

Justificación alcance y condiciones de reconocimiento

DesignBuilder CTE

ÍNDICE

1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO.....	1
2	CUMPLIMIENTO CONDICIONES FIJADAS EN EL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	2
2.1	Procedimiento de cálculo para la determinación del consumo energético	2
3	CUMPLIMIENTO CONDICIONES ESTABLECIDAS EN EL DOCUMENTO “CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS”	3
3.1	Precisión de los procedimientos de cálculo	4
3.2	Cumplimiento de las condiciones de cálculo	5
3.2.1	Solicitaciones exteriores	5
3.2.2	Solicitaciones interiores y condiciones operacionales	6
3.2.3	Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores.....	8
3.2.4	Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno	10
3.2.5	Transmisión y radiación en huecos.....	12
3.2.6	Renovación de aire. Ventilación e infiltraciones	13
3.2.7	Equipos.....	16
3.3	Coeficientes de paso	17
3.3.1	Coeficientes de paso de la producción renovable <i>in situ</i>	17
3.4	Edificio de referencia.....	17
3.4.1	Elementos constructivos de espacios habitables.....	17
3.4.2	Elementos constructivos de espacios no habitables	19
3.4.3	Cargas internas y condiciones operacionales.....	19
3.4.4	Sistemas para edificios de uso distinto al residencial	19
3.4.5	Cobertura solar mínima.....	20

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO

Los procedimientos de cálculo se ajustan a las condiciones establecidas en el documento «*Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios, Febrero 2020*» (en adelante *CTPEEEE*) y a las fijadas en el en el *Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)* del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* en lo referido a "*Procedimientos de cálculo del consumo energético*" y "*Procedimientos de cálculo de la demanda*".

Para el cálculo de la demanda y el consumo energético los procedimientos tienen en cuenta, de forma detallada, la evolución hora a hora de los procesos térmicos, el comportamiento de las instalaciones así como las aportaciones de energía procedente de fuentes renovables. También, los procedimientos tienen en cuenta la categorización de los espacios del edificio definida en el *DB-HE*, diferenciando entre espacios habitables y espacios no habitables, y distinguiendo los espacios habitables según su carga interna (baja, media, alta o muy alta) y nivel de acondicionamiento (acondicionados o no acondicionados).

También, en cumplimiento del marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios recogido en la Directiva 2010/31/CE, los procedimientos permiten tener en cuenta, de forma detallada, y dentro de su alcance específico, los siguientes aspectos en relación al comportamiento energético del edificio:

- a) las siguientes características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
 - 1) capacidad térmica,
 - 2) aislamiento,
 - 3) calefacción pasiva,
 - 4) elementos de refrigeración, y
 - 5) puentes térmicos;
- b) la instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
- c) las instalaciones de aire acondicionado;
- d) la ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire;
- e) la instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial);
- f) el diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
- g) las instalaciones solares pasivas y protección solar;
- h) las condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas;
- i) las cargas internas;
- j) la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
 - 1) condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables;

- 2) electricidad producida por cogeneración;
- 3) sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración;
- 4) iluminación natural.

2 CUMPLIMIENTO CONDICIONES FIJADAS EN EL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

A continuación se describe el cumplimiento de las condiciones fijadas en el DB-HE del CTE para los procedimientos de cálculo de consumo y demanda.

2.1 Procedimiento de cálculo para la determinación del consumo energético

El procedimiento de cálculo permite determinar la eficiencia energética, expresada como consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$), y el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$), necesario para mantener el edificio, o parte del edificio, por periodo de un año en las condiciones operacionales, cuando se somete a las solicitaciones interiores y solicitaciones exteriores definidas reglamentariamente.

El procedimiento de cálculo permite desglosar el consumo energético de energía final en función del vector energético utilizado (tipo de combustible o electricidad) para satisfacer las necesidades energéticas de cada uno de los servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación). Para ello, emplea la simulación mediante un modelo térmico del edificio considerando, de forma detallada, los siguientes aspectos:

- a) el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- b) la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- c) el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- d) las solicitaciones exteriores, las solicitaciones interiores y las condiciones operacionales, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- e) las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- f) las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- g) las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas;
- h) las necesidades de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS y ventilación, control de la humedad y, en usos distintos al residencial privado, de iluminación;

- i) el dimensionado y los rendimientos de los equipos y sistemas de producción de frío y de calor, ACS, ventilación, control de la humedad e iluminación;
- j) el empleo de distintas fuentes de energía, sean generadas in situ o remotamente o procedentes de biomasa sólida, biogás o gases renovables;
- k) los coeficientes de paso de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables o no renovables;
- l) la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela o procedentes de biomasa sólida, biogás o gases renovables.

El cálculo de los indicadores de eficiencia energética, producción y consumo de energía se realiza empleando un intervalo de tiempo mensual.

Los coeficientes de paso empleados para la conversión de energía final a energía primaria (sea total, procedente de fuentes renovables o procedente de fuentes no renovables) son los publicados oficialmente.

El total de horas fuera de consigna no excederá el 4% del tiempo total de ocupación.

Los espacios del modelo tendrán asociadas unas condiciones operacionales y perfiles de uso de acuerdo al Anejo D del Documento Básico HE.

