

Solicitud de Documento Reconocido

Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas.

de acuerdo con el artículo 3 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

CONTENIDO

SOLICITANTES	2
INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	4
Definición del sistema o equipo en CALENER –VYP.....	4
Selección de localidades.....	4
Dimensionado del equipo o sistema	5
Generación de base de datos de factores de ponderación.....	5
Selección del factor de ponderación aplicable en el procedimiento simplificado	6
VALORES DEL FACTOR DE PONDERACIÓN OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	9
INTEGRACIÓN DE LOS FACTORES DE PONDERACIÓN EN EL UTILIZACIÓN EN EL PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS	11
DOMINIO DE APLICACIÓN	19
DOMINIO DE APLICACIÓN	19
DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA	20
EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE POTENCIAS NOMINALES DE EQUIPOS.	21
RESULTADOS INTERMEDIOS.....	25
ANEXO I. MORFOLOGÍA DE LOS EDIFICIOS SELECCIONADOS.....	0

SOLICITANTES

Servando Álvarez Domínguez, en representación del grupo de investigación de Termotecnia, TEP-143 de la Universidad de Sevilla,

Ignacio Leiva Pozo, de Repsol-YPF, miembro del Comité de Utilización y en representación de la Asociación Española del Gas (SEDIGAS)

José Luis Blanco Belda, en representación de la Asociación Española de Operadores de Gases Licuados del Petróleo (AOGLP)

José María Ortiz García en representación de la Asociación española de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC)

Solicitan la aceptación e inscripción del documento:

Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas

como documento reconocido, de acuerdo con el artículo 3 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.

En Sevilla a 1 de septiembre de 2008

Los autores del presente trabajo se comprometen a explicar con detalle el procedimiento descrito en el presente documento y a facilitar la información informática y documental complementaria necesaria a cualquier institución o persona física que desee ampliar o mejorar los equipos o sistemas contenidos en esta versión inicial que se presenta a reconocimiento.

Los autores del presente trabajo agradecen públicamente la intervención en calidad de asesor de D. José Manuel Pinazo Ojer del departamento de Termodinámica Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia.

INTRODUCCIÓN.

Las prestaciones medias estacionales de un sistema térmico no dependen exclusivamente de sí mismo (tipo y prestaciones nominales), sino que son función además del:

- Clima
- Edificio donde está instalado (que condiciona la carga parcial)
- Dimensionado (o más bien sobredimensionado) de su potencia

Puesto que estos tres elementos condicionan las prestaciones medias estacionales, su tipificación debe hacerse en principio para una familia de edificios concreta (tales como las viviendas unifamiliares y los bloques de viviendas), para cada clima concreto y bajo unos escenarios concretos de dimensionado de la potencia punta.

Las prestaciones a las que se hace referencia en el documento son típicamente rendimientos cuando se trata de calderas, COP cuando se habla de bombas de calor funcionando en modo calefacción y EER para los equipos de producción de frío.

El documento que se presenta a reconocimiento contiene:

- Un procedimiento para determinar las prestaciones medias estacionales de los equipos y sistemas de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria en edificios de viviendas.
- La aplicación del procedimiento a los equipos y sistemas que actualmente forman parte del programa de referencia CALENER-VYP y para las condiciones en que dichos equipos se contemplan en el estándar de cálculo del mencionado programa.

El disponer de las prestaciones medias estacionales permitirá su utilización directa en procedimientos simplificados de certificación energética de edificios y en particular es directamente aplicable al procedimiento incluido en el documento reconocido complementario denominado ***“Procedimiento simplificado para Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Viviendas”***

En la medida en la que se modifique o se amplíe el estándar de cálculo del programa CALENER-VYP (nuevas hipótesis de funcionamiento, nuevos equipos, combinaciones de los equipos actuales y/o de los nuevos, nuevas curvas por defecto de equipos, curvas específicas de fabricantes etc.) se deberá actualizar el procedimiento cuando las modificaciones afecten a las hipótesis y opcionalmente, se podrá volver a aplicar el procedimiento para ampliar las soluciones incluidas.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Las prestaciones medias estacionales de un equipo o sistema se calcularán multiplicando sus prestaciones nominales por un factor denominado factor de ponderación representativo.

Para obtener el factor de ponderación representativo correspondiente a un cierto equipo o sistema se seguirán las siguientes etapas:

DEFINICIÓN DEL SISTEMA O EQUIPO EN CALENER –VYP

Se definen los equipos o sistemas cuyo factor de ponderación se desea obtener sobre una muestra de 6 edificios cuya tipología se describe en el Apéndice I y con unas características constructivas que responden a la aplicación estricta de las exigencias del documento básico CTE-HE1 para cada zona climática.

La representatividad de la muestra de edificios se ha basado en aquellos parámetros que determinan el diseño de los sistemas tales como la superficie útil y el tamaño de los espacios. En total se han seleccionado 3 edificios de viviendas unifamiliares y 3 correspondientes a bloques de viviendas.

SELECCIÓN DE LOCALIDADES

El comportamiento del edificio y del sistema se evaluará realizando las simulaciones de CALENER VYP en las localidades que se indican en la tabla siguiente:

		Zona Climática de Verano			
		1	2	3	4
Zona Climática de Invierno	A			Cádiz	Almería
	B			Valencia Castellón	Sevilla Córdoba
	C	Bilbao	Barcelona	Granada	Toledo Jaén
	D	Vitoria	Segovia Zamora	Madrid Guadalajara Ciudad Real	
	E	Burgos			

DIMENSIONADO DEL EQUIPO O SISTEMA

La potencia de los equipos o sistemas se calculará de acuerdo con los siguientes criterios:

Calderas de combustión (centralizadas por vivienda).- 25 kW

Calderas de combustión (centralizadas por bloque).- Sobredimensionado del 0% y del 42% a partir de los valores de carga punta que presenten los valores horarios de demanda obtenidos mediante LIDER.

Sistemas de calefacción por bombas de calor aire-aire (equipos centralizados por vivienda)

Según la siguiente tabla (en W/m² en condiciones EUROVENT):

	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
Viviendas unifamiliares	70	80 y 100	120 y 140		
Viviendas en bloque	60	70	100		

Sistemas de calefacción por bombas de calor aire-aire (equipos individuales tipo split)

Los mismos criterios que los equipos centralizados con una potencia mínima en condiciones EUROVENT de 2.0 kW.

Sistemas de refrigeración.-

Se calculará la potencia nominal en condiciones EUROVENT multiplicando por 0.87 las potencias de calefacción citadas anteriormente y suponiendo que el ratio potencia sensible frente a potencia total es 0.70.

GENERACIÓN DE BASE DE DATOS DE FACTORES DE PONDERACIÓN

De los resultados del programa CALENER VYP se obtendrán las demandas y los consumos en energía final de calefacción, refrigeración y ACS (según corresponda).

Las prestaciones medias estacionales se calcularán como el cociente entre las demandas y los consumos en energía final obtenidos de los ficheros de resultados *Obj.dat.

El factor de ponderación se define finalmente como el cociente entre la prestación media estacional y la prestación en condiciones nominales.

Se hace notar en este punto que el factor de ponderación es independiente de la calidad del equipo en condiciones nominales, es decir, el factor de ponderación es el mismo si, por ejemplo, el COP nominal de una bomba de calor es 2.5 o 4.

SELECCIÓN DEL FACTOR DE PONDERACIÓN APLICABLE EN EL PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO

Para seleccionar los valores que finalmente se habrán de utilizar en el *“Procedimiento simplificado para Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Viviendas”* se elegirá de la muestra el valor que se corresponde con el 15% de los casos más desfavorables. Como el factor de ponderación es tanto peor cuanto menor sea su valor, el percentil elegido hace que haya una probabilidad del 85% de que el factor de ponderación real sea mejor que el valor considerado.

La muestra es obviamente discreta por lo que la elección del percentil del 15% no es trivial en muchos casos. Para obviar esta dificultad se propone un ajuste de la muestra mediante una función de Weibull a partir de la cual la obtención del percentil es inmediata.

Para ilustrar esto último se incluye a continuación una de las muestras obtenidas para la aplicación del procedimiento (figura 1) y el proceso de obtención del factor de ponderación que se retiene para el procedimiento simplificado de certificación de viviendas (figura 2 y figura 3).

