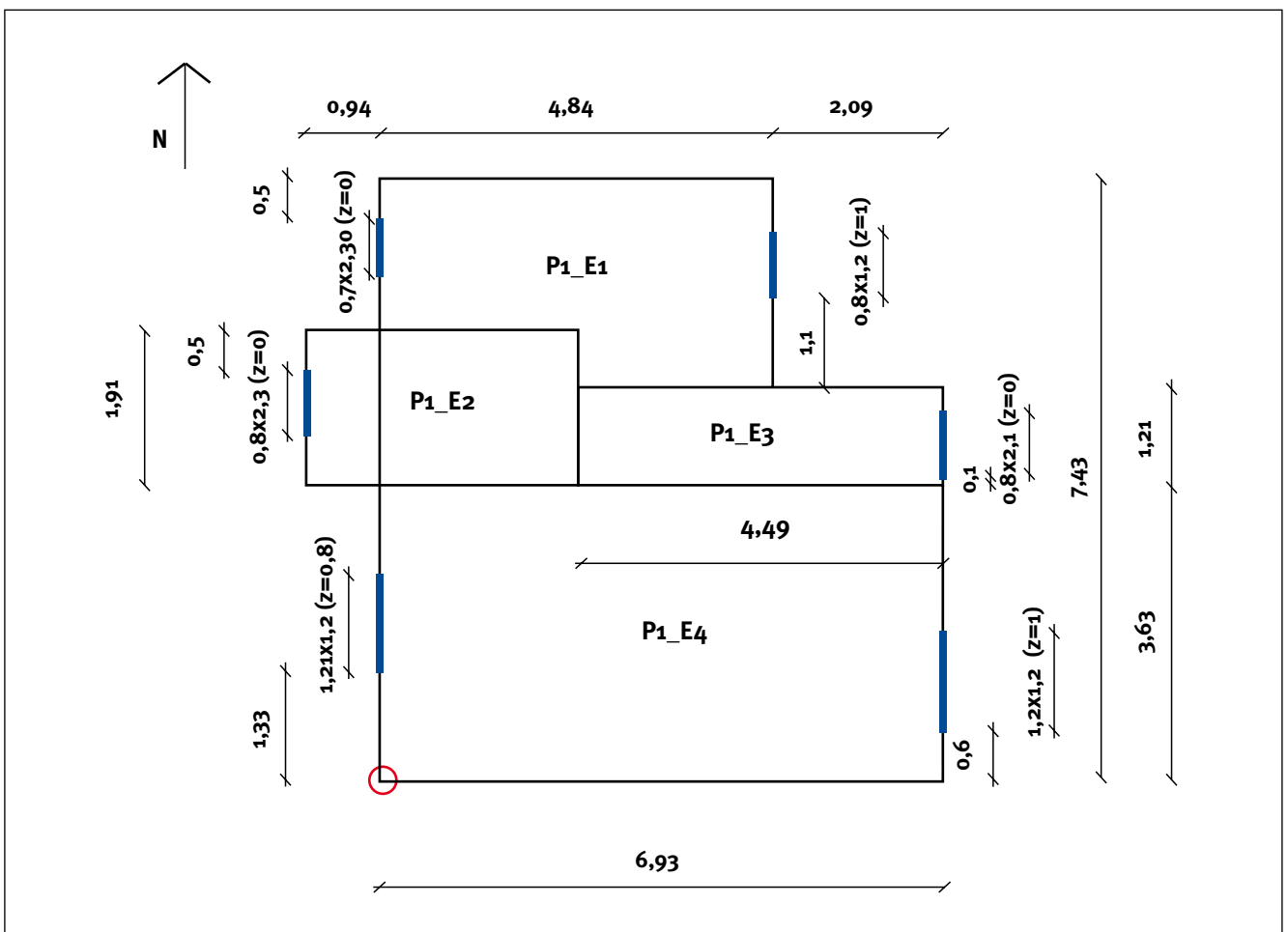
Se trata de una vivienda adosada en las orientaciones Norte y Sur, con orientaciones libres Este y Oeste. Consta de dos plantas de 2.7 m de altura cada una. La cubierta es plana.