Los valores de la demanda de referencia de ACS se fijarán de acuerdo al Anejo F del Documento Básico HE y los valores de temperatura del agua de red para el cálculo del consumo de ACS del Anejo G del Documento Básico HE.

El cálculo del balance energético necesario para la verificación de las exigencias de este DB se realiza de acuerdo a la UNE-EN ISO 52000-1:2019 Evaluación global de la eficiencia energética de los edificios. Parte 1: marco general y procedimientos, utilizando un factor de exportación $k_{exp}=0$.

A efectos de imputación a los distintos servicios, el reparto de la energía eléctrica producida in situ, en cada intervalo de tiempo, se hace proporcionalmente a los consumos eléctricos de los consumos considerados (calefacción, refrigeración, ventilación, ACS y en uso terciario, además, iluminación).

En aquellos aspectos no definidos por el DB, el cálculo de las necesidades de energía, consumo energético e indicadores energéticos estará de acuerdo con el Documento Reconocido de la Certificación energética de edificios Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios.

3 CUMPLIMIENTO CONDICIONES ESTABLECIDAS EN EL DOCUMENTO "CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS"

En cumplimiento del marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios recogido en la *Directiva 2010/31/CE*, el procedimiento tiene en

cuenta los siguientes aspectos en relación al comportamiento energético del edificio:

1. Las siguientes características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
 - a. Capacidad térmica
 - b. Aislamiento
 - c. Calefacción pasiva
 - d. Elementos de refrigeración
 - e. Puentes térmicos
2. La instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento.
3. Las instalaciones de aire acondicionado.
4. La ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire.
5. La instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial).
6. El diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores.
7. Las instalaciones solares pasivas y protección solar.
8. Las condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas.
9. Las cargas internas.
10. La incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
 - a. Condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables.
 - b. Electricidad producida por cogeneración
 - c. Sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración
 - d. Iluminación natural

3.1 Precisión de los procedimientos de cálculo

El motor de cálculo que utiliza el programa propuesto de certificación es **EnergyPlus**, según el apartado 3 del *CTPEEEE* se considera como motor de cálculo de referencia. Esto presupone que cuenta con una precisión suficiente y contrastada para su uso en la evaluación de la eficiencia energética de edificios y no requiere otra justificación.

3.2 Cumplimiento de las condiciones de cálculo

3.2.1 SOLICITACIONES EXTERIORES

	Descripción	Tipo	Datos	Valores	Observaciones
1	Caracterización climática	1	Zona climática	Zona climática según Apéndice del <i>DB-HE</i> .	-
2	Datos climáticos determinantes	1	Temperatura seca, humedad relativa, irradiancia solar sobre plano horizontal	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Septiembre 2013. <i>MFOM-DGAVS</i> .	Los datos de radiación incluidos en los ficheros climáticos son coherentes con la latitud definida en ellos.
3	Otros datos climáticos	2	Temperatura efectiva del cielo, irradiancia solar directa, irradiancia solar difusa, humedad específica, azimut solar, cénit solar	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Septiembre 2013. <i>MFOM-DGAVS</i> .	-

1. Caracterización climática

Se permite la selección de la zona climática según Apéndice del DB-HE.

2. Datos climáticos determinantes

3. Otros datos climáticos

De cara a realizar las simulaciones energéticas utiliza los ficheros climáticos en formato EnergyPlus (extensión *.epw) traducidos a dicho formato desde los ficheros climáticos oficiales proporcionado por el Ministerio para la Transición Ecológica en el registro de Documentos Reconocidos, en formato *.met.

Coherentemente con otros documentos reconocidos, se toman los ficheros climáticos del proyecto [EPlusCTEkit](#).

Estos archivos climáticos en formato *.epw se suministran en la instalación del programa.

3.2.2 SOLICITACIONES INTERIORES Y CONDICIONES OPERACIONALES

	Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1	Perfil de uso en edificios de uso residencial	1	Temperaturas de consigna baja y alta, carga de ocupación, carga de iluminación, carga de equipos y niveles de ventilación	Perfiles de uso según CTE DB-HE	-
2	Perfil de uso en edificios de uso distinto al residencial	3	Temperaturas de consigna baja y alta, cargas de ocupación, carga de iluminación, equipos y niveles de ventilación verano e invierno	Perfiles de uso. Disponibles en Tabla 7 a Tabla 10 , donde el nivel de carga interna de los espacios se corresponde con la clasificación establecida en el CTE DB-HE en función de la carga interna media para una semana tipo.	Se pueden emplear otros perfiles que reflejen adecuadamente el uso del edificio.
3	Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de los elementos de oscurecimiento y las protecciones solares móviles	3	Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de elementos de oscurecimiento y protecciones solares móviles (persianas, cortinas, toldos...)	1 de junio a 30 de septiembre	Otros períodos pueden ajustarse más adecuadamente al período de utilización de estos elementos.
4	Régimen diario y modo de operación de los elementos de oscurecimiento en edificios de uso residencial privado	1	Accionamiento (sí/no) y % de superficie máxima del hueco oscurecida por el accionamiento de los elementos de oscurecimiento	<u>Durante el período de aplicación</u> Día (8h-24h): sí, 30 % superficie oscurecida Noche (0h-8h): no Resto del año Día (8h-24h): no Noche (0-8h): sí, 100 % superficie oscurecida	La actuación de estos elementos se considera independiente de la de otras protecciones solares móviles.
5	Régimen diario de operación de las protecciones solares móviles	3	Accionamiento de las protecciones solares móviles, $f_{sh;with}$	<u>Accionamiento manual o motorizado con control manual:</u> Cerrado: irradiación solar sobre el hueco $I_{sol} \geq 300W/m^2$ o, alternativamente, en periodo de calefacción $I_{sol} \geq 500W/m^2$ Abierto: irradiación solar $I_{sol} < 300W/m^2$ o, alternativamente, en periodo de calefacción $I_{sol} < 500W/m^2$ <u>Accionamiento motorizado con control automático:</u> Cerrado: irradiación solar $I_{sol} \geq 200W/m^2$ Abierto: irradiación solar $I_{sol} < 200W/m^2$	Modos de operación descritos en UNE-EN ISO 52016-1:2017