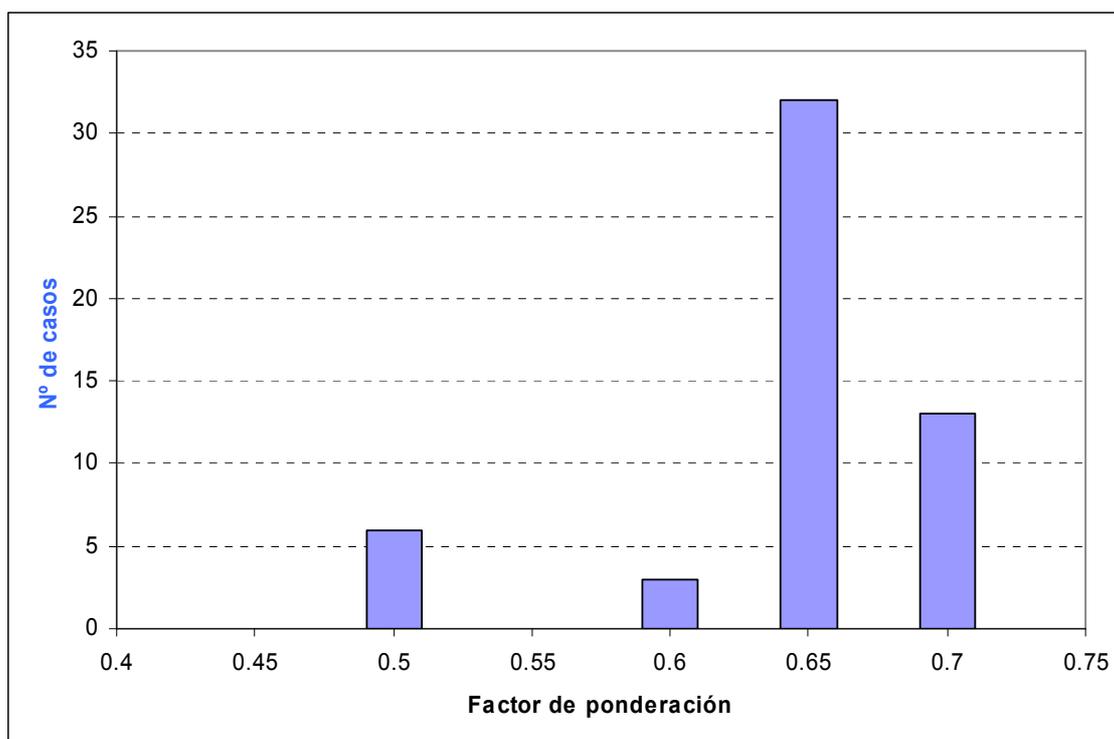


Figura 1.- Distribución en frecuencias de la muestra

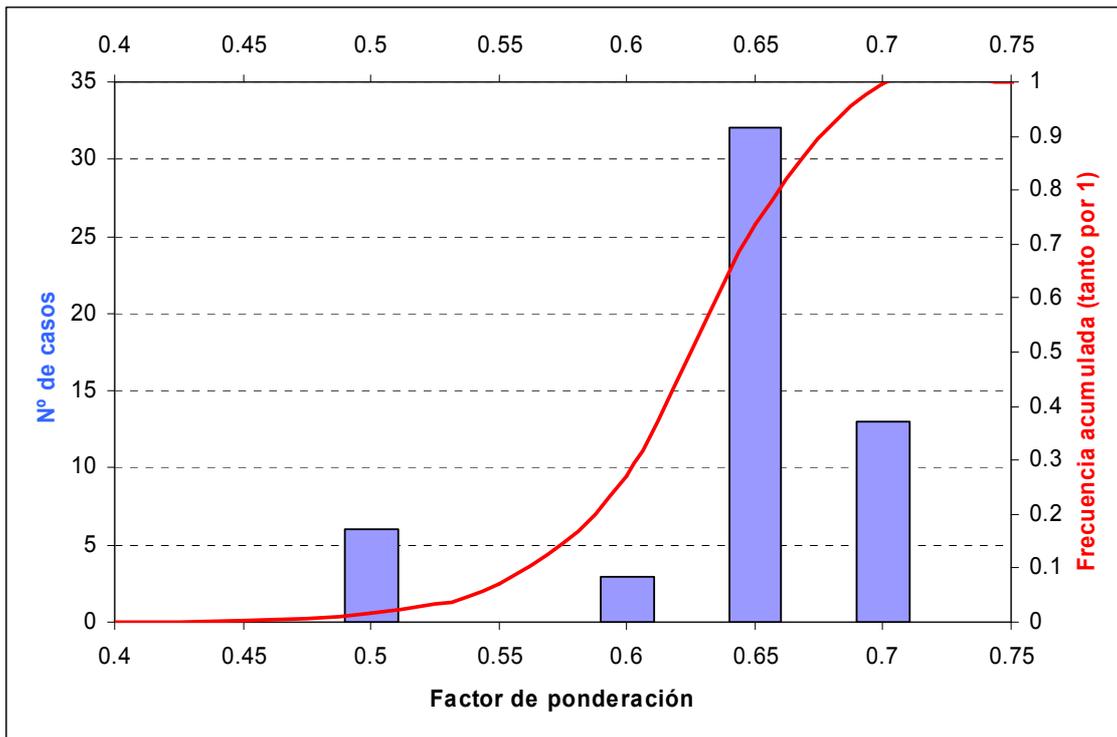


Figura 2.- Ajuste de la muestra

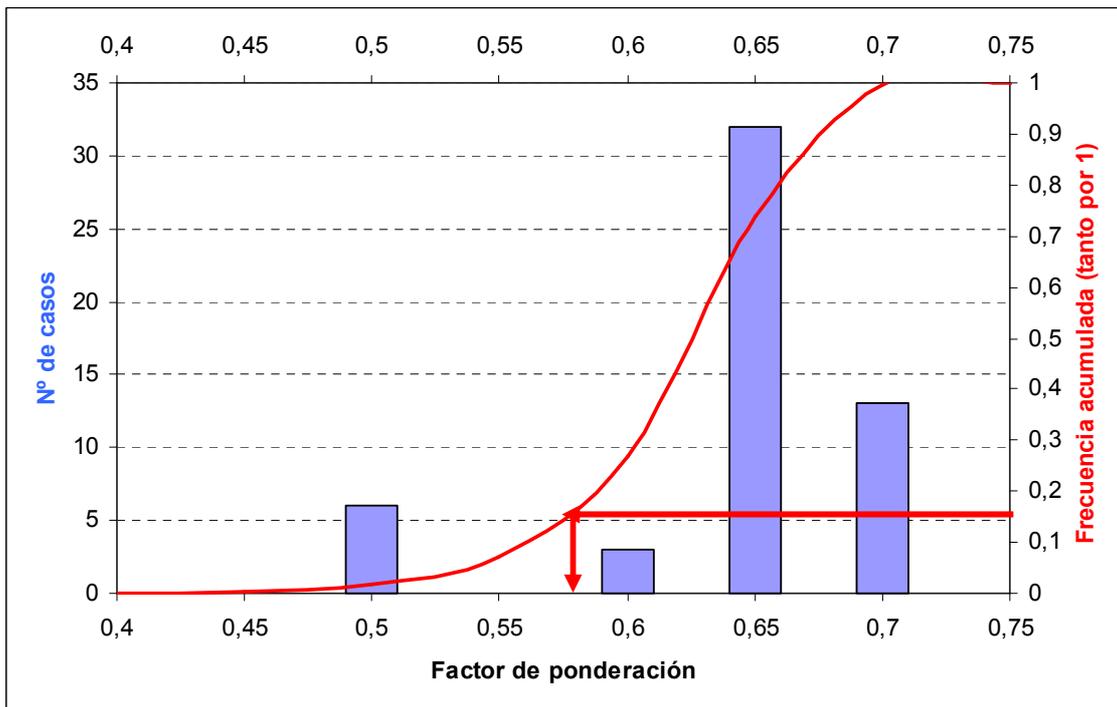


Figura 3.- Selección del factor de ponderación aplicable (0.58 en este caso)

Hay que añadir que el número de casos a considerar para construir la muestra depende obviamente de la estabilidad del factor reponderación buscado frente al clima, al edificio y al dimensionado del equipo. En muchos casos de equipos muy estables (por ejemplo algunas calderas), basta una muestra pequeña, por ejemplo 2 edificios en 3 climas para asegurar que el factor de ponderación elegido tiene precisión técnica suficiente.

Finalmente, en relación con el percentil del 15% que en teoría presenta un cierto riesgo, se recuerda que el factor de ponderación contribuye al indicador de eficiencia energética del equipo que es uno de los seis que hacen falta componer el indicador de eficiencia energética global. El carácter conservador de cada uno de los seis indicadores intermedios hace que, para el Indicador de Eficiencia Global, sea estadísticamente insignificante la probabilidad de que la clase de eficiencia realmente obtenida sea peor que la clase de eficiencia reivindicada, por un efecto de compensación estadística.

VALORES DEL FACTOR DE PONDERACIÓN OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Las tablas siguientes muestran los valores de los factores de ponderación obtenidos según el procedimiento descrito y que se utilizan directamente en el procedimiento simplificado contenido en:

T_{sis} 1-1. Factores de ponderación para sistemas de calefacción y mixtos basados en calderas de combustión:

Caldera calefacción combustión estándar	0.97
Caldera calefacción combustión baja temperatura	1.00
Caldera calefacción combustión de condensación	1.08
Caldera mixta combustión estándar	0.98
Caldera mixta combustión baja temperatura	1.00
Caldera mixta combustión de condensación	1.06

T_{sis} 1-2. Factores de ponderación para sistemas de agua caliente sanitaria:

Caldera ACS combustión estándar	0.93
Caldera ACS eléctrica	1.00
Caldera mixta combustión estándar	0.98
Caldera mixta combustión baja temperatura	1.00
Caldera mixta combustión de condensación	1.06

T_{sis} 1-3. Factores de ponderación para sistemas de calefacción por bomba de calor

	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)	0.79	0.71		0.68	
Equipos centralizados (viviendas en bloque)	0.79	0.75		0.68	
Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)	0.60	0.62		0.58	

T_{sis} 1. 4. Factores de ponderación para sistemas de refrigeración

	Zona Climática		
	2	3	4
Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)	0.83	0.71	0.78
Equipos centralizados (viviendas en bloque)	0.90	0.80	0.88
Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)	0.54	0.66	0.75

INTEGRACIÓN DE LOS FACTORES DE PONDERACIÓN EN EL UTILIZACIÓN EN EL PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS

Se muestran a continuación los documentos del ***“Procedimiento simplificado para Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Viviendas”*** que definen, contienen o utilizan el factor de ponderación que constituye el objetivo del presente documento reconocido.

Son tres:

Documento explicativo del cálculo de los indicadores de eficiencia energética de los sistemas

Ficha para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética de los sistemas

Tablas para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética de los sistemas

Se encuentran en las páginas siguientes.

SITUACIÓN EN EL ESQUEMA GENERAL



DOCUMENTOS ESPECÍFICOS

F_{sis}: Ficha para el cálculo de los indicadores, en la que se recogen los tres usos energéticos contemplados en el procedimiento de certificación energética para viviendas (calefacción, refrigeración y ACS).

T_{sis}: Tablas que contienen:

- La versión actual de estimación del comportamiento medio estacional de equipos a partir del comportamiento en condiciones nominales, según se recoge en el documento reconocido "*Rendimiento medio estacional de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de vivienda*".
- El coeficiente de paso de comportamiento medio estacional a indicador en términos de emisiones de CO₂.

Es de destacar que el documento reconocido citado contiene una relación no cerrada de equipos y sistemas y que estará, por tanto, sujeto a actualizaciones periódicas en función de nuevos combustibles, nuevas curvas de comportamiento de equipos ya contemplados, nuevos equipos, nuevas combinaciones de equipos etc.

De igual manera, los coeficientes de paso a emisiones de CO₂ pueden estar sometidos a revisión en función de cambios en el mix eléctrico u otras circunstancias.

Tanto las actualizaciones del documento reconocido citado como las revisiones oficiales de los coeficientes de paso a emisiones de CO₂ supondrán modificaciones del contenido y alcance de las tablas de esta sección, permaneciendo inalterable el resto del procedimiento.