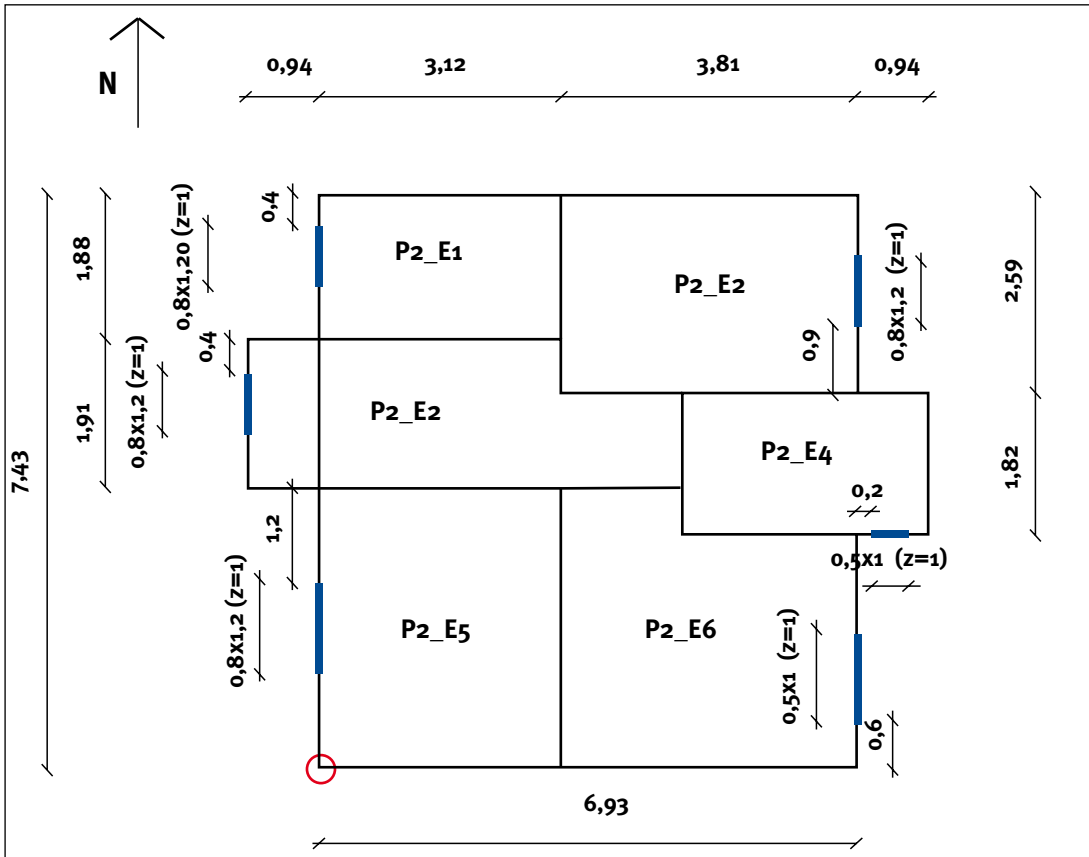
Geometría y zonificación

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas expresadas en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en la que éste se encuentra):

PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA -

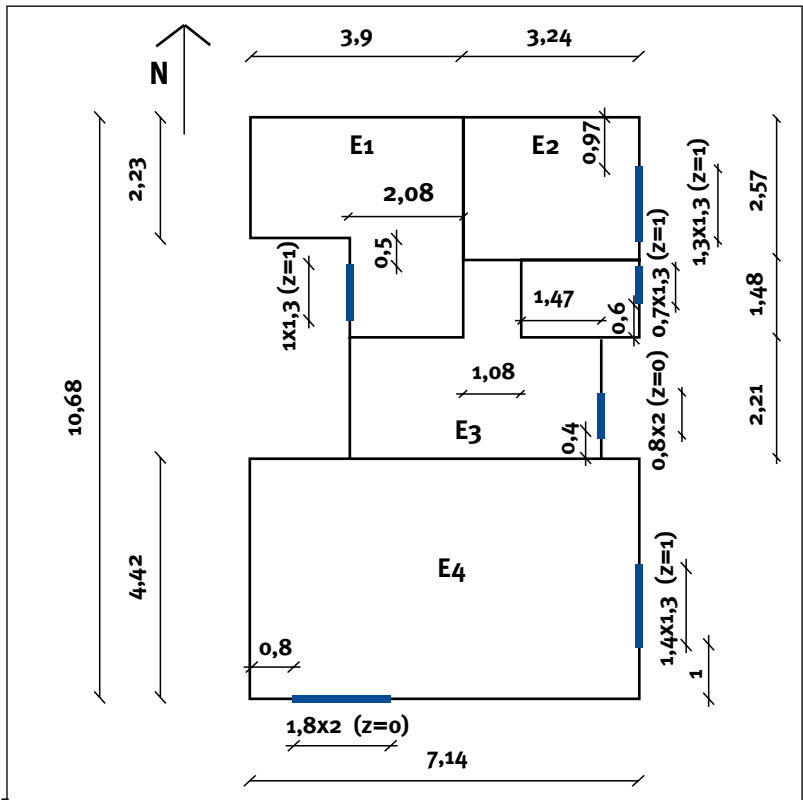


12.2.3 Datos geométricos del edificio CAL_UNI_003

Se trata de una vivienda unifamiliar. Consta de dos plantas idénticas de 2.7 m de altura cada una. La cubierta es plana.

Geometría y zonificación

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en la que éste se encuentra):