1. Perfil de uso en edificios de uso residencial

Si se asigna la categoría de residencial al proyecto, automáticamente se aplican los perfiles de uso para residencial, según anejo del CTE DB-HE.

2. Perfil de uso en edificios de uso distinto al residencial

Se ofrece al usuario la selección entre los perfiles disponibles en [Tabla 7](#) a [Tabla 10](#) del documento de *Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*, si bien pueden emplear otros perfiles que reflejen adecuadamente el uso del edificio.

3. Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de los elementos de oscurecimiento y las protecciones solares móviles

Se ofrece al usuario la selección de programaciones de uso del 1 al 30 de septiembre para los elementos de sombreado, si bien podrá usar otros períodos que se ajusten más adecuadamente al período de utilización de estos elementos.

4. Régimen diario y modo de operación de los elementos de oscurecimiento en edificios de uso residencial privado

En residencial privado se introduce automáticamente los correspondientes elementos de oscurecimiento con el siguiente accionamiento:

Del 1 de junio al 30 de septiembre

- Día (8h-24h): sí, 30% superficie oscurecida
- Noche (0h-8h): no

Resto del año

- Día (8h-24h): no
- Noche (0-8h): sí

En caso de que el usuario introduzca por su cuenta elementos de sombreado y protecciones solares móviles, se añadirá automáticamente un elemento de oscurecimiento que garantice el accionamiento previo consistente en un elemento de sombreado fijo con fracción de transmisión solar controlada por horario (0,7 ó 1) ocupando el 30% del área superior de los huecos.

En caso contrario, se introducirá un elemento de oscurecimiento del tipo sombreado móvil con una fracción de transmisión solar del 0,7 y activado según el horario de accionamiento anterior.

5. Régimen diario de operación de las protecciones solares móviles

Tanto en uso residencial privado como en el resto de usos, el usuario podrá configurar el accionamiento de protecciones solares móviles, aplicando los modos de operación descritos en UNE-EN ISO 52016-1:2017 o cualquiera otro más ajustado a las condiciones del edificio.

3.2.3 CONDICIONES DE CONTORNO EN LAS SUPERFICIES INTERIORES Y EXTERIORES

	Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1	Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes	2	Reflectividad de las superficies adyacentes. Albedo	$\rho = 0,2$	-
2	Absorción de radiación solar por el terreno	2	Absortividad del terreno	$\alpha = 0,8$	-
3	Absorción de radiación solar incidente en las superficies opacas exteriores	3	Absortividad α	$\alpha = 0,6$	-
4	Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies exteriores del edificio y su entorno	1	Emisividad de las superficies adyacentes al edificio	$\varepsilon = 1$ (cuerpos negros)	-
5	Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) en superficies exteriores del edificio y su entorno	2	Emisividad de onda larga en superficies exteriores del edificio	$\varepsilon = 0,9$	-
6	Transmisión de calor por convección en superficies exteriores del edificio	2	Coefficiente de película de la superficie exterior	$h_c = 20 W/(m^2K)$	-
7	Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies exteriores del edificio	2	Resistencia térmica superficial exterior $R_{se} [(m^2K)/W]$	Valores según tabla 1 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.
8	Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Absortividad α de onda corta de la superficie interior	$\alpha = 0,6$	Para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución.
9	Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Porcentaje del suelo cubierto por mobiliario	50 %	Distribución de la radiación incidente entre suelo y mobiliario para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución.
10	Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Fracciones de reparto: suelo, mobiliario, techo y paredes	0,3; 0,3; 0,07 y 0,33, respectivamente (ponderado por área)	Para el caso en el que el procedimiento no calcule la redistribución.
11	Absorción de radiación procedente de fuentes internas	2	Fracción radiante de las fuentes internas	- ocupantes 0,6 (de la componente sensible); - iluminación: 0,8; - equipos: 0,7.	-
12	Absorción de radiación procedente de fuentes internas	2	Porcentaje de radiación procedente de las fuentes internas absorbida por las superficies interiores de cerramientos	Proporcional a las áreas	-
13	Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies interiores	2	Emisividad ε de onda larga en superficies interiores	$\varepsilon = 0,9$	-
14	Transmisión de calor por convección en superficies interiores	2	Coefficiente de película por convección de la superficie interior (W/m^2K)	$h_c = 2 W/(m^2K)$	-
15	Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies interiores del edificio	2	Resistencia térmica superficial interior $R_{si} [(m^2K)/W]$	Valores según tabla 6 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.
16	Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio de uso residencial privado	1	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: $1200 J/kgK$ Peso: $45 kg/m^2$	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire.
17	Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio en edificios de uso distinto al residencial privado	3	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: $1200 J/kgK$ Peso: $30 kg/m^2$	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire.

1. Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes

Automáticamente se asigna el valor de 0,2 a la reflectividad de todas las superficies adyacentes.

2. Absorción de radiación solar por el terreno

Automáticamente se asigna el valor de 0,8 a la absorptividad del terreno.

3. Absorción de radiación solar incidente en las superficies opacas exteriores

Por defecto se asigna el valor de 0,6 a la absorptividad de las superficies si bien el usuario puede optar por usar valores específicos más ajustados a las condiciones del edificio.

4. Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies exteriores del edificio y su entorno

Este intercambio está descrito en el apartado 3.5.2 *External Longwave Radiation* del documento Engineering Reference de EnergyPlus donde se aplican las temperaturas del entorno (terreno, cielo y aire) para el intercambio radiante, con una emisividad igual a 1.

5. Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) en superficies exteriores del edificio y su entorno

Se asigna automáticamente la emisividad de 0,9 en todas las superficies exteriores del edificio.

6. Transmisión de calor por convección en superficies exteriores del edificio

Se asigna automáticamente un coeficiente de película de $20\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ a todas las superficies exteriores.

7. Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies exteriores del edificio

No aplica puesto que EnergyPlus trata la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.

8. Radiación solar absorbida por las superficies interiores

Se asigna automáticamente una absorptividad de 0,6 a todas las superficies interiores.

9. Radiación solar absorbida por las superficies interiores

Se introduce automáticamente mobiliario en cada zona, con un área expuesta al intercambio radiante equivalente al 50% del suelo de cada zona.

10. Radiación solar absorbida por las superficies interiores

No aplica puesto que EnergyPlus calcula la redistribución.

11. Absorción de radiación procedente de fuentes internas

Es proporcional a las áreas (dado que EnergyPlus calcula la distribución proporcional al producto de área × emisividad, estando esta prefijada por el siguiente punto).

12. Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies interiores

Se asigna automáticamente una emisividad de 0,9 a las superficies interiores.

13. Transmisión de calor por convección en superficies interiores

Se asigna automáticamente un coeficiente de película de $2W/(m^2K)$ a las superficies interiores.

14. Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies interiores del edificio

No aplica puesto que EnergyPlus trata la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.

15. Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio de uso residencial privado

El mobiliario añadido en el punto 9 tiene un calor específico de $1200 J/kgK$ y un peso de $45kg/m^2$ en edificios de uso residencial privado.

16. Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio de uso distinto al residencial privado

El mobiliario añadido en el punto 9 tiene un calor específico de $1200 J/kgK$ y un peso de $30kg/m^2$ en edificios de uso residencial privado.

3.2.4 TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN EN CERRAMIENTOS OPACOS Y EL TERRENO

	Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1	Transmisión unidimensional por conducción	3	Conductividad λ , resistencia térmica R , densidad ρ y capacidad calorífica c	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	-
2	Transmisión bidimensional o tridimensional por conducción, puentes térmicos	3	Transmitancia térmica lineal ψ o puntual χ , en su caso	En proyecto, calculada a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	Además de poder calcularse los valores según programas específicos de puentes térmicos, se dispone de valores incluidos en catálogos o atlas de puentes térmicos, como el del DA DB-HE/3.
3	Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno	2	Conductividad λ , densidad ρ y calor específico del terreno c_e	$\lambda = 2 W/mK$, $\rho = 2000 kg/m^3$, $c_e = 1000 J/kgK$	-

1. Transmisión unidimensional por conducción

El usuario asigna los materiales con sus características de conductividad, resistencia térmica, densidad y capacidad calorífica que EnergyPlus emplea para calcular la transmisión unidimensional por conducción.

2. Transmisión bidimensional o tridimensional por conducción, puentes térmicos

Automáticamente se calculan las longitudes para los puentes térmicos lineales:

- Encuentros de fachada con frente de forjado, forjado de cubierta y forjado de suelo al exterior.
- Encuentros entre cerramientos verticales
- Huecos de ventana.
- Pilares
- Unión entre solera en contacto con el terreno y muro exterior

El usuario introduce las transmitancias térmicas lineales y automáticamente se genera un cerramiento a cada zona, con una transmitancia térmica equivalente al producto de las correspondientes longitudes y transmitancias lineales. Este cerramiento carece de masa térmica y de exposición a la radiación solar.

3. Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno

Se calcula automáticamente la resistencia térmica R_{ter} de los cerramientos en contacto con el terreno conforme al *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

A continuación, se modifica la composición del cerramiento en contacto con el terreno por la suma de un material sin masa térmica, con resistencia térmica virtual R_{vir} más 0,5 metros de terreno ($\lambda=2$ W/mK, $\rho = 2000$ kg/m³, $c_e = 1000$ J/kgK), siendo $R_{virt} = R_{ter} - R_{si} - R_{0,5ter}$.