En principio se ha considerado que todos los edificios en todas las zonas climáticas necesitan sistema de calefacción y refrigeración, salvo para la zona climática de verano 1 (que no necesita sistema de refrigeración sea cual sea el edificio de viviendas considerado). Lógicamente, la hipótesis anterior podrá eliminarse en posteriores actualizaciones del procedimiento, especialmente para la zonas climáticas suaves (A para calefacción y 2 para refrigeración). Es decir, se podrá contemplar en futuras versiones de este procedimiento simplificado la existencia de edificios que no necesiten sistema de calefacción y/o refrigeración siempre que las características de su envolvente garanticen que se mantienen condiciones razonables de confort sin la existencia de dichos equipos.

METODOLOGÍA**1. Indicadores de Eficiencia Energética de sistemas de calefacción y refrigeración IEE_{SC} e IEE_{SR}**

La superficie útil total se subdivide hasta en tres grupos. Los dos primeros permiten la posibilidad de incluir dos sistemas de calefacción y/o refrigeración diferentes. Si el edificio tuviera más de dos sistemas habrá que agruparlos en los dos disponibles, siguiendo un criterio de analogía de combustible o prestaciones nominales por este orden. El tercer grupo está asociado a la superficie útil no acondicionada (es decir, sin sistema de calefacción y/o refrigeración según corresponda).

Para cada uno de los grupos (equipo principal, equipo secundario y sin equipo respectivamente) se siguen los siguientes pasos para completar la ficha:

- a. Se especifica el tipo de sistema y el combustible que utiliza (en su caso) con los códigos del documento de datos de partida.
- b. Se obtiene el valor de prestaciones nominales (del documento de Datos de partida) que podrá ser un rendimiento para calderas, un COP para bombas de calor y un EER para equipos de refrigeración.
- c. Se obtiene el factor de ponderación de las tablas T_{sit-1} en función del sistema y del grado de centralización (del documento de Datos de partida).
- d. Se calcula el valor de prestaciones medias estacionales multiplicando las prestaciones nominales por el factor de ponderación.
- e. Se calcula el indicador de eficiencia energética de las tablas T_{sit-2} en función del sistema, del combustible y del valor de prestaciones medias. Cuando no hay equipo el valor por defecto del IEE es 1,2 para calefacción y 1,07 para refrigeración.
- f. Se obtiene la superficie útil de las zonas acondicionadas por cada sistema (del documento de Datos de partida). Debe comprobarse que la suma total de las tres superficies coincide con la superficie útil total.
- g. Se multiplican las IEE de los sistemas por la superficie útil asociada a cada uno de ellos.
- h. Los IEE finales de los usos de calefacción y refrigeración se obtienen dividiendo el resultado del paso g entre la superficie útil total del edificio.

2. Indicador de Eficiencia Energética del sistema de agua caliente sanitaria IEE_{SACS}

Se siguen los siguientes pasos para completar la ficha:

- a. Se especifica el tipo de sistema y el combustible que utiliza (en su caso) con los códigos del documento de Datos de partida
- b. Se obtiene el valor de prestaciones nominales (del documento de Datos de partida) que podrá ser un rendimiento para calderas y un COP para bombas de calor.
- c. Se obtiene el factor de ponderación de las tablas T_{sit-1} en función del sistema y del grado de centralización (del documento de datos de partida).
- d. Se calcula el valor de prestaciones medias estacionales multiplicando las prestaciones nominales por el factor de ponderación.
- e. Se calcula el indicador de eficiencia energética de las tablas T_{sit-2} en función del sistema, del combustible y del valor de prestaciones medias.

M_{sis}**METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS**
*IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}***TERMINOLOGÍA**

Factor de ponderación: Es el factor por el que hay que multiplicar las prestaciones nominales de un equipo o sistema para obtener sus prestaciones medias estacionales. Depende conceptualmente del tipo de equipo o sistema, del clima de la localidad, del edificio en el que está instalado y del nivel de sobredimensionado de la instalación.

Indicador de Eficiencia Energética IEE_{SC}: Es el Indicador de Eficiencia Energética de sistemas de calefacción.

Indicador de Eficiencia Energética IEE_{SR}: Es el Indicador de Eficiencia Energética de sistemas de refrigeración.

Indicador de Eficiencia Energética IEE_{SACS}: Es el Indicador de Eficiencia Energética de los sistemas para agua caliente sanitaria.

Rendimiento (η) medio estacional, COP medio estacional o EER medio estacional: Es la relación entre la energía útil proporcionada y la energía consumida por un determinado equipo funcionando durante una estación (de calefacción o refrigeración según proceda) en condiciones reales.

F_{sis}	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS
	IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}

PROYECTO	
UBICACIÓN	

IEE SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Sistemas de calefacción Tipo/combustible	Rendimiento o COP nominal	Factor de ponderación	Rendimiento o COP medio estacional	IEE	Superficie m ²	IEE x Superficie
Sin sistema de calefacción	---	---	---	1,2		
Σ IEE x Superficie =						

IEE_{SC} (Σ IEE x Superficie)/ S_U	
---	--

IEE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Sistemas de refrigeración	EER nominal	Factor de ponderación	EER medio estacional	IEE	Superficie m ²	IEE x Superficie
Sin sistema de refrigeración	---	---	---	1,07		
Σ IEE x Superficie =						

IEE_{SR} (Σ IEE x Superficie)/ S_U	
---	--

IEE SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Sistema de ACS Tipo/combustible	Rendimiento o COP nominal	Factor de ponderación	Rendimiento o COP medio estacional	IEE_{SACS}

T sis	TABLA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}
-----------------	---

T_{sis}-1 TABLAS DE FACTORES DE PONDERACIÓN

T_{sis} 1-1. Factores de ponderación para sistemas de calefacción y mixtos basados en calderas de combustión:

Caldera calefacción combustión estándar	0.97
Caldera calefacción combustión baja temperatura	1.00
Caldera calefacción combustión de condensación	1.08
Caldera mixta combustión estándar	0.98
Caldera mixta combustión baja temperatura	1.00
Caldera mixta combustión de condensación	1.06

T_{sis} 1-2. Factores de ponderación para sistemas de agua caliente sanitaria:

Caldera ACS combustión estándar	0.93
Caldera ACS eléctrica	1.00
Caldera mixta combustión estándar	0.98
Caldera mixta combustión baja temperatura	1.00
Caldera mixta combustión de condensación	1.06

T_{sis} 1-3. Factores de ponderación para sistemas de calefacción por bomba de calor

	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)	0.79	0.71		0.68	
Equipos centralizados (viviendas en bloque)	0.79	0.75		0.68	
Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)	0.60	0.62		0.58	

T_{sis} 1. 4. Factores de ponderación para sistemas de refrigeración

	Zona Climática		
	2	3	4
Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)	0.83	0.71	0.78
Equipos centralizados (viviendas en bloque)	0.90	0.80	0.88
Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)	0.54	0.66	0.75

T_{sis}	TABLA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS <i>IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}</i>
------------------------	--

T_{ele}- 2 TABLAS PARA CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS

T_{ele}- 2.1 IEE sistema de calefacción. Bombas de calor y aparatos eléctricos-efecto Joule

COP ¹ medio estacional	Situación peninsular
3.30	0.81
3.20	0.83
3.10	0.85
3.00	0.88
2.90	0.70
2.80	0.72
2.70	0.75
2.60	0.78
2.50	0.81
2.40	0.85
2.30	0.88
2.20	0.92
2.10	0.97
2.00	1.01
1.90	1.07
1.80	1.13
1.70	1.19
1.60	1.27
1.50	1.35
1.40	1.45
1.30	1.56
Aparatos eléctricos - efecto Joule	2.02

T_{ele}- 2.2 IEE sistema de calefacción. Calderas de combustión

η medio estacional ²	Situación peninsular		
	Calderas Gas Natural	Calderas Gasóleo C	Calderas GLP
1.10	0.58	0.82	0.69
1.05	0.61	0.85	0.73
1.00	0.64	0.90	0.76
0.95	0.67	0.94	0.80
0.90	0.71	1.00	0.85
0.85	0.75	1.06	0.90
0.80	0.80	1.12	0.95
0.75	0.85	1.20	1.02
0.70	0.91	1.28	1.09
0.65	0.98	1.38	1.17
0.60	1.06	1.49	1.27

¹ COP: Coefficient of Performance, en castellano CEE, Coeficiente de Eficiencia Energética

² η : Rendimiento

T _{sis}	TABLA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}
-------------------------	--

T_{els}- 2.3 IEE sistema de refrigeración

EER ³ medio estacional	Situación peninsular
3.30	0.79
3.20	0.81
3.10	0.84
3.00	0.87
2.90	0.90
2.80	0.93
2.70	0.96
2.60	1.00
2.50	1.04
2.40	1.08
2.30	1.13
2.20	1.18
2.10	1.24
2.00	1.30
1.90	1.37
1.80	1.44
1.70	1.53
1.60	1.62
1.50	1.73
1.40	1.85
1.30	2.00

T_{els}- 2.4 IEE sistema de ACS. Calderas/Calentadores de combustión

η^4 medio estacional	Situación peninsular		
	Calderas Gas Natural	Calderas Gasóleo C	Calderas GLP
1.10	0.49	0.69	0.58
1.05	0.51	0.72	0.61
1.00	0.54	0.76	0.64
0.95	0.57	0.80	0.68
0.90	0.60	0.84	0.71
0.85	0.63	0.89	0.76
0.80	0.67	0.94	0.80
0.75	0.72	1.01	0.86
0.70	0.77	1.08	0.92
0.65	0.83	1.16	0.99
0.60	0.89	1.26	1.07

T_{els}- 2.5 IEE sistema de ACS. Calderas eléctricas

η medio estacional	Situación peninsular
1.00	1.44
0.95	1.52
0.90	1.60

³ EER: Energy Efficiency Ratio, en castellano Relación de Eficiencia Energética

⁴ η : Rendimiento

DOMINIO DE APLICACIÓN.

Los valores anteriores son válidos para los sistemas explícitamente mencionados en las tablas y para buenas prácticas de dimensionado de los equipos.

DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA

En este apartado se incluyen los argumentos más relevantes que se han utilizado para fijar los criterios del procedimiento propuesto y los resultados parciales de la aplicación específica de dicho procedimiento.

En gran medida, los criterios se apoyan en estudios estadísticos parciales, consensos y buenas prácticas refrendadas por ingenieros consultores y las dos asociaciones (AFEC y AOGLP) que se han involucrado directamente en el desarrollo del procedimiento.