PLANTAS BAJA Y PRIMERA

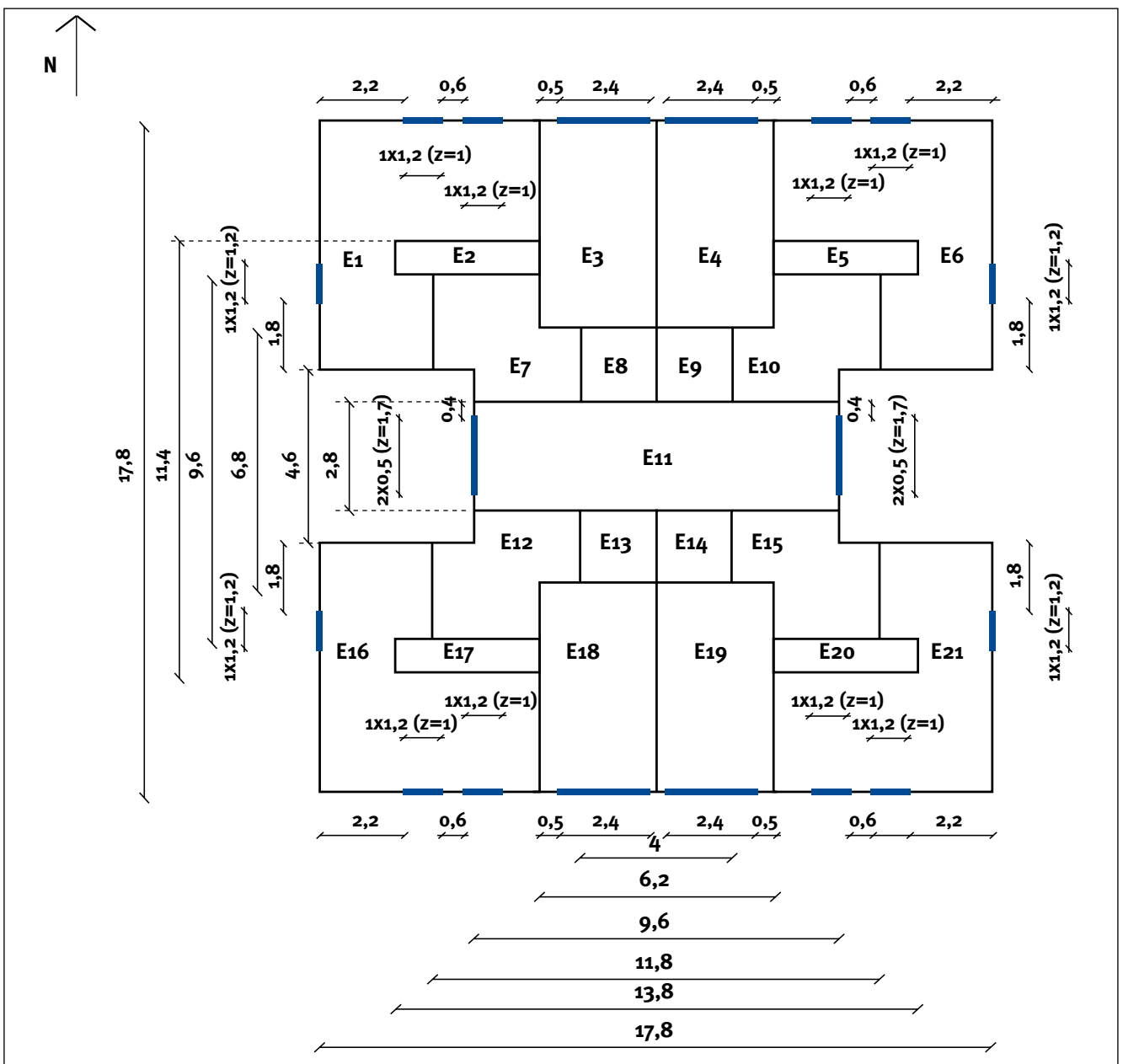
12.2.4 Datos geométricos del edificio CAL_MUL_001

Se trata de un bloque de viviendas. Está constituido por 5 plantas idénticas de 2.7 m de altura cada una. La cubierta es plana.

Geometría y zonificación

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas se expresan en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en que éste se encuentra):

PLANTA TIPO



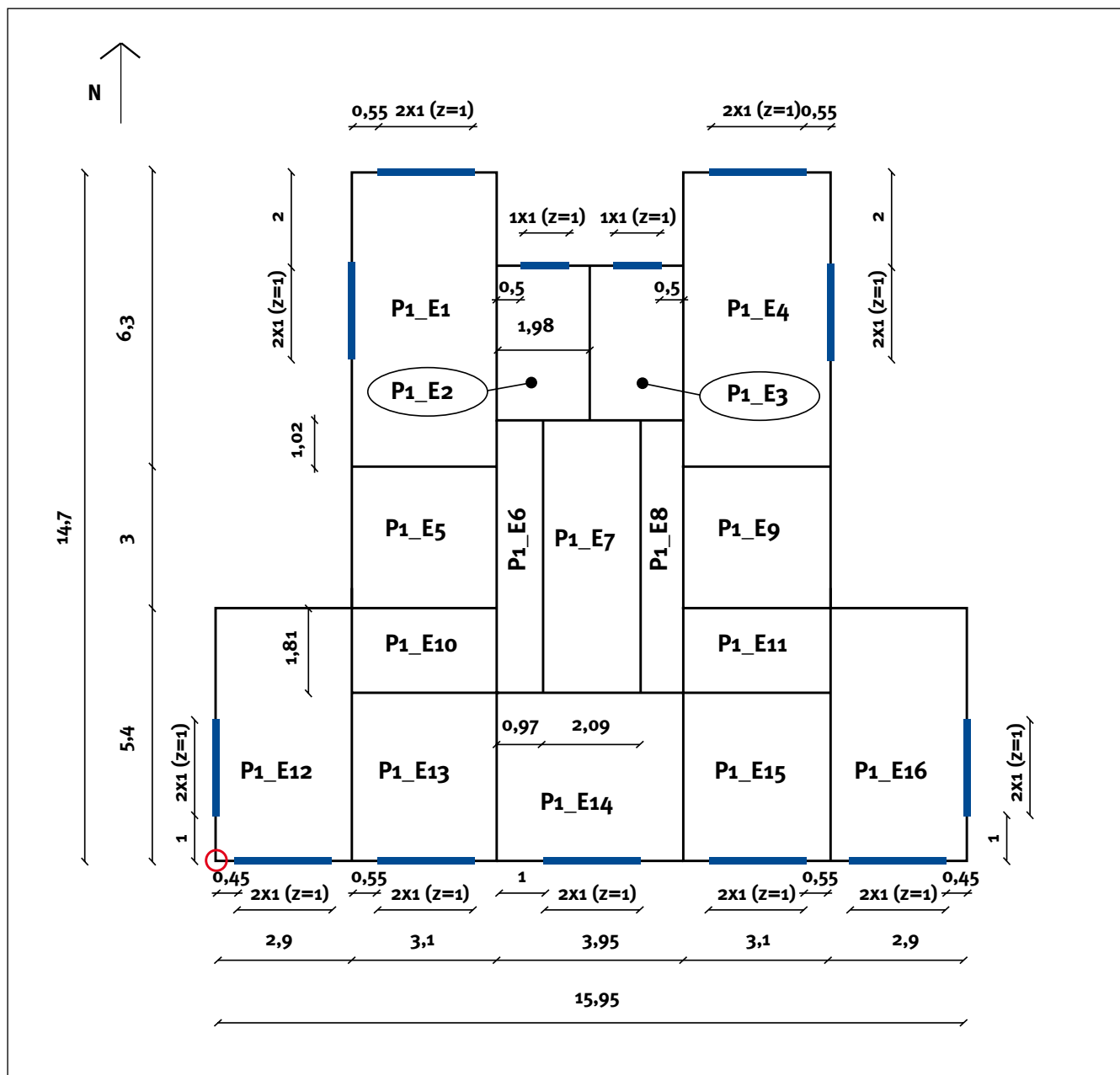
12.2.5 Datos geométricos del edificio CAL_MUL_002

Se trata de un bloque de viviendas de 5 plantas. Todas las plantas tienen 2.6 m de altura cada una. La cubierta es plana.