Finalmente, para la simulación, se establece como temperatura de terreno un valor constante correspondiente a la temperatura media anual de la zona climática del proyecto.

3.2.5 TRANSMISIÓN Y RADIACIÓN EN HUECOS

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1 Transmisión por conducción en huecos	3	Transmitancia térmica (U) de huecos semitransparentes y puertas.	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	En huecos semitransparentes se refiere a la transmitancia térmica (U) conjunta de vidrio y marco. A falta de datos específicos, puede considerarse $U = 5,70$ en las puertas.
2 Transmisión por conducción en huecos	3	Fracción de marco (F_M) de huecos semitransparentes.	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	De forma simplificada puede suponerse una fracción de marco igual al 20% ($F_M = 0,20$).
3 Absorción de radiación de onda corta en la superficie exterior de huecos semitransparentes y puertas	3	Absortividad α	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	En ausencia de datos específicos, se pueden emplear en huecos semitransparentes los valores del <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> en función del color del marco, y en puertas $\alpha = 0,7$.
4 Modificación de la transmisión por conducción y factor solar en huecos con elementos de oscurecimiento durante el periodo de aplicación de condiciones diferenciadas, en edificios de uso residencial privado	3	Modificación del factor solar (g) y la transmitancia térmica del hueco (U) cuando los elementos de oscurecimiento están accionados.	Según características del elemento de oscurecimiento y modo de operación indicado en la tabla 6 .	En ausencia de datos específicos: $g_{modif} = 0,7 \cdot g_{orig}$ $U_{modif} = U_{orig} \cdot (0,70 + 0,30 / (1 + 0,165 \cdot U_{orig}))$
5 Sombra de protecciones solares	3	Factor de sombra para elementos de protección solar fijos y estacionales.	-	En ausencia de datos específicos se pueden emplear los valores del <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> .

1. Transmisión por conducción en huecos

2. Transmisión por conducción en huecos

3. Absorción de radiación de onda corta en la superficie exterior de huecos semitransparentes y puertas

El usuario asigna la composición de carpinterías y puertas y por tanto su correspondiente transmitancia térmica y absortividad.

La carpintería se especifica a partir del espesor de marco y divisores, que lleva asociada la correspondiente fracción de marco.

Finalmente, la transmitancia del vidrio se define bien mediante un método simple (el usuario introduce directamente el valor de U) como mediante la introducción del usuario de la composición por capas, tanto de vidrio, como del gas de la cámara.

4. Modificación de la transmisión por conducción y factor solar en huecos con elementos de oscurecimiento durante el periodo de aplicación de condiciones diferenciadas, en edificios de uso residencial privado

Recogido en el [punto 4 del apartado Solicitaciones interiores y condiciones operacionales](#).

5. Sombra de protecciones solares

La definición de las protecciones solares se realizará mediante la introducción gráfica o paramétrica de la geometría por lo que no se precisa definir sus factores de sombra.