Con carácter general, hay que apuntar que el aspecto que más condiciona los factores de ponderación obtenidos son las **curvas de comportamiento** que utilizan los programas CALENER. Estas curvas expresan la variación de prestaciones y rendimientos que experimentan los equipos de producción de calor y frío cuando trabajan fuera de las condiciones nominales, junto a la variación debida a las condiciones higrotérmicas interiores y exteriores de buena parte de los mismos.

La ausencia de una armonización y coordinación entre los sectores y agrupaciones de fabricantes afectados ha motivado que CALENER VYP utilice **curvas por defecto** a partir de la base de datos del programa americano DOE. Como es habitual, los valores por defecto penalizan el comportamiento del componente o del equipo que se esté considerando.

Como se ha dicho en la introducción de este documento, en la medida en la que se amplíen las capacidades del programa CALENER-VYP (nuevos equipos, combinaciones de los equipos actuales y/o de los nuevos, nuevas curvas por defecto de equipos, curvas específicas de fabricantes etc.) se podrá volver aplicar el procedimiento propuesto y **perfeccionar los resultados de los equipos incluidos y extender el alcance a soluciones no incluidas**.

Con independencia de la validez de las curvas de comportamiento utilizadas hay un segundo factor que resulta crucial para algunos equipos. Este factor es el dimensionado del equipo que hace que éste trabaje a menor o mayor carga parcial. En buena parte de los equipos, el comportamiento (rendimiento, COP o EER) empeora cuando el equipo trabaja a baja carga parcial. Por lo tanto, el ajustar la potencia requerida del equipo a la carga punta real del edificio es una buena práctica que redundará en mejores valores del factor de ponderación.

En el marco del presente procedimiento se han estimado unos rangos de dimensionado de equipos que son en principio exclusivamente aplicables para los edificios elegidos y para sus características constructivas. En la sección siguiente se incluye una discusión sobre cómo se han llegado a especificar dichos rangos para las bombas de calor en viviendas unifamiliares.

Debe quedar por tanto muy claro que no se está postulando que cualquier edificio tenga que tener unos equipos cuyas potencias estén dentro de dichos rangos. Lo que se está diciendo es que para los edificios elegidos, las potencias de los equipos que especificaría el usuario de CALENER-VYP estarían con mucha probabilidad en los rangos fijados.

Lo que se pretende al final es especificar unos criterios que permitan una estimación conservadora de las prestaciones medias del equipo suponiendo que la variación de la curva de carga del edificio sigue los patrones esperable para un diseño convencional con unas características constructivas que siguen los requerimientos del CTE-HE1.

Obviamente, en edificios en los que el diseño, la construcción y el dimensionado del equipo estén especialmente cuidados, es posible encontrar curvas de carga muy planas que comportarían factores de ponderación claramente mejores que los incluidos en este documento. En estos casos, siempre se

puede recurrir a la opción general utilizando directamente el programa de referencia CALENER-VVP o cualquier otro procedimiento detallado alternativo.

Hay que considerar finalmente que las potencias de los equipos son discretas y en muchas ocasiones, las potencias requeridas por el cálculo de cargas son muy inferiores a las mínimas disponibles comercialmente. Como consecuencia, en estos casos, el equipo resulta muy sobredimensionado.

EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN DE LOS RANGOS DE POTENCIAS NOMINALES DE EQUIPOS.

Se desarrolla a continuación el caso de dimensionado de las bombas de calor para las viviendas unifamiliares. La potencia de las bombas de calor se expresa en condiciones exteriores e interiores especificadas por EUROVENT.

Supóngase que se compara en primer lugar la potencia punta que se obtendría con un programa comercial (CIPE) y a partir del programa LIDER. La figura 4 muestra los resultados obtenidos para la vivienda unifamiliar 1 (ver apéndice) frente a la severidad climática de invierno en 5 capitales de provincia que cubren las cinco zonas climáticas españolas.

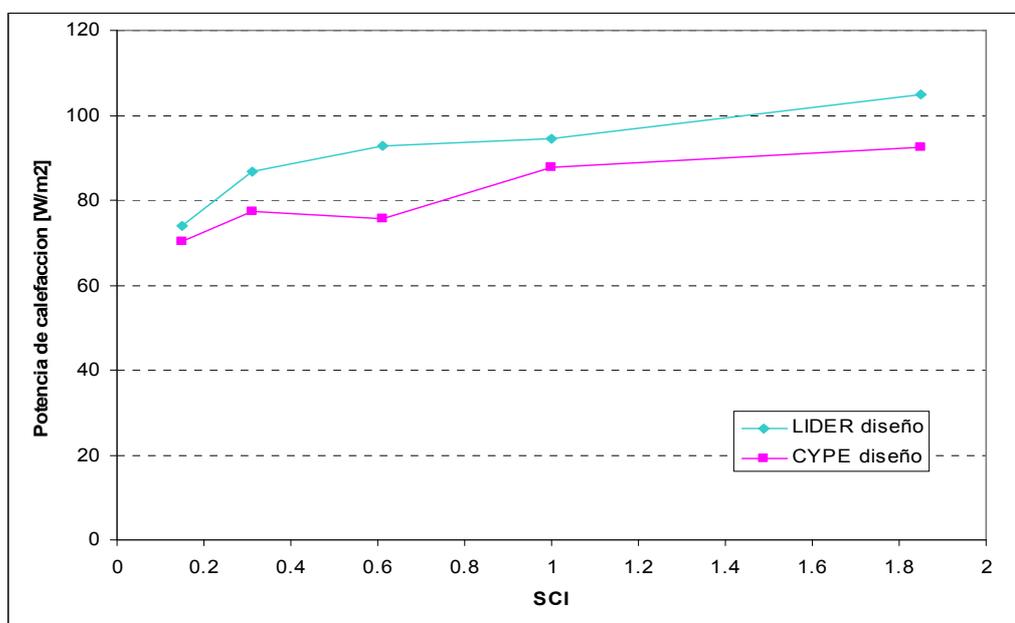


Figura 4.- Potencias punta en condiciones interiores y exteriores de cada programa

Las condiciones de cálculo operacionales interiores para CYPE han sido propuestas por AFEC mientras que las condiciones exteriores para dicho programa corresponden a condiciones exteriores de diseño para cada localidad. LIDER opera con sus condiciones operacionales propias y con unas condiciones exteriores correspondientes a un año medio (digamos el día más frío de un año medio para simplificar).

Al contrario de lo que pudiera pensarse inicialmente, los resultados de carga punta son mayores en el programa LIDER a pesar de trabajar con un gradiente de temperatura interior – exterior menor que el que utiliza CYPE. El motivo es que dichas potencias en LIDER aparecen en el tiempo en las horas de arranque del equipo después de un periodo de parada nocturna, mientras que en CYPE no se consideró dicho funcionamiento intermitente.

Si se convierten las potencias anteriores a las potencias correspondientes en condiciones EUROVENT, la gráfica anterior pasaría a ser la representada en la figura 5 que como se ve uniformiza los resultados. Esto se justifica por las diferentes condiciones (exteriores e interiores) en las que los programas expresan sus resultados respectivos.

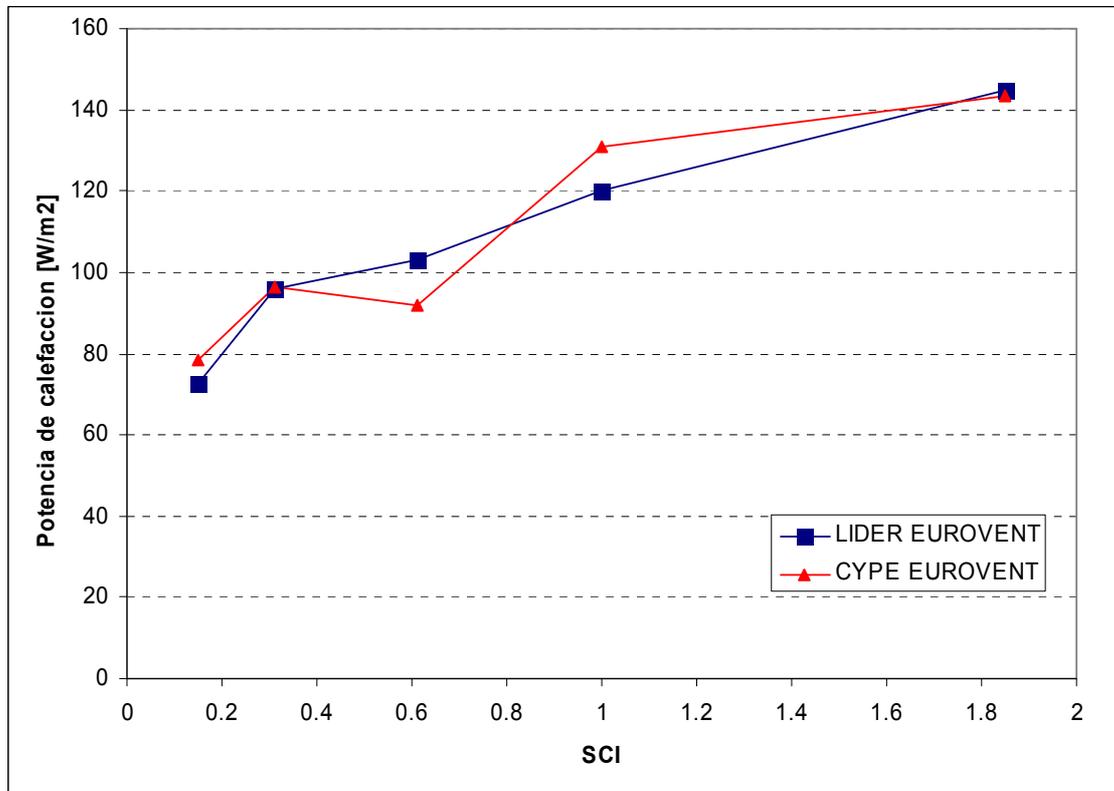


Figura 5.- Potencias punta en condiciones interiores y exteriores EUROVENT

El uso de un tercer método de cálculo (dpCLIMA) no altera cualitativamente los órdenes de magnitud encontrados (figura 6)