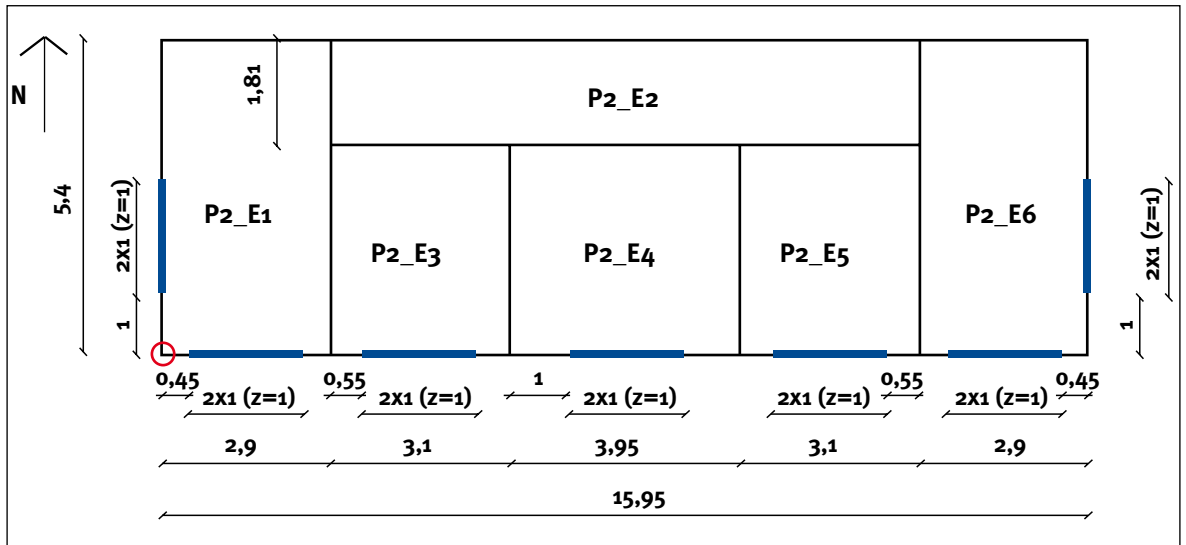
Geometría y zonificación

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas expresadas en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en la que éste se encuentra):

PLANTAS PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA



PLANTAS CUARTA Y QUINTA

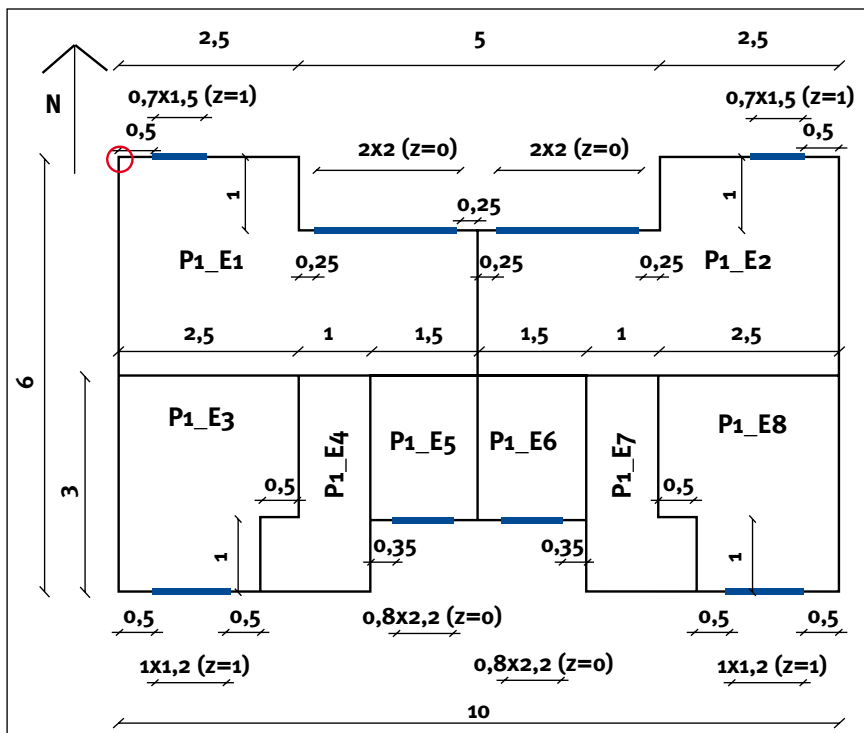


12.2.6 Datos geométricos del edificio CAL_MUL_003

Se trata de un bloque adosado en las orientaciones Este y Oeste, con orientaciones libres Norte y Sur. Consta de cinco plantas (baja, primera, segunda, tercera y cuarta), todas ellas de 2.60 m de altura. Las plantas baja y segunda son idénticas. Lo mismo ocurre con las plantas primera, tercera y cuarta.