3.2.6 RENOVACIÓN DE AIRE. VENTILACIÓN E INFILTRACIONES

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1 Escenarios de cálculo	2	Velocidad del viento para el cálculo de la renovación de aire	Velocidad de viento constante = 2,8 m/s	En los espacios de edificios no destinados a vivienda se supone que, durante las horas de ocupación, un sistema de impulsión compensa la infiltración, coincidiendo el caudal de aire exterior con el de ventilación.
2 Tasa de renovación de aire en zonas no habitables	3	Estanqueidad de la zona no habitable	Número de renovaciones en una hora (<i>ren/h</i>)	Por defecto se pueden adoptar los valores indicados en <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> , pudiendo adoptar valores de proyecto o del edificio existente cuando existan sistemas específicos.
3 Renovación de aire en zonas habitables de edificios con uso residencial privado	3	Nivel de ventilación	Tasa de renovación de aire	Por defecto, se puede adoptar en estos espacios una tasa de renovación de aire de 0,63 <i>ren/h</i> .
4 Ventilación nocturna en zonas habitables de edificios con uso residencial privado	3	Nivel de ventilación	Tasa de renovación de aire	Puede considerarse, opcionalmente, una tasa de ventilación de 4,00 <i>ren/h</i> .
5 Infiltración por opacos	1	Exponente de caudal (<i>n</i>) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas	$n = 0,67$	-
6 Infiltración por opacos	3	Coefficiente de caudal de aire (<i>C</i>) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas, a 100Pa	Coefficiente de flujo <i>C</i> para opacos: - Edificio nuevo o edificio existente en el que se hayan llevado a cabo intervenciones ligadas a una disminución de la infiltración por opacos : 16m ³ /hm ² - Edificio existente: 29m ³ /hm ²	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
7 Infiltración por huecos	1	Exponente de caudal (<i>n</i>) de huecos (puertas y ventanas)	$n = 0,67$	-
8 Infiltración por huecos	3	Coefficiente de caudal de aire (<i>C</i>) de huecos (puertas y ventanas) a 100Pa	Coefficiente <i>C</i> por defecto para puertas: 60m ³ /h · m ² Coefficiente <i>C</i> por defecto para ventanas, según clase de permeabilidad (UNE-EN 12207): - Clase 1: 50,0 m ³ /h · m ² - Clase 2: 27,0 m ³ /h · m ² - Clase 3: 9,0 m ³ /h · m ² - Clase 4: 3,0 m ³ /h · m ²	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
9 Infiltración por aberturas de admisión	3	Exponente de caudal (<i>n</i>) de aberturas de admisión	$n = 0,50$	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
10 Infiltración por aberturas de admisión	3	Tipo y comportamiento de las aberturas de admisión	Por defecto, se consideran aberturas convencionales, encontrándose abiertas un 50% del tiempo y cerradas el 50% del tiempo restante. Su comportamiento está definido por la curva $q_v = C \cdot (\Delta P)^n$	Para otros tipos (autorregulables, antirretorno, etc) pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto o solución existente, o mediante ensayo.
11 Infiltración por aberturas de admisión	3	Coefficiente de caudal de aire (<i>C</i>) a 100Pa	Coefficiente de caudal de aire por defecto $C = 10 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
12 Coeficientes de presión	3	Coefficientes de presión para considerar el efecto del viento	$C_{p,expuesto} = +0,25$ para fachadas a barlovento, $C_{p,noexpuesto} = -0,50$ para fachadas a sotavento, $C_{p,cubiertas} = -0,60$ para cubiertas (ángulo con la vertical $\leq 60^\circ$) Se considera que los elementos expuestos tienen un 50% de su superficie a barlovento y otro 50% a sotavento	La norma UNE-EN 15242 incluye más información sobre procedimientos de determinación de los coeficientes de presión.
13 Exposición al viento	3	Área expuesta	Se puede considerar, por defecto, que los elementos expuestos tienen un 50% de su superficie a barlovento y otro 50% a sotavento	-

A continuación, se expone el procedimiento de cálculo que implementa la herramienta, señalando dónde queda integrado el cumplimiento de cada punto de la tabla.

Criterios comunes

Para todos los cálculos de este apartado, se aplican las siguientes condiciones y valores:

- El exponente de caudal de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas es $n = 0,67$ (punto 5).
- Los coeficientes de caudal de aire de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas, a 100Pa son $16 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ para edificios nuevos o existentes intervenidos en infiltraciones y $29 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en edificios existentes (punto 6).
- El exponente de caudal de huecos (puertas y ventanas) es $0,67$ (punto 7).
- El coeficiente de caudal de aire a 100 Pa de puertas es $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ y de ventanas, según la clase de permeabilidad (punto 8):
 - Clase 1: $50,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
 - Clase 2: $27,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
 - Clase 3: $9,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
 - Clase 4: $3,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

El usuario puede seleccionar la clase para las ventanas del modelo.

- El exponente de caudal de las aberturas de admisión es $n = 0,50$ (punto 9)
- Los coeficientes de presión para considerar el efecto del viento son (punto 12):
 - $C_{p,expuesto} = +0,25$ para fachadas a barlovento,
 - $C_{p,noexpuesto} = -0,50$ para fachadas a sotavento,
 - $C_{p,cubiertas} = -0,60$ para cubiertas (ángulo con la vertical $\leq 60^\circ$)
- Se considera que los elementos expuestos tienen un 50% de su superficie a barlovento y otro 50% a sotavento (13).

Edificios con uso residencial privado

En zonas habitables, el procedimiento toma una tasa de renovación de aire de $0,63 \text{ ren/h}$ (punto 3).

A partir del volumen de las zonas habitables, se calcula el caudal Q de ventilación total en m^3/h .

Se supone que la permeabilidad de las aberturas de admisión permite obtener el mismo caudal que un hueco dotado de microventilación (o una ventana de Clase 1 de permeabilidad), con un exponente de caudal $n=0,50$ y operando con un grado de apertura del 50%.

Por ello, se calcula el ΔP que proporcionaría el caudal Q con la infiltración por opacos y puertas y con huecos de Clase 1 de permeabilidad.

Utilizando dicho ΔP , se calcula el caudal que deberán proporcionar las aberturas de admisión, introduciendo los huecos con su clase de permeabilidad real.

A partir de ese caudal, el exponente de caudal 0,5 y se calcula el producto de $A \times C$ de las aberturas de admisión, multiplicando además por 0,5 para considerar que se encuentran abiertas el 50% del tiempo (punto 10).

Teniendo el producto $A \times C$ de las aberturas de admisión, no es necesario conocer de forma independiente al valor del área y el coeficiente de caudal de aire (no aplica el punto 11)

Una vez se dispone de los $A \times C$ de opacos, puertas, huecos y aberturas de admisión, junto con sus exponentes de caudal, la velocidad de viento de 2,8m/s (punto 1) y las áreas expuestas y coeficientes de presión, se calcula la presión interior P_i suponiendo que el caudal Q queda satisfecho.

Conocida dicha presión P_i , se calculan independientemente los caudales correspondientes a barlovento, sotavento y cubiertas.