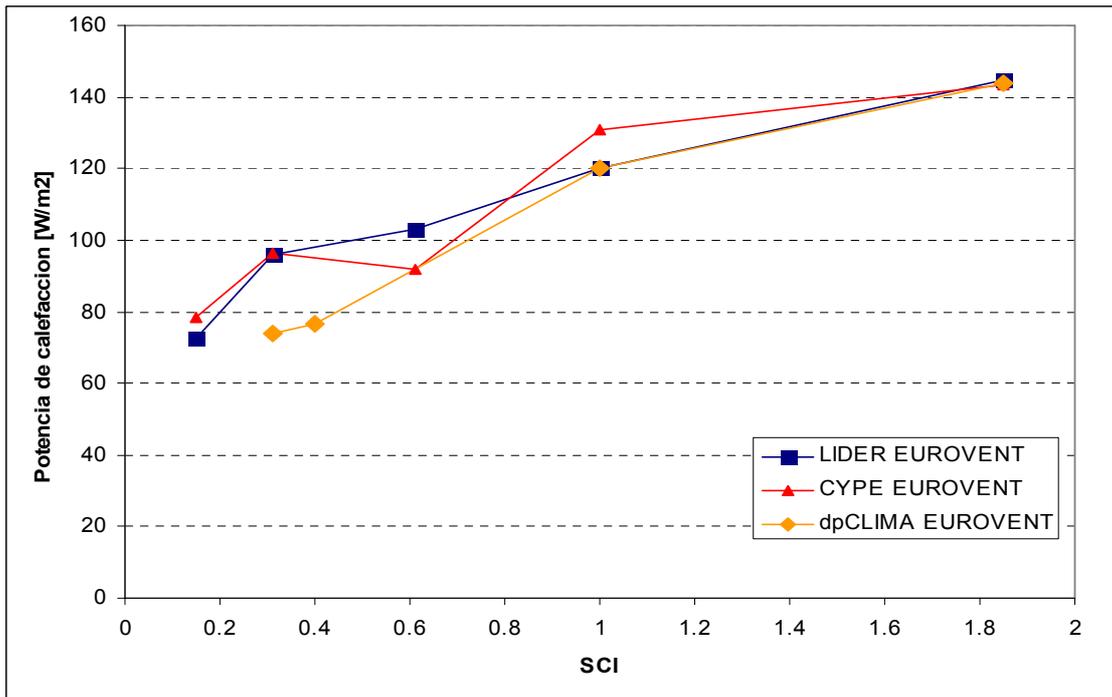


Figura 6.- Potencias punta en condiciones interiores y exteriores EUROVENT (LIDER, CYPE y dpCLIMA)

Finalmente, lo mismo sucede si añadimos nuevos edificios (figura 7)

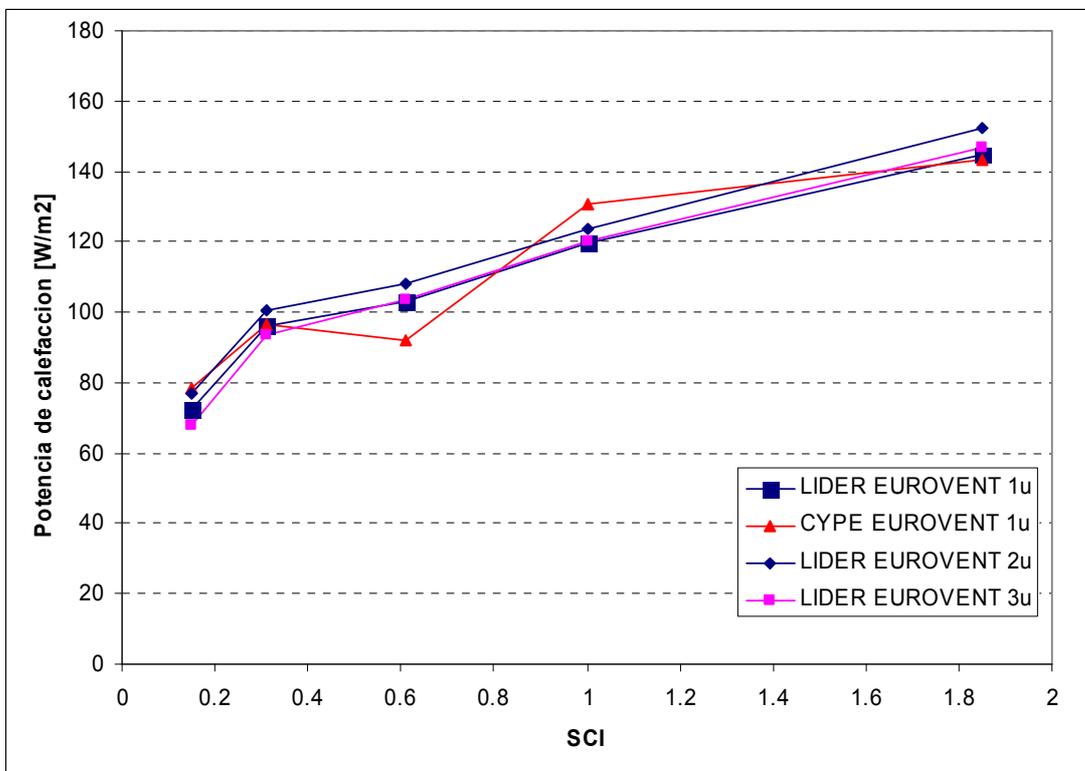


Figura 7.- Potencias punta en condiciones interiores y exteriores EUROVENT (3 edificios)

En definitiva, es posible establecer un cierto rango de las potencias punta para las diferentes zonas climáticas en el cual es previsible que se encuentre la potencia nominal de los equipos que introduzca como dato de entrada el usuario del programa CALENER al evaluar los edificios elegidos cuando su construcción sigue estrictamente las exigencias del CTE-HE1.

Las gráficas anteriores fundamentan los rangos que se han utilizado para dimensionar las bombas de calor en viviendas unifamiliares. Estos rangos se reproducen a continuación.

	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
Viviendas unifamiliares: potencias nominales en condiciones EUROVENT (W/m^2)	70	80 y 100		120 y 140	

De manera similar a la expuesta se han determinado los rangos de potencias nominales para otros equipos.

RESULTADOS INTERMEDIOS

Los resultados obtenidos en las simulaciones se expresarán en términos del factor de ponderación que, como se dijo en la introducción, es el cociente entre las prestaciones medias estacionales de un equipo o sistema y la prestación del mismo en condiciones nominales.

En las tablas siguientes se dan los valores de los factores de ponderación clasificados por sistemas, y por zonas climáticas sólo en el caso de que su variación en las mismas sea significativa.

En cada caso, el número de localidades o edificios que se han utilizado ha dependido de la estabilidad de la población de factores de ponderación que se iba obteniendo.

1. Factores de ponderación para calderas de combustión para calefacción

	Tipo de caldera	Vivienda 1u	Vivienda 2u	Vivienda 3u	Vivienda 1b	Vivienda 2b
Sevilla	Estándar	0.974	0.972	0.973	0.975	0.978
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.075	1.086	1.082	1.077	1.067
Madrid	Estándar	0.975	0.972	0.974	0.976	0.981
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.071	1.084	1.080	1.073	1.058
Cádiz	Estándar	0.973	0.971	0.972	0.976	0.973
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.081	1.088	1.086	1.073	1.081
Burgos	Estándar	0.976	0.973	0.974	0.977	0.983
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.068	1.082	1.078	1.069	1.052
Barcelona	Estándar	0.975	0.972	0.973	0.977	0.979
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.073	1.085	1.081	1.069	1.064

2. Factores de ponderación para calderas de combustión mixtas

	Tipo de caldera	Vivienda 1u	Vivienda 2u	Vivienda 3u	Vivienda 1b	Vivienda 2b
Sevilla	Estándar	0.979	0.976	0.979	0.998	0.989
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.064	1.073	1.064	1.045	1.031
Madrid	Estándar	0.977	0.974	0.976	0.996	0.986
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.069	1.078	1.072	1.049	1.041
Cádiz	Estándar	0.980	0.977	0.981	0.998	0.992
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.059	1.068	1.056	1.049	1.022
Burgos	Estándar	0.977	0.974	0.976	0.997	0.986
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.069	1.079	1.073	1.049	1.042
Barcelona	Estándar	0.977	0.975	0.977	0.992	0.987
	Baja Temperatura	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Condensación	1.068	1.077	1.071	1.049	1.039

3. Factores de ponderación para sistemas de agua caliente sanitaria:

	Tipo de caldera	Vivienda 1u	Vivienda 2u	Vivienda 3u
Sevilla	Combustión	0.932	0.931	0.931
	Eléctrica	1.000	1.000	1.000
Madrid	Combustión	0.932	0.931	0.931
	Eléctrica	1.000	1.000	1.000
Cádiz	Combustión	0.932	0.931	0.931
	Eléctrica	1.000	1.000	1.000
Burgos	Combustión	0.932	0.931	0.931
	Eléctrica	1.000	1.000	1.000
Barcelona	Combustión	0.932	0.931	0.931
	Eléctrica	1.000	1.000	1.000

4. Factores de ponderación para bombas de calor aire-aire

4.1 Sistemas tipo split en modo calefacción:

Zona Climática	Localidad		Edificio 1u	Edificio 2u	Edificio 3u
A3	Cádiz	Pc = 80 W/m ²	0.720	0.458	0.660
		Pc = 100 W/m ²	0.684	0.458	0.648
		Pc = 120 W/m ²	0.683	0.458	0.634
		Pc = 140 W/m ²	0.675	0.458	0.607
A4	Almería	Pc = 80 W/m ²	0.691	0.458	0.626
		Pc = 100 W/m ²	0.656	0.458	0.621
		Pc = 120 W/m ²	0.662	0.458	0.610
		Pc = 140 W/m ²	0.656	0.458	0.585
B3	Valencia	Pc = 80 W/m ²	0.668	0.484	0.635
		Pc = 100 W/m ²	0.668	0.484	0.629
		Pc = 120 W/m ²	0.643	0.484	0.619
		Pc = 140 W/m ²	0.639	0.483	0.600
B4	Sevilla	Pc = 80 W/m ²	0.702	0.484	0.671
		Pc = 100 W/m ²	0.676	0.484	0.671
		Pc = 120 W/m ²	0.672	0.484	0.652
		Pc = 140 W/m ²	0.672	0.484	0.632
	Córdoba	Pc = 80 W/m ²	0.698	0.484	0.668
		Pc = 100 W/m ²	0.654	0.484	0.661
		Pc = 120 W/m ²	0.673	0.484	0.652
		Pc = 140 W/m ²	0.669	0.484	0.631
C1	Bilbao	Pc = 80 W/m ²	0.658	0.485	0.703
		Pc = 100 W/m ²	0.682	0.485	0.698
		Pc = 120 W/m ²	0.676	0.485	0.692
		Pc = 140 W/m ²	0.628	0.485	0.670
C2	Barcelona	Pc = 80 W/m ²	0.677	0.485	0.655
		Pc = 100 W/m ²	0.633	0.485	0.649
		Pc = 120 W/m ²	0.653	0.485	0.642
		Pc = 140 W/m ²	0.648	0.485	0.621
C3	Granada	Pc = 80 W/m ²	0.655	0.485	0.649
		Pc = 100 W/m ²	0.655	0.485	0.645
		Pc = 120 W/m ²	0.635	0.485	0.638
		Pc = 140 W/m ²	0.632	0.485	0.621
C4	Toledo	Pc = 80 W/m ²	0.666	0.485	0.661
		Pc = 100 W/m ²	0.666	0.485	0.657
		Pc = 120 W/m ²	0.645	0.485	0.652
		Pc = 140 W/m ²	0.642	0.485	0.634
	Jaén	Pc = 80 W/m ²	0.680	0.485	0.666
		Pc = 100 W/m ²	0.637	0.485	0.661
		Pc = 120 W/m ²	0.656	0.485	0.653
		Pc = 140 W/m ²	0.652	0.485	0.633
D1	Vitoria	Pc = 80 W/m ²	0.667	0.481	0.674
		Pc = 100 W/m ²	0.620	0.481	0.671
		Pc = 120 W/m ²	0.649	0.481	0.667
		Pc = 140 W/m ²	0.646	0.482	0.651
D2	Segovia	Pc = 80 W/m ²	0.584	0.481	0.633
		Pc = 100 W/m ²	0.584	0.481	0.631
		Pc = 120 W/m ²	0.612	0.481	0.627
		Pc = 140 W/m ²	0.609	0.482	0.612

	Zamora	Pc = 80 W/m2	0.640	0.481	0.646
		Pc = 100 W/m2	0.595	0.481	0.643
		Pc = 120 W/m2	0.622	0.481	0.639
		Pc = 140 W/m2	0.620	0.482	0.623
D3	Madrid	Pc = 80 W/m2	0.646	0.481	0.635
		Pc = 100 W/m2	0.603	0.481	0.632
		Pc = 120 W/m2	0.628	0.481	0.627
		Pc = 140 W/m2	0.624	0.482	0.608
	Guadalajara	Pc = 80 W/m2	0.656	0.481	0.659
		Pc = 100 W/m2	0.611	0.481	0.656
		Pc = 120 W/m2	0.638	0.481	0.651
		Pc = 140 W/m2	0.635	0.482	0.634
	Ciudad Real	Pc = 80 W/m2	0.656	0.481	0.660
		Pc = 100 W/m2	0.609	0.481	0.658
		Pc = 120 W/m2	0.640	0.481	0.655
		Pc = 140 W/m2	0.636	0.482	0.639
E1	Burgos	Pc = 80 W/m2	0.625	0.491	0.617
		Pc = 100 W/m2	0.580	0.491	0.615
		Pc = 120 W/m2	0.609	0.491	0.612
		Pc = 140 W/m2	0.607	0.491	0.597

4.2 sistemas centralizados

Resultados para unizona calculados en edificio 3u

Zona Climática	Localidad	Pc = 80 W/m2	Pc = 100 W/m2	Pc = 120 W/m2	Pc = 140 W/m2
A3	Cádiz	0.773	0.711	0.672	0.611
A4	Almería	0.765	0.712	0.674	0.615
B3	Valencia	0.749	0.749	0.671	0.613
B4	Sevilla	0.774	0.774	0.692	0.633
	Córdoba	0.783	0.737	0.704	0.648
C1	Bilbao	0.817	0.772	0.740	0.680
C2	Barcelona	0.773	0.726	0.692	0.634
C3	Granada	0.734	0.697	0.670	0.618
C4	Toledo	0.753	0.714	0.689	0.637
	Jaén	0.761	0.715	0.686	0.628
D1	Vitoria	0.759	0.759	0.703	0.652
D2	Segovia	0.709	0.679	0.659	0.612
	Zamora	0.724	0.691	0.670	0.620
D3	Madrid	0.737	0.700	0.675	0.624
	Guadalajara	0.745	0.710	0.685	0.635
	Ciudad Real	0.749	0.749	0.697	0.647
E1	Burgos	0.706	0.678	0.660	0.614

Los resultados anteriores se resumen en las siguientes tablas para unifamiliares y bloques respectivamente para los percentiles del 50 % y del 15% (P valor del percentil en %):

Resultados en unifamiliares:

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 80 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.77	0.77	0.76	0.74	0.71
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.77	0.75	0.74	0.72	0.71

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 100 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.71	0.75	0.72	0.70	0.68
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.71	0.74	0.70	0.68	0.68

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 120 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.67	0.69	0.69	0.68	0.66
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.67	0.67	0.68	0.66	0.66

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 140 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.61	0.63	0.63	0.63	0.61
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.61	0.62	0.62	0.62	0.61

Resultados en bloques:

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 70 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.80	0.79	0.78	0.75	0.72
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.79	0.75	0.76	0.74	0.72

Sistemas Centralizados Pot. Diseño = 100 W/m ²	A	B	C	D	E
Bomba de calor central. calefacción P=50%	0.71	0.75	0.72	0.70	0.68
Bomba de calor central. calefacción P=15%	0.71	0.74	0.70	0.68	0.68

5. Factores de ponderación para sistemas de refrigeración

5.1 Sistemas tipo split en modo refrigeración:

Zona Climática	Localidad	Pr = 0.87 * Pc	Edificio 1u	Edificio 2u	Edificio 3u
A3	Cádiz	Pc = 80 W/m2	0.930	0.699	0.924
		Pc = 100 W/m2	0.919	0.699	0.913
		Pc = 120 W/m2	0.924	0.699	0.927
		Pc = 140 W/m2	0.903	0.708	0.885
A4	Almería	Pc = 80 W/m2	0.908	0.699	0.919
		Pc = 100 W/m2	0.901	0.699	0.915
		Pc = 120 W/m2	0.910	0.699	0.934
		Pc = 140 W/m2	0.891	0.708	0.901
B3	Valencia	Pc = 80 W/m2	0.882	0.616	0.891
		Pc = 100 W/m2	0.882	0.616	0.883
		Pc = 120 W/m2	0.873	0.616	0.896
		Pc = 140 W/m2	0.851	0.623	0.854
B4	Sevilla	Pc = 80 W/m2	0.782	0.616	0.782
		Pc = 100 W/m2	0.783	0.616	0.782
		Pc = 120 W/m2	0.765	0.616	0.795
		Pc = 140 W/m2	0.765	0.623	0.764
	Córdoba	Pc = 80 W/m2	0.774	0.616	0.771
		Pc = 100 W/m2	0.766	0.616	0.768
		Pc = 120 W/m2	0.774	0.616	0.785
		Pc = 140 W/m2	0.757	0.623	0.755
C1	Bilbao	Pc = 80 W/m2	---	---	---
		Pc = 100 W/m2	---	---	---
		Pc = 120 W/m2	---	---	---
		Pc = 140 W/m2	---	---	---
C2	Barcelona	Pc = 80 W/m2	0.840	0.642	0.800
		Pc = 100 W/m2	0.830	0.642	0.787
		Pc = 120 W/m2	0.829	0.642	0.794
		Pc = 140 W/m2	0.811	0.653	0.747
C3	Granada	Pc = 80 W/m2	0.710	0.616	0.661
		Pc = 100 W/m2	0.710	0.616	0.655
		Pc = 120 W/m2	0.702	0.616	0.665
		Pc = 140 W/m2	0.686	0.623	0.634
C4	Toledo	Pc = 80 W/m2	0.771	0.616	0.767
		Pc = 100 W/m2	0.771	0.616	0.761
		Pc = 120 W/m2	0.770	0.616	0.775
		Pc = 140 W/m2	0.753	0.623	0.745
	Jaén	Pc = 80 W/m2	0.791	0.616	0.785
		Pc = 100 W/m2	0.783	0.616	0.782
		Pc = 120 W/m2	0.791	0.616	0.799
		Pc = 140 W/m2	0.773	0.623	0.768
D1	Vitoria	Pc = 80 W/m2	---	---	---
		Pc = 100 W/m2	---	---	---
		Pc = 120 W/m2	---	---	---
		Pc = 140 W/m2	---	---	---
D2	Segovia	Pc = 80 W/m2	0.692	0.554	0.525
		Pc = 100 W/m2	0.692	0.554	0.507
		Pc = 120 W/m2	0.692	0.554	0.507
		Pc = 140 W/m2	0.692	0.562	0.473
	Zamora	Pc = 80 W/m2	0.696	0.554	0.588
		Pc = 100 W/m2	0.694	0.554	0.568

		Pc = 120 W/m ²	0.692	0.554	0.569
		Pc = 140 W/m ²	0.687	0.562	0.537
D3	Madrid	Pc = 80 W/m ²	0.722	0.554	0.686
		Pc = 100 W/m ²	0.712	0.554	0.679
		Pc = 120 W/m ²	0.713	0.554	0.687
		Pc = 140 W/m ²	0.695	0.562	0.654
	Guadalajara	Pc = 80 W/m ²	0.734	0.554	0.682
		Pc = 100 W/m ²	0.720	0.554	0.670
		Pc = 120 W/m ²	0.717	0.554	0.676
		Pc = 140 W/m ²	0.695	0.562	0.635
	Ciudad Real	Pc = 80 W/m ²	0.827	0.554	0.875
		Pc = 100 W/m ²	0.816	0.554	0.866
		Pc = 120 W/m ²	0.823	0.554	0.885
Pc = 140 W/m ²		0.801	0.562	0.847	
E1	Burgos	Pc = 80 W/m ²	---	---	---
		Pc = 100 W/m ²	---	---	---
		Pc = 120 W/m ²	---	---	---
		Pc = 140 W/m ²	---	---	---

Los resultados anteriores se resumen en la siguiente tabla:

Sistemas tipo "split"			
	2	3	4
Bomba de calor split refrigeración P=50%	0.69	0.72	0.77
Bomba de calor split refrigeración P=15%	0.54	0.66	0.75

5.2 Sistemas centralizados en modo refrigeración

Resultados para unizona calculados en edificio 3u

Zona Climática	Localidad	Pc = 80 W/m ² Pr = 0.87 * Pc	Pc = 100 W/m ² Pr = 0.87 * Pc	Pc = 120 W/m ² Pr = 0.87 * Pc	Pc = 140 W/m ² Pr = 0.87 * Pc
A3	Cádiz	1.132	1.113	1.024	0.975
A4	Almería	1.061	1.054	0.983	0.944
B3	Valencia	1.074	1.074	0.957	0.904
B4	Sevilla	0.907	0.907	0.835	0.805
	Córdoba	0.887	0.881	0.823	0.794
C1	Bilbao	---	---	---	---
C2	Barcelona	1.034	0.979	0.869	0.803
C3	Granada	0.817	0.789	0.714	0.668
C4	Toledo	0.886	0.871	0.804	0.768
	Jaén	0.897	0.889	0.827	0.794
D1	Vitoria	---	---	---	---
D2	Segovia				
	Zamora	0.846	0.802	0.714	0.654
D3	Madrid	0.892	0.864	0.782	0.733
	Guadalajara	0.849	0.806	0.715	0.660
	Ciudad Real	1.018	1.018	0.913	0.869
E1	Burgos	---	---	---	---

Los resultados anteriores se resumen en las siguientes tablas para unifamiliares y bloques respectivamente para los percentiles del 50 % y del 15% (P valor del percentil en %):

Resultados en unifamiliares:

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 80 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.94	0.95	0.90
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.86	0.83	0.89

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 100 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.89	0.94	0.89
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.82	0.80	0.88

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 120 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.79	0.85	0.83
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.73	0.71	0.81

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 140 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.73	0.80	0.79
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.67	0.66	0.78

Resultados en bloques:

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 70 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.97	0.97	0.92
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.90	0.86	0.92

Sistemas Centralizados Pot. Diseño Cal = 100 W/m ²	2	3	4
Bomba de calor central. refrigeración P=50%	0.89	0.94	0.89
Bomba de calor central. refrigeración P=15%	0.82	0.80	0.88

ANEXO I. MORFOLOGÍA DE LOS EDIFICIOS SELECCIONADOS.

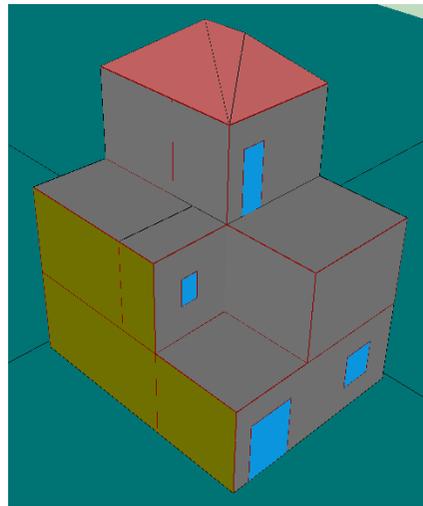
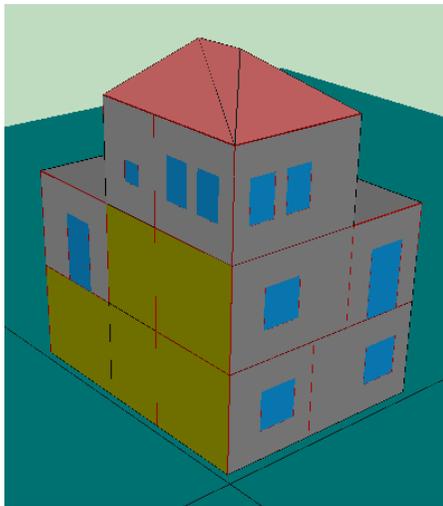
1. Viviendas Tipo

1.1 Vivienda unifamiliar de tres plantas

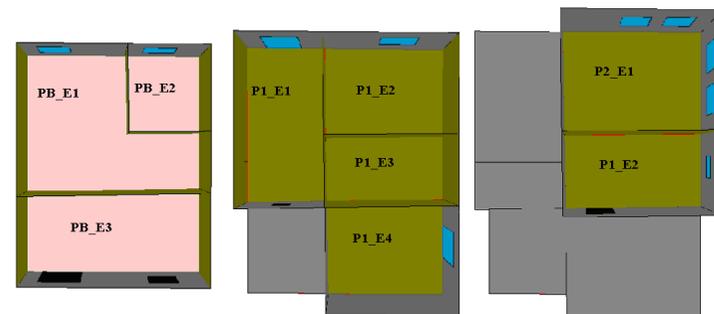
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	151	m ²
Área Muros	138	m ²
Área Huecos	20	m ²
Área Cubierta	64	m ²
Área Suelos	58	m ²
Área Transferencia	280	m ²
Volumen Acondicionado	454	m ³
Compacidad	1.62	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	13%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	13%	

Tipo de Vivienda	Adosada
Fuente de Información	Instituto Eduardo Torroja

VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



Planta Baja

Primera Planta

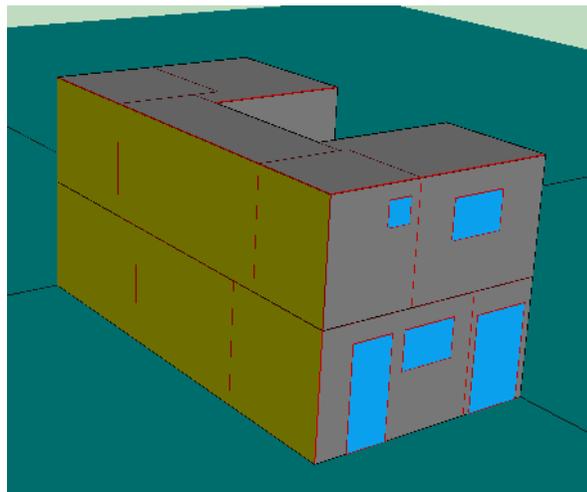
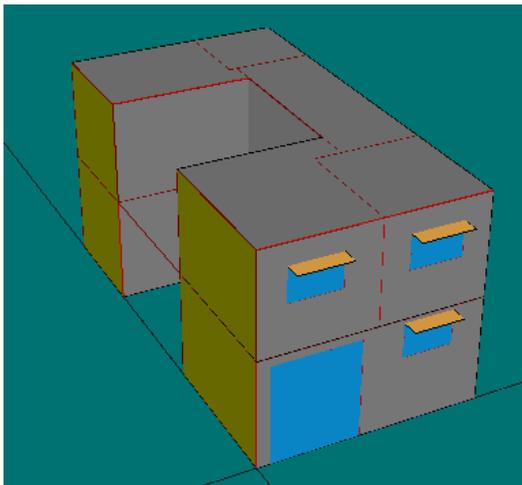
Planta Alta

1.2 Vivienda unifamiliar de dos plantas con patio

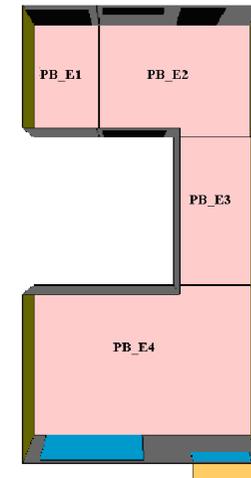
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	61	m2
Área Muros	73	m2
Área Huecos	16	m2
Área Cubierta	31	m2
Área Suelos	31	m2
Área Transferencia	151	m2
Volumen Acondicionado	183	m3
Compacidad	1.22	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	18%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	26%	

Tipo de Vivienda	Adosada
Fuente de Información	Grupo de Termotecnia, ESI, US

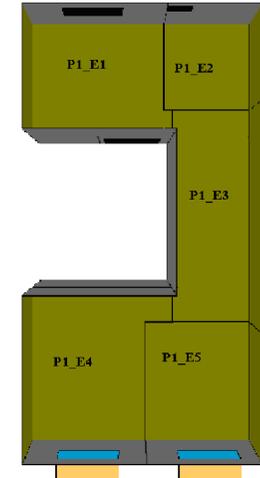
VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



Planta Baja



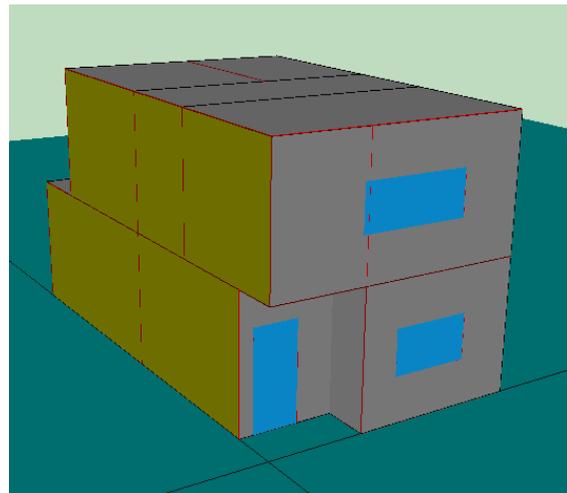
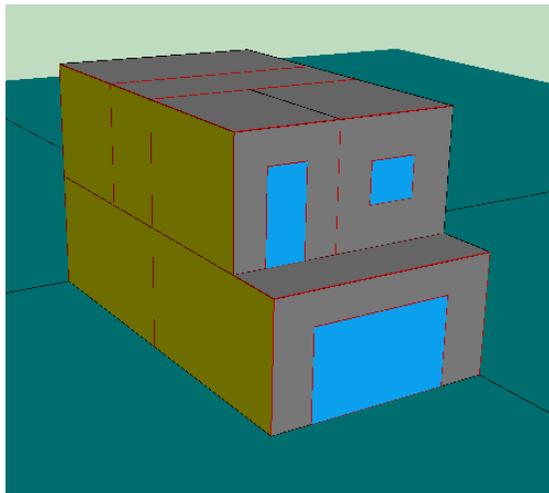
Primera Planta

1.3 Vivienda unifamiliar de dos plantas con garaje

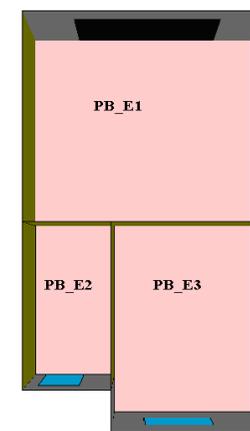
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	100	m2
Área Muros	51	m2
Área Huecos	18	m2
Área Cubierta	55	m2
Área Suelos	55	m2
Área Transferencia	179	m2
Volumen Acondicionado	249	m3
Compacidad	1.39	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	26%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	18%	

Tipo de Vivienda	Adosada
Fuente de Información	EME DOS, Agenda de la construcción Nº 115

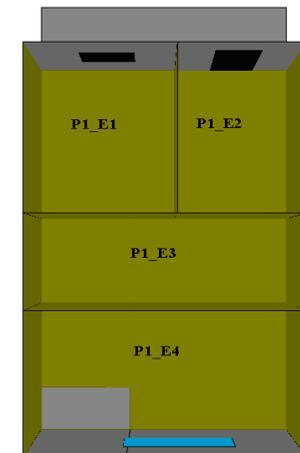
VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



Planta Baja



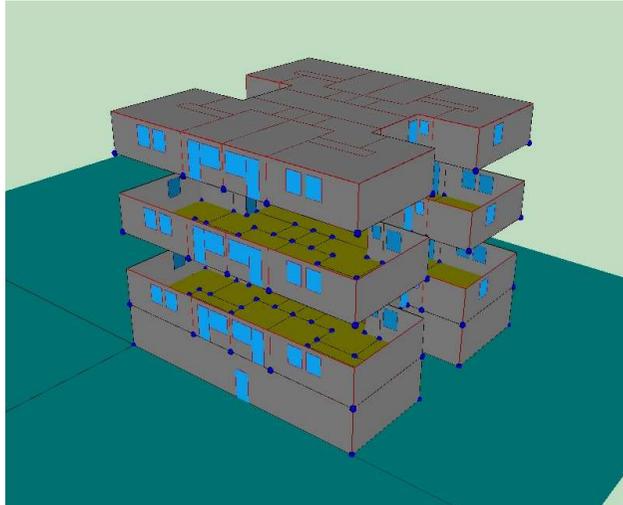
Primera Planta

1.4 Bloque en "H" de cuatro plantas.

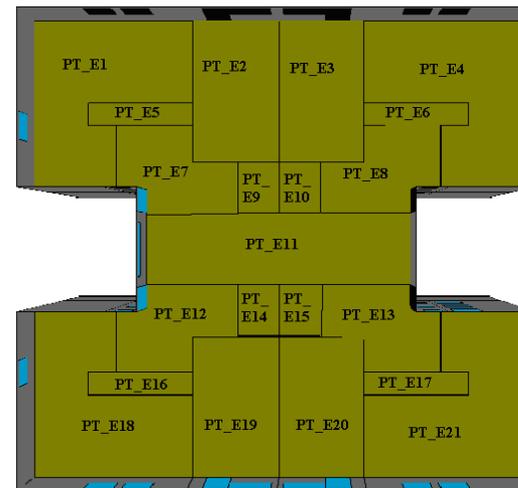
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	1116	m2
Área Muros	797	m2
Área Huecos	123	m2
Área Cubierta	279	m2
Área Suelos	279	m2
Área Transferencia	1478	m2
Volumen Acondicionado	2789	m3
Compacidad	1.89	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	13%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	11%	

Tipo de Vivienda	Edificio Aislado
Fuente de Información	Grupo de Termotecnia, ESI, US

VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



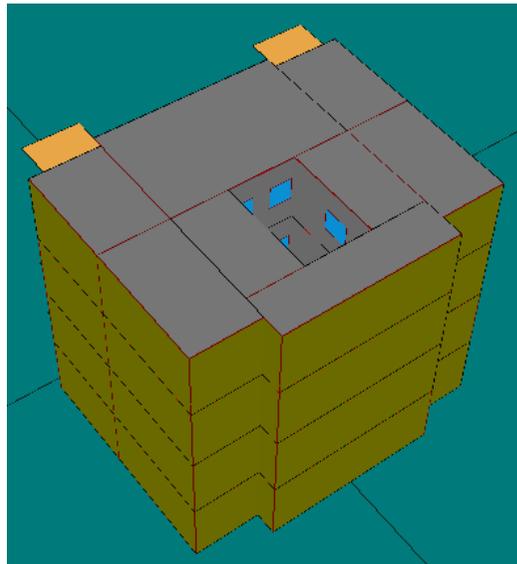
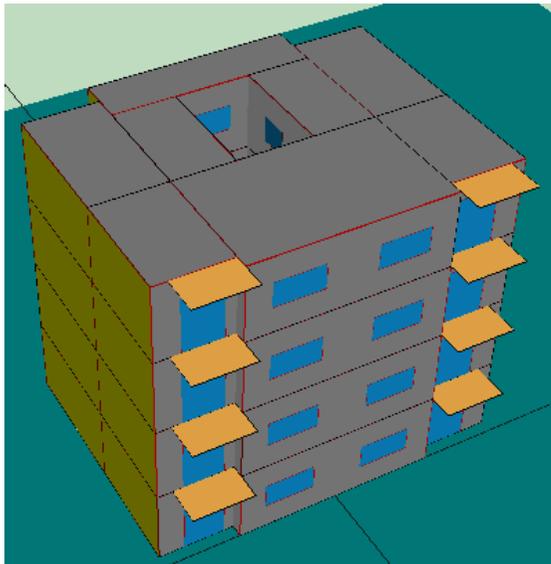
Planta Tipo

1.5 Bloque de seis plantas con patio central

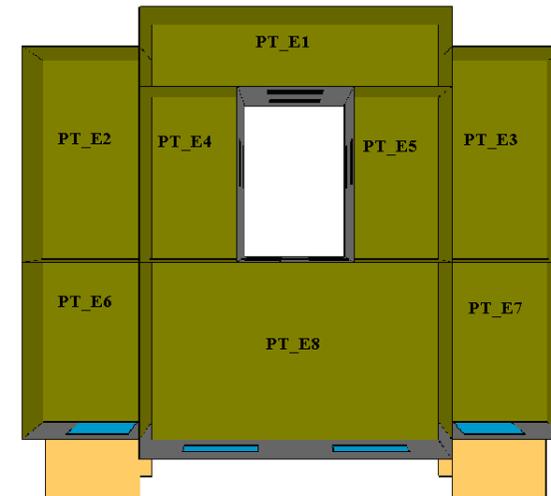
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	554	m2
Área Muros	292	m2
Área Huecos	68	m2
Área Cubierta	277	m2
Área Suelos	138	m2
Área Transferencia	775	m2
Volumen Acondicionado	1662	m3
Compacidad	2.14	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	19%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	12%	

Tipo de Vivienda	Edificio Entre Medianeras, con patio interior
Fuente de Información	AITEMIN

VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



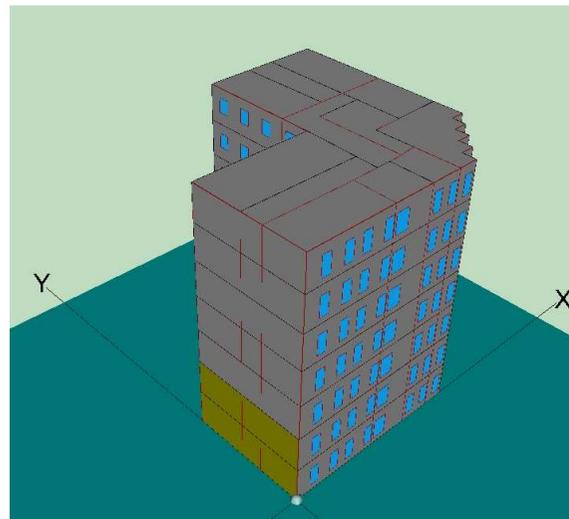
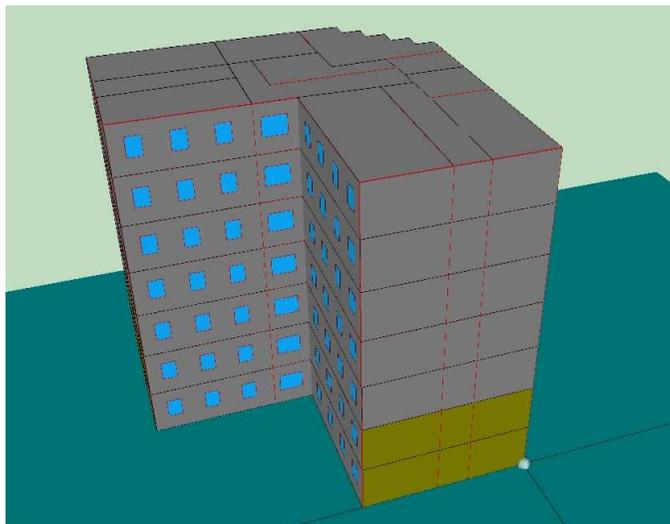
Planta Tipo

1.6 Bloque en "L" de siete plantas

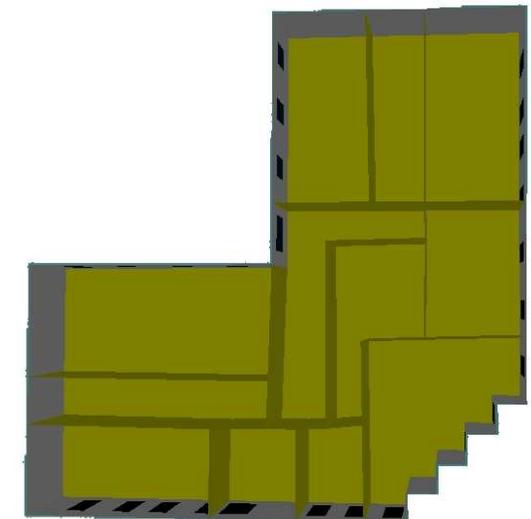
DATOS GEOMÉTRICOS		
Área Acondicionada	1927,24	m2
Área Muros	1489,7	m2
Área Huecos	251,16	m2
Área Cubierta	316,96	m2
Área Suelos	316,96	m2
Área Transferencia	5855,35	m2
Volumen Acondicionado	6656,16	m3
Compacidad	1.14	m
% Área de huecos respecto al área total de fachada	14%	
% Área de huecos respecto al área acondicionada	13%	

Tipo de Vivienda	Edificio Exento
Fuente de Información	Grupo de Termotecnia, ESI, US

VISTAS DE LA VIVIENDA



ZONIFICACIÓN POR PLANTAS



Planta Tipo