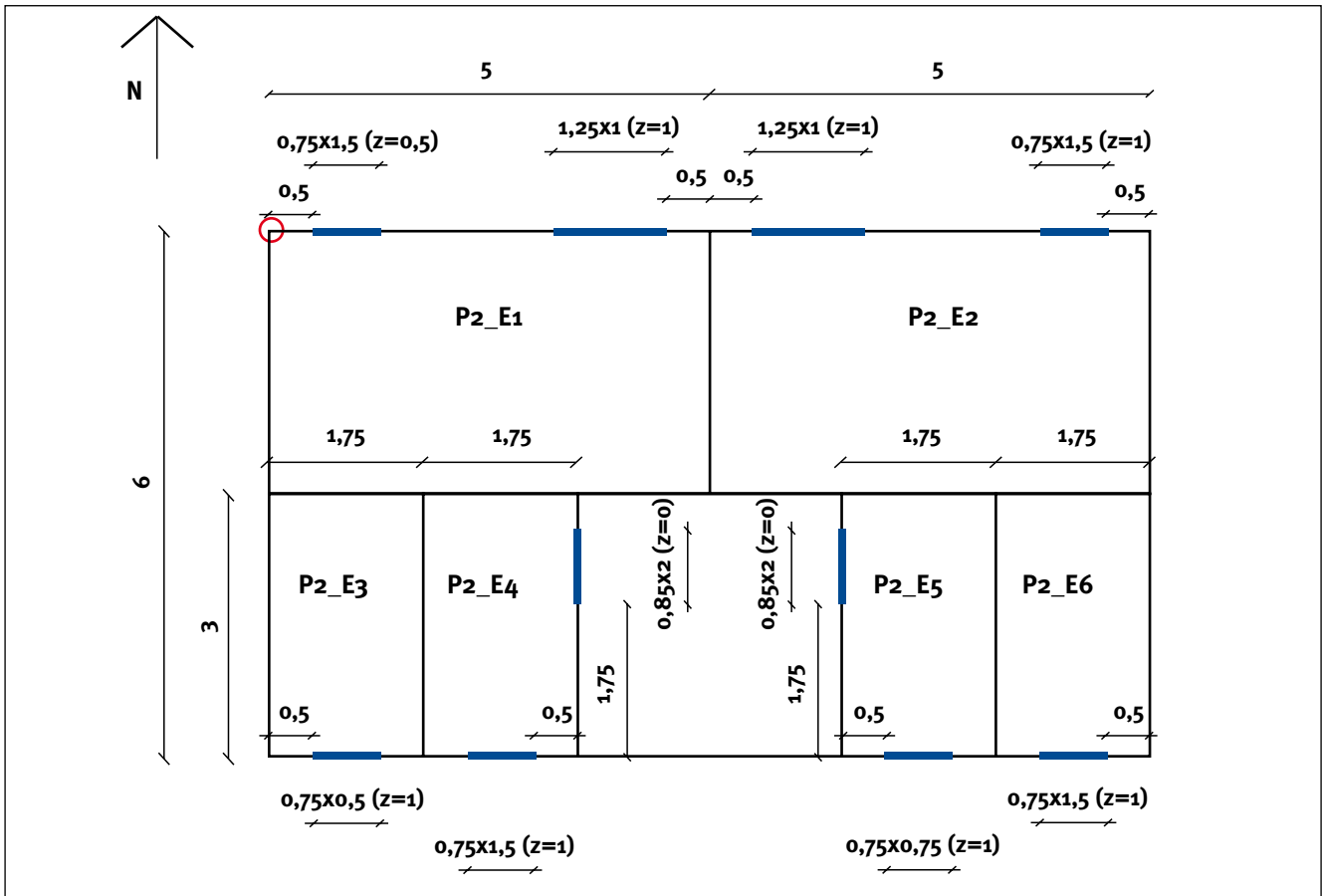
Geometría y zonificación

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas expresadas en metros, indicando la cota z la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en la que éste se encuentra):



PLANTAS BAJA,
SEGUNDA Y CUARTA

PLANTAS PRIMERA Y TERCERA -



12.3 RESULTADOS

El solicitante de la acreditación presentará los resultados de los casos en la siguiente tabla:

	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)
CAL_UNI_001_BUR		
CAL_UNI_001_MAD		
CAL_UNI_001_SEV		
CAL_UNI_002_BUR		
CAL_UNI_002_MAD		
CAL_UNI_002_SEV		
CAL_UNI_003_BUR		
CAL_UNI_003_MAD		
CAL_UNI_003_SEV		
CAL_MUL_001_BUR		
CAL_MUL_001_MAD		
CAL_MUL_001_SEV		
CAL_MUL_002_BUR		
CAL_MUL_002_MAD		

Tabla 12.1 Resultados de los tests de calibración

(Continuación)

	Demanda de calefacción (kWh/m²)	Demanda de refrigeración (kWh/m²)
CAL_MUL_002_SEV		
CAL_MUL_003_BUR		
CAL_MUL_003_MAD		
CAL_MUL_003_SEV		

Tabla 12.1 (Continuación) Resultados de los tests de calibración

Se añadirán a la tabla anterior, en formato electrónico, los archivos de datos y las instrucciones que permitan la repetición de cualquiera de los casos anteriores, utilizando la versión comercial del programa.

El factor de calibración, que podrá ser diferente para las viviendas en bloque y las unifamiliares, se determinará en la comisión encargada del proceso de acreditación, promediando los cocientes obtenidos por el programa oficial y el alternativo. Dicho valor será comunicado al autor del programa para su inclusión en el código del programa de certificación. Este factor de calibración aparecerá en lugar bien visible de la documentación del programa y en los resultados del mismo.

13

**Tests de validación
y calibración para
programas alternativos
a CALENER**

No existe actualmente un conjunto de pruebas, análogas a los BESTEST de la IEA, que pueda emplearse para la validación de los programas alternativos a los programas CALENER. Algunos de los procedimientos existentes (ASHRAE 90) son de muy corto alcance en cuanto a sistemas a explorar o impondrían restricciones inadecuadas a los posibles programas candidatos del mercado español.