El caudal de infiltración se calcula sumando aquellos caudales cuyo sentido de flujo sea hacia el interior del edificio.

Finalmente, se añade una entrada de aire adicional de 01:00 a 8:00 como ventilación nocturna, con un valor equivalente a 4 ren/h menos las infiltraciones y la ventilación mecánica, de forma que la entrada total de aire sume 4ren/h (punto 4).

Edificios no destinados a vivienda

Se introduce automáticamente la infiltración únicamente fuera del horario de ventilación (punto 1).

La infiltración se calcula según la metodología explicada para el caso residencial, pero considerando una entrada de infiltración por aberturas de admisión nula.

Zonas no habitables

El usuario introduce el nivel de estanqueidad y se asigna automáticamente la tasa de infiltración correspondiente a los valores indicados en Documento de Apoyo DA DB-HE/1 (punto 2).

3.2.7 EQUIPOS

Tabla 15: Equipos de climatización y sistemas energéticos

	Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
1	Características de los equipos de climatización a considerar por defecto en espacios acondicionados sin equipos de climatización definidos en edificios de uso residencial privado	1	Según equipos de referencia para uso residencial privado de la Sección HE0 del DB-HE	-	
2	Comportamiento de los sistemas energéticos	3	Curvas de rendimiento de los equipos, factores de corrección	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	-
3	Cumplimiento de las consignas	1	Horas fuera de consigna	Según límite fijado por el DB-HE	Según el DB-HE, el número de horas fuera de consigna es aquel en el que cualquiera de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de temperaturas de consigna de calefacción o refrigeración, con un margen superior a 1°C, definido en sus condiciones operacionales.
4	Potencia de los generadores térmicos	3	Potencia de los equipos	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	En el caso de que los sistemas definidos por el usuario no permitan operar sin superar el número de horas fuera de consigna admisibles, se supondrá que son suplementados por equipos con potencia suficiente para alcanzar dichas condiciones. En el caso de edificios de uso residencial privado, las características de estos equipos suplementarios serán iguales a las definidas para los equipos de referencia en el DB-HE y, en el caso de edificios con otros usos, serán iguales a las definidas para el edificio de referencia (tabla 20). Estos equipos suplementarios y sus consumos asociados deben estar claramente identificados en la salida de resultados.

1. Características de los equipos de climatización a considerar por defecto en espacios acondicionados sin equipos de climatización definidos en edificios de uso residencial privado

En el caso de edificios de uso residencial privado, cuando no se defina en proyecto sistemas para el servicio de calefacción, refrigeración se introducen automáticamente sistemas ideales de calentamiento y enfriamiento con una tasa de ventilación de 0,63 ren/h.

Para el cálculo del consumo energético de estos sistemas se aplicará un rendimiento de 0,92 (PCS) con combustible Gas Natural para calefacción y de 2,60 y combustible electricidad para refrigeración, de acuerdo con la sección HE0 del DB-HE.

2. Comportamiento de los sistemas energéticos

El usuario podrá definir las diferentes curvas de rendimiento de los equipos, factores de corrección y demás parámetros que definen el comportamiento de los sistemas energéticos, para adaptarlos a valores de proyecto o solución existente en edificios construidos.

3. Cumplimiento de las consignas

4. Potencia de los generadores térmicos

Se añaden automáticamente sistemas ideales de calefacción/refrigeración en todas las zonas acondicionadas, actuando como suplemento en caso de que no se alcancen las consignas con los equipos introducidos por el usuario.

El usuario puede desactivar la introducción de estos sistemas ideales, recibiendo un aviso en caso de que se supere el 4% de horas fuera de consigna y no generándose el certificado.

Las características de los equipos suplementarios, en caso de edificios de uso residencial privado corresponderán a los del punto anterior mientras que el caso de edificios con otros usos, serán iguales a las definidas para el edificio de referencia.

3.3 Coeficientes de paso

Los coeficientes de paso de energía final a energía primaria no renovable y a emisiones son los recogidos en el Documento reconocido del RITE *Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*.

Para el caso del vector energético electricidad, se emplearán los valores de Electricidad convencional peninsular en el caso de edificios situados en la península, mientras que se emplearán los valores de cada territorio específico para los situados en Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

3.3.1 COEFICIENTES DE PASO DE LA PRODUCCIÓN RENOVABLE IN SITU

La energía producida in situ a partir de fuentes de energía renovable se considerará con un coeficiente de paso de energía final a energía primaria igual a 1,0, obtenido a partir de un coeficiente de paso a energía primaria renovable igual a 1,0 y un coeficiente de paso a energía primaria no renovable igual a 0,0.

3.4 Edificio de referencia

A continuación se recoge cómo se genera el edificio de referencia a partir del edificio objeto.

En aquellos casos en los que cierto parámetro dependa de la orientación del elemento constructivo, se tomarán las direcciones asimiladas de la tabla 17 del CTPEEE.