Debido a ello, la validación y calibración de los programas alternativos a CALENER se hace en relación con los propios programas CALENER de referencia.

13.1 VALIDACIÓN Y CALIBRACIÓN DE PROGRAMAS ALTERNATIVOS A CALENER-VIVIENDAS

13.1.1 Requisito previo

Todo programa alternativo a CALENER-Viviendas habrá superado previamente las pruebas de validación y calibración frente a LIDER.

13.1.2 Alcance de la solicitud del programa candidato

Todo programa candidato a ser alternativo a CALENER-Viviendas expresará en su solicitud para qué sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria desea ser validado. Pero deberá tenerse presente que la validación siempre lo será para un grupo de sistemas que incluya al conjunto total de las tres instalaciones, por cuanto la certificación energética de la vivienda exige obtener un indicador de eficiencia energética global que resuma el comportamiento global de todas las instalaciones. En consecuencia no existe validación para programas alternativos que se presenten sólo a instalaciones de calefacción o de refrigeración o de agua caliente sanitaria.

13.1.3 Naturaleza de las pruebas de acreditación (validación y calibración)

Las pruebas se realizarán empleando unos *edificios de prueba* dotados de unas instalaciones definidas a continuación. Se calcularán los Índices de Eficiencia Energética (según se explicó en el apartado 11) tanto con el programa alternativo como con el de referencia, o sea, con CALENER-Viviendas.

13.1.4 Definición geométrica y zonal de los edificios de prueba

Los edificios de prueba serán los siguientes:

- Para instalaciones individuales de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, el edificio de prueba es la vivienda unifamiliar definida en el apartado 12.2 como caso CAL_UNI_001.
- Para instalaciones centralizadas de refrigeración, calefacción y agua caliente sanitaria el edificio de prueba será el definido como CAL_MUL_001 en el apartado 12.2.
- Para instalaciones de carácter centralizado para algunos servicios e individual en otros, el edificio de prueba será el definido como CAL_MUL_001, o sea, el mismo que para instalaciones centralizadas.

13.1.5 Definición constructiva de los edificios de prueba

En todos los casos la epidermis edificatoria será la definida por el edificio de referencia; esto es, todos los edificios de prueba adoptarán la epidermis que les correspondería si los mismos fueran de referencia, en la localidad respectiva.

13.1.6 Definición de las características operacionales de los edificios de prueba

En todos los casos serán las correspondientes a viviendas definidas en el Anexo III.

13.1.7 Localidades geográficas

En todos los casos el edificio de prueba será calculado para las localidades de Burgos, Madrid y Sevilla, empleando las mismas variables meteorológicas que el programa LIDER.

13.1.8 Sistemas e instalaciones

En todos los casos, el edificio de prueba estará dotado de los sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria y refrigeración pertinentes. Las modalidades de cada uno de los sistemas serán aquellas para las cuales el programa alternativo opte a ser validado. Por tanto, existirán tantas pruebas como conjuntos diferentes de sistemas, extendida a su vez cada prueba a cada una de las tres localidades geográficas.

La prueba consistirá en la obtención de los Índices de Eficiencia Energética tanto con el programa alternativo como con CALENER-Viviendas.

13.1.9 Presentación de resultados

El solicitante de la acreditación presentará los resultados de cada uno de los sistemas explorados en la siguiente tabla:

Indicador de Eficiencia Energética	Burgos		Madrid		Sevilla	
	Alternativo	CALENER-Viviendas	Alternativo	CALENER-Viviendas	Alternativo	CALENER-Viviendas
Demanda de calefacción						
Demanda de refrigeración						
Emisiones calefacción						
Emisiones refrigeración						
Emisiones ACS						
Emisiones totales						

Se añadirán a la tabla anterior, en formato electrónico, los archivos de datos y las instrucciones que permitan la repetición de cualquiera de los casos anteriores, utilizando la versión comercial del programa.

13.1.10 Criterio de aceptación de programas alternativos a CALENER-Viviendas

Para que un programa candidato sea aceptado como alternativo a CALENER-Viviendas en el ámbito de un determinado sistema, sus resultados en todas las comparaciones anteriores tendrán que encontrarse dentro de una banda de ancho de un 25% ($\pm 12.5\%$) con respecto al resultado dado por el programa CALENER-Viviendas.

13.1.11 Criterio de calibración de programas alternativos a CALENER-Viviendas

El factor de calibración, que podrá ser diferente para las viviendas en bloque y las unifamiliares, se determinará, en la comisión encargada del proceso de acreditación, a partir de los resultados obtenidos por el programa oficial y el alternativo, teniendo en cuenta las desviaciones tanto en demanda como en consumo. Dicho valor será comunicado al autor del programa para su inclusión en el código del programa de certificación y aparecerá en lugar bien visible de la documentación del programa y en los resultados del mismo.

13.2 VALIDACIÓN Y CALIBRACIÓN DE PROGRAMAS ALTERNATIVOS A CALENER-PEQUEÑO Y MEDIANO Terciario Y A CALENER-GRAN Terciario

13.2.1 Requisito previo

Todo programa alternativo a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y/o CALENER-Gran Terciario habrá superado previamente las pruebas de validación y calibración frente a LIDER.

13.2.2 Alcance de la solicitud del programa candidato

Todo programa candidato a ser alternativo a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y/o CALENER-Gran Terciario expresará en su solicitud para qué sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, iluminación y ventilación desea ser validado. Deberá tenerse presente que la validación siempre lo será para un grupo de sistemas que incluya al conjunto total de las cinco instalaciones, por cuanto la certificación energética del inmueble exige obtener un indicador de eficiencia energética global que resuma el comportamiento global de las cinco instalaciones. En consecuencia, no existirá validación alguna para programas alternativos que se presenten sólo a instalaciones de calefacción o de refrigeración o de agua caliente sanitaria o de ventilación o de iluminación.

13.2.3 Naturaleza de las pruebas de acreditación (validación y calibración)

Las pruebas se realizarán empleando unos edificios de prueba dotados de las instalaciones pertinentes. Se calcularán los Índices de Eficiencia Energética tanto con el programa alternativo como con el de referencia, o sea, con CALENER-Pequeño y Mediano Terciario o CALENER-Gran Terciario, en su caso.

13.2.4 Definición geométrica y zonal de los edificios de prueba

Los edificios de prueba serán propuestos por el solicitante para su aprobación, si procede, por la Administración. Los edificios de prueba poseerán unas características geométricas, constructivas, operacionales y funcionales tales que sean adecuadas para que en ellos sean aptas las alternativas a las que opte. Así, por ejemplo, si un programa alternativo se presenta a su validación a Tránsito de Energía desde zonas

internas a externas, el edificio de prueba será de tal naturaleza que presente inversión térmica simultánea, y la instalación a ser validada será de tal naturaleza.

13.2.5 Definición constructiva de los edificios de prueba

En todos los casos, la epidermis edificatoria será la definida por el edificio de referencia; esto es, todos los edificios de prueba adoptarán la epidermis que correspondería si los mismos fueran de referencia.

13.2.6 Definición de las características operacionales de los edificios de prueba

Las características ocupacionales y operacionales serán propuestas por el solicitante para su aprobación, si procede, por la Administración.

13.2.7 Localidades geográficas

En todos los casos, el edificio de prueba será calculado para las localidades de Burgos, Madrid y Sevilla, empleando las mismas variables meteorológicas que el programa LIDER.

13.2.8 Sistemas e instalaciones

En todos los casos, el edificio de prueba estará dotado de los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación, agua caliente sanitaria y refrigeración pertinentes. Las modalidades de cada uno de los sistemas serán aquellas para las cuáles el programa alternativo opte a ser validado. Por tanto, existirán tantas pruebas como conjuntos diferentes de sistemas, extendida a su vez cada prueba a cada una de las tres localidades geográficas.

La prueba consistirá en la obtención de los Índices de Eficiencia Energética tanto con el programa alternativo como con CALENER-Pequeño y Mediano Terciario o CALENER-Gran Terciario, según corresponda.

13.2.9 Presentación de resultados

El solicitante de la acreditación presentará los resultados de cada uno de los sistemas explorados en la siguiente tabla:


Indicador de Eficiencia Energética	Burgos		Madrid		Sevilla	
	Alternativo	CALENER	Alternativo	CALENER	Alternativo	CALENER
Demanda de calefacción						
Demanda de refrigeración						
Emisiones conjuntas de calefacción y refrigeración						
Emisiones ACS						
Emisiones iluminación						
Emisiones totales						

Se añadirán a la tabla anterior, en formato electrónico, los archivos de datos y las instrucciones que permitan la repetición de cualquiera de los casos anteriores, utilizando la versión comercial del programa.

Una vez obtenido el cociente referenciado, éste se trasladará a la escala de asignación para poder atribuir al edificio objeto el valor de la letra de calificación que le corresponda.

13.2.10 Criterio de aceptación de programas alternativos a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y a CALENER-Gran Terciario

Para que un programa candidato sea aceptado como alternativo a CALENER-Pequeño y Mediano Terciario y/o a CALENER-Gran Terciario en el ámbito de un determinado sistema, sus resultados, en todas las comparaciones anteriores, tendrán que encontrarse dentro de una banda de ancho de un 25% ($\pm 12.5\%$) con respecto al resultado dado por el programa de referencia correspondiente.

A large, stylized number '14' rendered in a blue outline font. The '1' is a simple vertical bar with a short horizontal base. The '4' is composed of a diagonal stroke from the top left to the middle right, a horizontal stroke from the middle left to the middle right, and a vertical stroke from the middle right to the bottom right.

**Documentos
administrativos a incluir
por los programas
alternativos a LIDER**

Los programas alternativos producirán en un archivo electrónico, dado en formato ASCII que se pueda imprimir, los siguientes resultados y, optativamente, una salida impresa en formato PDF, similar a la del programa LIDER:

- -Definición geométrica, constructiva y operacional del edificio (tanto para el edificio objeto como para el de referencia):
 - -Lista de materiales, con indicación de sus propiedades: conductividad térmica, densidad, calor específico y resistencia térmica. Se indicarán aquellos materiales cuyas propiedades no provengan de un documento reconocido.
 - -Lista de cerramientos opacos, con indicación de los materiales y espesores que definen cada una de las capas homogéneas que integran el cerramiento. El orden será del exterior al interior para los cerramientos verticales y de arriba a abajo para los cerramientos horizontales. En el caso de cerramientos verticales de separación con otros locales o espacios no habitables se considera como exterior a ese otro espacio.
 - -Lista de vidrios, con indicación de los parámetros característicos, factor solar y transmitancia térmica. Se indicará, en su caso, la utilización de valores estacionales o mensuales.
 - -Lista de marcos, con indicación de los parámetros característicos, absorptividad exterior y transmitancia térmica.
 - -Lista de huecos, con indicación del marco y vidrio que los integran, porcentaje de la parte opaca y permeabilidad del conjunto al aire.
 - -Lista de espacios que integran el edificio, con indicación de los elementos constructivos que aparecen en su construcción, áreas y orientaciones, y condiciones operacionales de cada espacio.
- -Resultados obtenidos por el programa:
 - -Demanda energética de calefacción y refrigeración para el edificio objeto y para el edificio de referencia.
 - -Demanda energética de los espacios del edificio objeto y del edificio de referencia.
- -Documento administrativo:
 - -Los programas candidatos producirán el documento administrativo que acredita el cumplimiento del edificio con los requisitos exigidos por la sección HE1 del Código Técnico de la Edificación, con el mismo formato que el programa LIDER.

15

**Documentos
administrativos a incluir
por los programas
alternativos a CALENER**

Los programas alternativos producirán en un archivo electrónico, dado en formato ASCII que se pueda imprimir, los siguientes resultados y, optativamente, una salida impresa en formato PDF, similar a la de los programas CALENER.

- -Datos para el control administrativo de la certificación:
 - Los que se acuerden por la Comisión Asesora de Certificación Energética.
- -Definición geométrica, constructiva y operacional del edificio (tanto para el edificio objeto como para el de referencia):
 - -Lista de materiales con indicación de sus propiedades: conductividad térmica, densidad, calor específico y resistencia térmica. Se indicarán aquellos materiales cuyas propiedades no provengan de un documento reconocido.
 - -Lista de cerramientos opacos, con indicación de los materiales y espesores que definen cada una de las capas homogéneas que integran el cerramiento. El orden será del exterior al interior para los cerramientos verticales y de arriba a abajo para los cerramientos horizontales. En el caso de cerramientos verticales de separación con otros locales o espacios no habitables se considera exterior ese otro espacio.
 - -Lista de vidrios, con indicación de los parámetros característicos, factor solar y transmitancia térmica. Se indicará, en su caso, la utilización de valores estacionales o mensuales.
 - -Lista de marcos, con indicación de los parámetros característicos, absorptividad exterior y transmitancia térmica.
 - -Lista de huecos, con indicación del marco y vidrio que los integran, porcentaje de la parte opaca y permeabilidad del conjunto al aire.
 - -Lista de espacios que integran el edificio, con indicación de los elementos constructivos que aparecen en su construcción, áreas y orientaciones, y condiciones operacionales de cada espacio.
- -Definición de cada uno de los equipos integrantes de las instalaciones de calefacción, refrigeración, iluminación, agua caliente sanitaria y ventilación, incluyendo las prestaciones funcionales de los equipos y rendimientos nominales de los mismos.
- -Resultados obtenidos por el programa:
 - -Demandas energéticas de las instalaciones del edificio de prueba obtenidas por el programa alternativo y el de referencia.
 - -Consumos energéticos de las instalaciones del edificio de prueba obtenidos por el programa alternativo y el de referencia.
- -Índices energéticos requeridos por la legislación relativos al proceso de certificación.
- -Escala de asignación y evaluación final del edificio dentro de dicha escala, tanto para el resultado global como para los parciales a los que haga referencia la legislación relativa al proceso de certificación.

- -Los programas candidatos producirán el documento administrativo que acredita la calificación energética del inmueble con el mismo formato que los programas CALENER. En caso de que el programa candidato se vea imposibilitado para ello se atenderá a lo dispuesto en el apartado “Corrección por documento administrativo” (Anexo IV).

16

**Protección de datos y
manipulación fraudulenta**

El programa de cálculo alternativo estará protegido ante la posible intervención de los usuarios para alterar parámetros que son esenciales para asegurar la igualdad en las condiciones de cálculo. Estos parámetros son los siguientes:

- Datos meteorológicos.
- Valores por defecto.
- Rendimientos nominales de las unidades activas.
- Prestaciones funcionales de los equipos.
- Datos de definición de las condiciones de uso de los espacios.
- Datos del informe final emitido por el programa.

Cualquier modificación que se realice en cualquiera de los archivos que contengan esta información debe ser detectada por el programa, indicando que los datos de partida están corruptos e impidiendo la continuación del programa.

El archivo de resultados en formato electrónico (ya sea ASCII o PDF) se protegerá contra los cambios escribiendo una cifra de comprobación en un archivo aparte. Se suministrará un programa que permita comprobar que el archivo de resultados no ha sido modificado por el usuario. Cualquier modificación que se realice debe ser detectada por este programa de comprobación.

17

**Documentación a presentar
para la acreditación de
programas**

Los solicitantes de acreditación de programas alternativos presentarán la siguiente documentación:

- -Declaración del solicitante indicando que el programa cumple con los requisitos para ser reconocido como alternativo al programa oficial.
- -Los programas alternativos a LIDER documentarán el nivel de modelización concreto y los valores por defecto utilizados en su caso, para cada uno de los epígrafes mencionados en el apartado 4 de este documento.
- -Documentación justificativa de haber pasado las pruebas de acreditación y calibración con LIDER para todos aquellos programas que se presenten para su acreditación ante CALENER.
- -Copia impresa y electrónica de los casos y resultados de los tests realizados, incluyendo los datos necesarios para permitir la repetición de cualquiera de ellos.
- -Manual de usuario del programa y detalles de los procedimientos necesarios para repetir los casos de prueba.
- -Datos climáticos utilizados, si son diferentes de los oficiales.
- -Curvas de prestaciones funcionales de los equipos, entre las que figurarán las de rendimiento a carga parcial de los mismos, en el caso de que el programa candidato utilice otras diferentes a las empleadas por los programas de referencia.

18

**Desacreditación de
programas acreditados**

La comisión asesora de la acreditación de programas podrá desacreditar un programa en las siguientes situaciones:

- 1) Cuando la reglamentación cambie sustancialmente y se muestre evidente la necesidad de incluir modificaciones en los programas de verificación.
- 2) Por la recepción de una carta firmada por el vendedor del programa indicando las versiones del programa en que se han detectado errores que aconsejan que el programa no siga siendo utilizado. Se indicará la naturaleza de los errores detectados.
- 3) A petición de un tercero, o de la propia comisión, que demuestre fehacientemente que el programa acreditado falla de forma sistemática al tratar un número significativo de edificios. En este caso el fabricante del programa podrá subsanar el error que produce el fallo sistemático en el plazo de 60 días, transcurrido el cual, sin la subsanación, se perderá la acreditación.



c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es