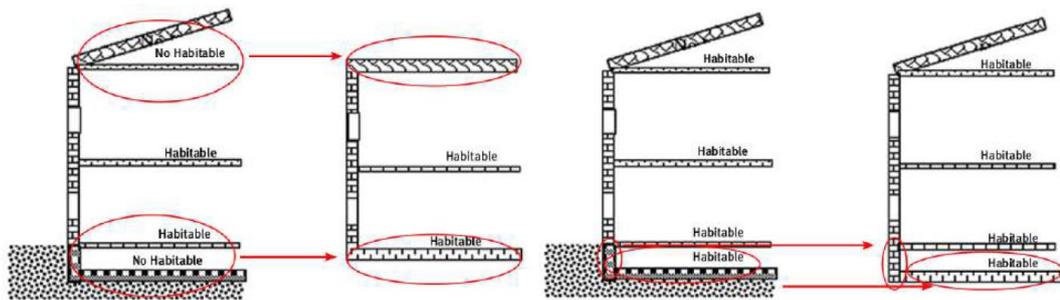
3.4.1 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE ESPACIOS HABITABLES

Cerramientos

Los cerramientos se definen a partir del espesor y propiedades de las capas según las soluciones constructivas de referencia recogidas en las tablas 23 a 28 del CTPEEEE.

Se realizan las siguientes transformaciones geométricas y constructivas de muros, cubiertas y suelos:

- Se considera el muro en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno y se suprimen los espacios no habitables.
- Se sustituye el forjado entre el espacio no habitable y el habitable inmediatamente inferior por la cubierta de referencia.
- Se considera suelo en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno o con un espacio no habitable.



Huecos

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.

Las transmitancias térmicas de huecos se definen conforme a las tablas 30 y 31 del CTPEEEE.

El factor solar de huecos de invierno se obtiene de la tabla 33 del CTPEEEE.

El factor solar de verano se modifica añadiendo a cada hueco un elemento ficticio de sombra, cuyo factor de sombra multiplicado por el factor solar de invierno coincide con el valor establecido en las tablas 36 a 41 del CTPEEEE.

Se mantienen los retranqueos del edificio objeto así como los obstáculos de fachada que forman parte de la envolvente del edificio. Se ignora el resto de obstáculos de fachada y elementos de sombra exteriores adicionales al acristalamiento.

La permeabilidad de los huecos se toma de la tabla 32 del CTPEEEE.

Lucernarios

Si el porcentaje de huecos supera el 5%, se modificarán las superficies de todos los lucernarios hasta que el valor de ese porcentaje sea del 5%. La parte de hueco eliminada se sustituye por la solución de cubierta de referencia.

La transmitancia del lucernario será la misma que la de cubierta establecida para el edificio de referencia.

El factor solar de invierno será 0,7 y el de verano se establecerá según la tabla 42 del CTPEEEE.

Se ignorarán los elementos de sombra exteriores o integrados y se mantienen los retranqueos y obstáculos de fachada que forman parte de la envolvente del edificio.

La permeabilidad de los lucernarios se toma de la tabla 32 del CTPEEEE.

Puertas con superficie acristalada inferior al 50%

Las puertas con superficie acristalada inferior al 50% mantienen la permeabilidad del edificio objeto.

3.4.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE ESPACIOS NO HABITABLES

Los cerramientos opacos y semitransparentes de espacios no habitables que dan al exterior o están en contacto con el terreno desaparecen al eliminarse todo el espacio no habitable.

3.4.3 CARGAS INTERNAS Y CONDICIONES OPERACIONALES

Para los espacios habitables acondicionados y no acondicionados se utilizan las mismas condiciones operacionales, fuentes internas y ventilación que el edificio objeto.

No existen espacios habitables en el edificio de referencia.

3.4.4 SISTEMAS PARA EDIFICIOS DE USO DISTINTO AL RESIDENCIAL

1. Sistemas de iluminación

Los sistemas de iluminación tendrán la potencia del edificio objeto multiplicada por el ratio $VEEI_{ref}/VEEI_{obj}$.

El usuario deberá introducir los parámetros $VEEI_{obj}$ y $VEEI_{ref}$, siendo este último el valor límite de referencia conforme a la tabla 43 del CTPEEEE.

2. Sistemas de ACS

La demanda de ACS del edificio de referencia será la misma que la del edificio objeto, entendiéndose por demanda a la cantidad, variación horaria y temperatura de uso del agua caliente sanitaria.

El sistema de generación del edificio de referencia tendrá un rendimiento térmico medio estacional con un porcentaje de cobertura solar conforme a la tabla 21 del CTPEEEE.

3. Sistemas de climatización

Las condiciones operacionales (horario de funcionamiento y temperaturas de consigna para calefacción/refrigeración) serán las mismas que las del edificio objeto.

Asimismo, los caudales de aire exterior de ventilación en cada zona serán idénticos a los del edificio objeto.

El sistema de generación térmica tendrá un rendimiento medio estacional de 0,70 y combustible gasóleo. Suministrará la demanda de calor más la ventilación.

El sistema de refrigeración será un sistema eléctrico con rendimiento medio estacional de 1,70. Suministrará la demanda de calor más la ventilación.

3.4.5 COBERTURA SOLAR MÍNIMA

La cobertura solar mínima del edificio de referencia será la recogida por la tabla 21 del CTPEEEE conforme a la zona climática según irradiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal.

Dicha irradiación, y por tanto la correspondiente zona climática se tomará del valor para la capital de provincia del documento *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*, publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología.