

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.....	2
1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.....	2
1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.....	2
1.3.- Resultados mensuales.....	2
1.3.1.- Balance energético anual del edificio.....	2
1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
1.3.3.- Evolución de la temperatura.....	4
1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	5
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	7
2.1.- Zonificación climática.....	7
2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.....	7
2.2.1.- Agrupaciones de recintos.....	7
2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.....	8
2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.....	8
2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.....	8
2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.....	10
2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.....	11
2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.....	12



1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$$D_{\text{cal,edificio}} = 12.30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

- $D_{\text{cal,edificio}}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).
- $D_{\text{cal,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).
- $D_{\text{cal,base}}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).
- $F_{\text{cal,sup}}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.
- S: Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 101.13 m².

$$D_{\text{ref,edificio}} = 18.06 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{\text{ref,lim}} = 20.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

- $D_{\text{ref,edificio}}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).
- $D_{\text{ref,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Producido por una versión no profesional de CYPE

1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh /año)	D_{cal} (kWh/ (m ² ·a))	$D_{\text{cal,base}}$ (kWh / (m ² ·año))	$F_{\text{cal,sup}}$	$D_{\text{cal,lim}}$ (kWh / (m ² ·año))	D_{ref} (kWh /año)	D_{ref} (kWh/ (m ² ·a))	$D_{\text{ref,lim}}$ (kWh / (m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	101.13	1243.7	12.3	15	0	15.0	1826.3	18.1	20.0
	101.13	1243.7	12.3	15	0	15.0	1826.3	18.1	20.0

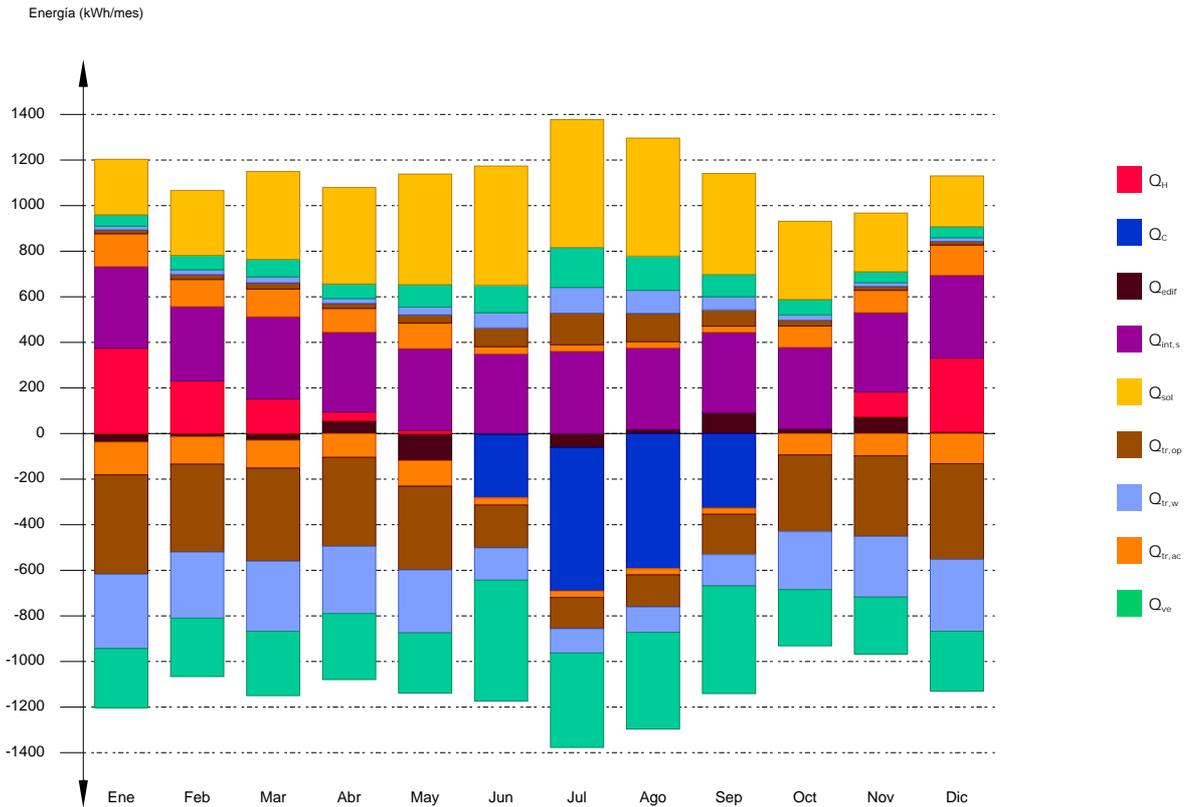
donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².
- D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).
- $D_{\text{cal,base}}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).
- $F_{\text{cal,sup}}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.
- $D_{\text{cal,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).
- D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).
- $D_{\text{ref,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

1.3.- Resultados mensuales.

1.3.1.- Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{\text{tr,op}}$ y $Q_{\text{tr,wl}}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{\text{tr,ad}}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{\text{int,s}}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{mit}), y el aporte necesario de calefacción (Q_h) y refrigeración (Q_c).



Producido por una versión no profesional de CYPE

En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh /año) (kWh/(m ² ·a))	
Balance energético anual del edificio.														
$Q_{tr,op}$	16.7	21.6	27.4	22.1	36.2	82.6	138.7	124.6	71.6	25.4	17.3	16.3	-3137.9	-31.0
$Q_{tr,w}$	16.4	20.9	25.8	21.2	34.0	66.5	112.8	101.2	57.6	23.4	16.3	16.0	-2316.9	-22.9
$Q_{tr,ac}$	144.0	119.3	122.2	104.5	112.2	31.6	29.1	27.0	27.5	93.7	98.0	132.4		
Q_{ve}	50.4	63.7	77.2	64.3	98.8	121.8	175.6	150.2	97.8	68.1	48.3	48.9	-2886.9	-28.5
$Q_{int,s}$	360.2	327.0	362.4	351.3	360.2	351.3	362.4	360.2	353.5	360.2	349.1	364.5	4240.8	41.9
Q_{sol}	245.6	287.0	389.7	427.8	490.5	527.6	566.9	523.5	447.8	346.6	260.1	224.7	4683.6	46.3
Q_{edif}	-37.2	-14.9	-29.5	55.9	-118.8	-4.3	-61.1	17.4	92.0	19.6	73.3	7.6		
Q_H	374.1	231.3	151.3	39.0	14.1	--	--	--	--	--	109.7	324.1	1243.7	12.3
Q_C	--	--	--	--	--	-278.0	-629.1	-592.8	-326.4	--	--	--	-1826.3	-18.1
Q_{HC}	374.1	231.3	151.3	39.0	14.1	278.0	629.1	592.8	326.4	--	109.7	324.1	3070.0	30.4

donde:

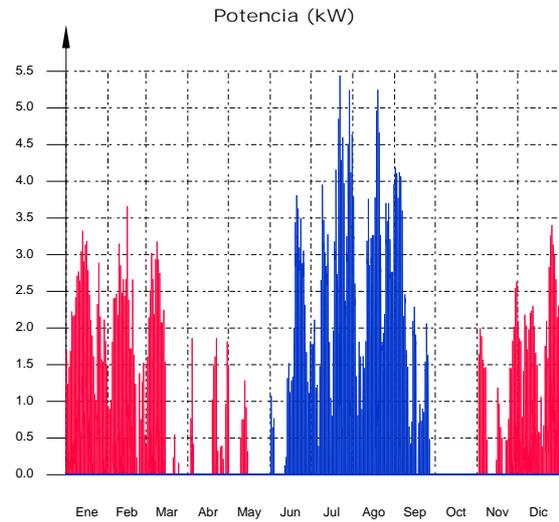
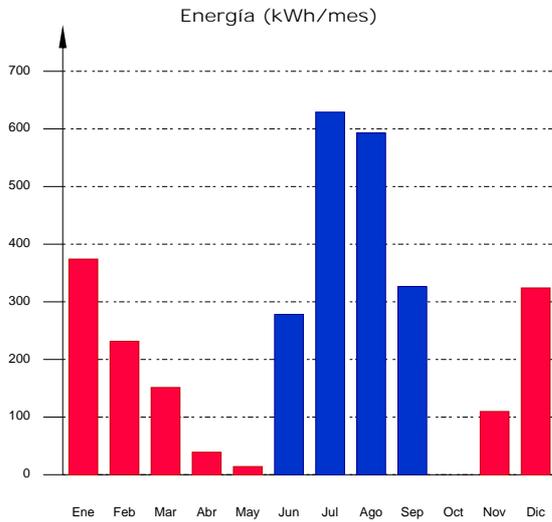
- $Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).
- $Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).
- $Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).
- Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).
- $Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).
- Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).



- Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m²·año).
- Q_{H} : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).
- Q_{C} : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

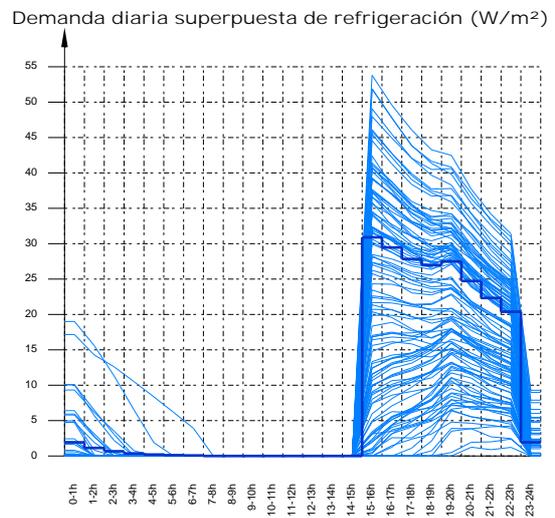
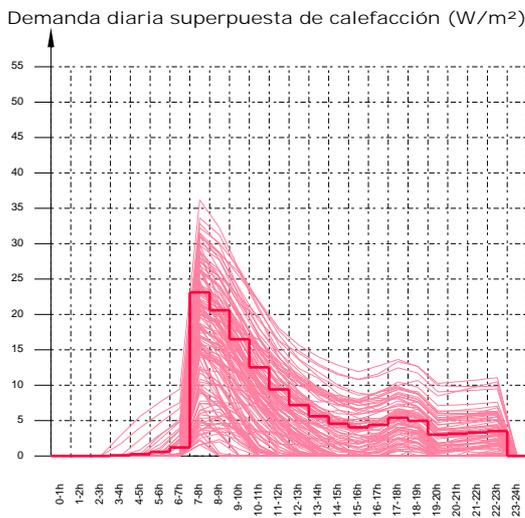
1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



Producido por una versión no profesional de CYPE

A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	168	148	1516	10	8.11	0.0831
Refrigeración	110	110	938	8	19.25	0.1642

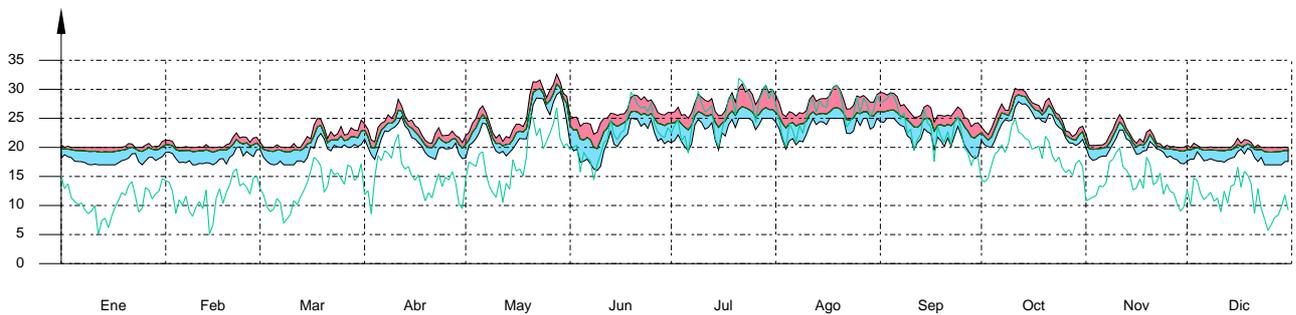
1.3.3.- Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:



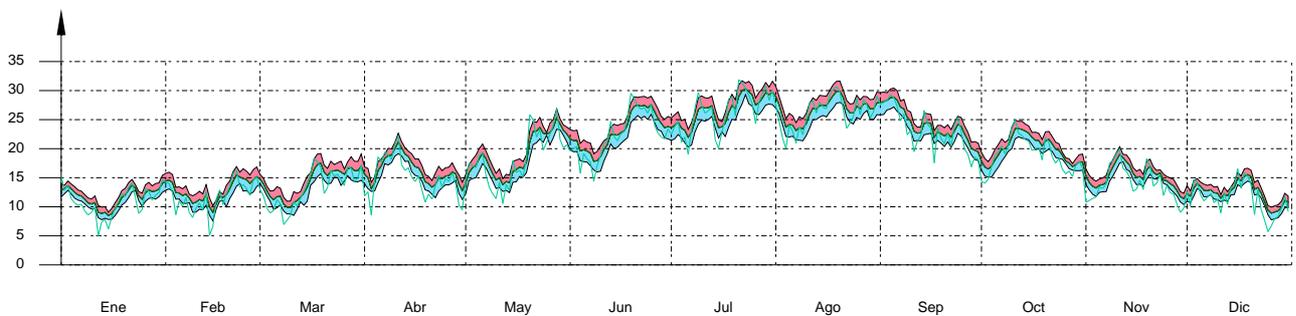
Vivienda unifamiliar

Temperatura (°C)



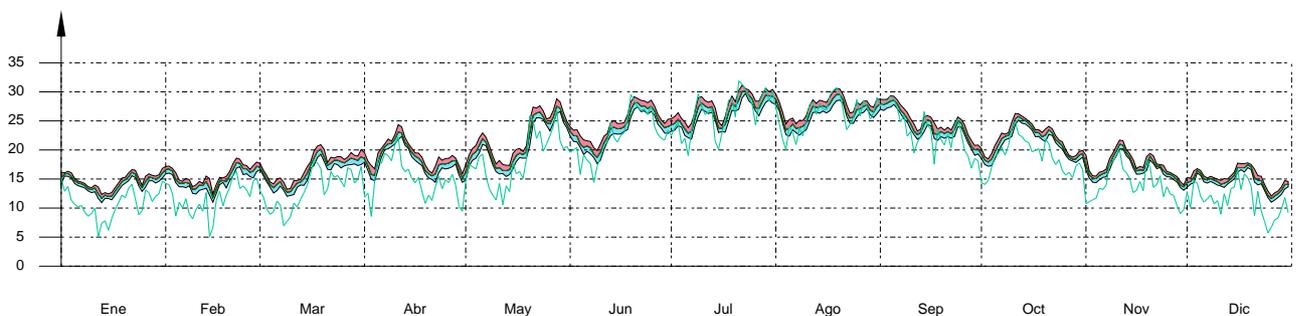
Zona no habitable 1 (Garaje)

Temperatura (°C)



Zona no habitable 2 (Trastero)

Temperatura (°C)



Producido por una versión no profesional de CYPE

1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar ($A_t = 101.13 \text{ m}^2$; $V = 232.82 \text{ m}^3$; $A_{\text{tot}} = 490.67 \text{ m}^2$; $C_m = 17849.372 \text{ kJ/K}$; $A_m = 204.54 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	--	0.5	1.8	0.8	3.7	46.9	93.7	85.3	43.9	2.9	1.3	0.1	-2804.0	-27.7
$Q_{tr,w}$	--	0.1	0.7	0.3	2.0	31.4	68.6	62.7	30.5	1.3	0.6	0.0	-1987.5	-19.7
$Q_{tr,ac}$	--	--	--	--	--	6.9	21.3	22.3	10.1	--	--	--	-920.5	-9.1
Q_{ve}	--	0.0	0.2	0.1	0.7	14.8	40.7	32.9	15.2	0.5	0.2	--	-1892.3	-18.7
$Q_{int,s}$	360.2	327.0	362.4	351.3	360.2	351.3	362.4	360.2	353.5	360.2	349.1	364.5	4240.8	41.9
Q_{sol}	217.1	247.5	331.4	356.2	405.4	431.5	460.8	430.3	379.7	298.2	228.2	200.0	3946.1	39.0
Q_{edif}	-8.6	-3.4	-12.7	20.8	-36.3	8.1	-9.7	1.0	17.7	2.9	18.8	1.4		
Q_{eH}	374.1	231.3	151.3	39.0	14.1	--	--	--	--	--	109.7	324.1	1243.7	12.3
Q_c	--	--	--	--	--	-278.0	-629.1	-592.8	-326.4	--	--	--	-1826.3	-18.1
Q_{tHC}	374.1	231.3	151.3	39.0	14.1	278.0	629.1	592.8	326.4	--	109.7	324.1	3070.0	30.4

Producido por una versión no profesional de CYPE

Zona no habitable 1 (Garaje) ($A_t = 46.67 \text{ m}^2$; $V = 122.40 \text{ m}^3$; $A_{\text{tot}} = 189.18 \text{ m}^2$; $C_m = 31324.501 \text{ kJ/K}$; $A_m = 139.60 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	16.5	20.6	24.8	20.7	31.5	33.7	42.1	36.5	25.8	21.6	15.5	15.9	-285.4	-6.1
$Q_{tr,w}$	16.3	20.6	24.8	20.7	31.6	34.2	43.0	37.3	26.3	21.8	15.5	15.8	-308.3	-6.6
$Q_{tr,ac}$	129.9	107.6	110.4	94.6	102.3	22.7	7.1	4.0	15.3	84.4	88.0	119.3	833.6	17.9
Q_{ve}	50.2	63.2	76.2	63.6	97.2	105.2	132.2	114.7	80.8	66.9	47.6	48.7	-947.2	-20.3
Q_{sol}	28.0	38.6	56.2	68.4	80.8	91.0	100.8	89.1	65.7	47.1	31.3	24.3	707.2	15.2
Q_{edif}	-28.1	-11.3	-16.4	34.2	-80.7	-12.3	-50.4	16.1	72.7	16.6	53.4	6.2		

Zona no habitable 2 (Trastero) ($A_t = 2.30 \text{ m}^2$; $V = 6.55 \text{ m}^3$; $A_{\text{tot}} = 23.20 \text{ m}^2$; $C_m = 704.330 \text{ kJ/K}$; $A_m = 13.60 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	0.3	0.6	0.8	0.6	1.0	2.0	2.9	2.8	1.9	0.8	0.5	0.3	-48.5	-21.1
$Q_{tr,w}$	0.1	0.2	0.3	0.2	0.4	0.8	1.2	1.2	0.8	0.3	0.2	0.1	-21.2	-9.2
$Q_{tr,ac}$	14.1	11.7	11.8	9.9	9.9	2.0	0.8	0.7	2.1	9.4	10.0	13.2	86.8	37.7
Q_{ve}	0.2	0.5	0.7	0.5	0.9	1.9	2.7	2.6	1.8	0.7	0.4	0.3	-47.4	-20.6
Q_{sol}	0.5	1.0	2.1	3.2	4.3	5.1	5.4	4.1	2.5	1.3	0.6	0.5	30.2	13.1
Q_{edif}	-0.6	-0.2	-0.4	0.9	-1.7	-0.1	-1.0	0.3	1.5	0.2	1.1	0.0		

donde:

- A_t : Superficie útil de la zona térmica, m².
- V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.
- A_{tot} : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica, m².
- C_m : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado), kJ/K.
- A_m : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011, m².
- $Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).
- $Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).
- $Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).
- Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).



- $Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).
 Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).
 Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona, kWh/(m²·año).
 Q_{ca} : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).
 Q_c : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).
 Q_{hc} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de Alacant/Alicante (provincia de Alicante), con una altura sobre el nivel del mar de 7 m. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática B4. La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

2.2.1.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus condiciones operacionales conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su acondicionamiento térmico, y sus solicitaciones interiores debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

Producido por una versión no profesional de CYPE

	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	SQ _{ocup,s} (kWh /año)	SQ _{equip} (kWh /año)	SQ _{ilum} (kWh /año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁻ refig. media (°C)
Vivienda unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Acceso	7.47	18.23	0.35	0.63	98.9	108.0	108.0	19.0	26.0
Comedor	30.09	69.25	0.35	0.63	398.4	435.0	435.0	19.0	26.0
Cocina	11.40	25.67	0.35	0.63	150.9	164.7	164.7	19.0	26.0
Baño PB	2.08	4.69	0.35	0.63	27.6	30.1	30.1	19.0	26.0
Dormitorio	13.11	29.99	0.35	0.63	173.6	189.5	189.5	19.0	26.0
Dormitorio2	12.43	28.42	0.35	0.63	164.5	179.6	179.6	19.0	26.0
Dormitorio3	11.55	26.40	0.35	0.63	152.8	166.9	166.9	19.0	26.0
Baño P1	5.35	12.23	0.35	0.63	70.8	77.3	77.3	19.0	26.0
Distribuidor	7.65	17.94	0.35	0.63	101.3	110.6	110.6	19.0	26.0
	101.13	232.82	0.35	0.63/1.023 [*] /4 ^{**}	1338.8	1461.7	1461.7	19.0	26.0
Zona no habitable 1 (Garaje) (Zona no habitable)									
Garaje	46.67	122.40	1.00	3.00	--	--	--	Oscilación libre	
	46.67	122.40	1.00	3.00	0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 2 (Trastero) (Zona no habitable)									
Trastero	2.30	6.55	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	2.30	6.55	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
V: Volumen interior neto del recinto, m³.
b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot h_{nru})$, donde h_{nru} es el rendimiento de la unidad de recuperación y $f_{ve,frac}$ es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.
ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.
**: Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).
Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.



T⁺ calef. Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
media:

T⁺ refrig. Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.
media:

2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

		Distribución horaria																							
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (uso residencial)																									
Temp. Consigna Alta (°C)																									
Enero a Mayo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre		27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																									
Enero a Mayo		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)																									
Laboral		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																									
Laboral		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2
Ventilación verano																									
Laboral, Sábado y Festivo		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación invierno																									
Laboral, Sábado y Festivo		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Producido por una versión no profesional de CYPE

donde:

*: Número de renovaciones correspondiente al mínimo exigido por CTE DB HS 3.

2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-22.1 kWh/(m²·año)) supone el 46.7% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.4 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m²)	c (kJ/(m²·K))	U (W/(m²·K))	āQ _{tr} (kWh/año)	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	āQ _{sol} (kWh/año)
Vivienda unifamiliar										
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	21.63	17.48	0.27	-260.1	0.6	V	N(0)	1.00	30.6
Tabique PYL 171/600(48+15+48) 2LM, estructura arriostrada	Partición entre zonas definidas	24.77	29.41	0.30	-264.9	Hacia 'Zona no habitable 1 (Garaje)'				
Muro de sótano con impermeabilización exterior	Cerramiento en contacto con el terreno	4.53	308.58	0.23	-47.2					
Solera	Cerramiento en contacto con el terreno	7.47	104.27	0.17	-57.6					
Forjado unidireccional	Partición interior	2.87	16.79							



	Tipo	S (m ²)	C (kJ/ (m ² .K))	U (W/ (m ² .K))	āQ _r (kWh /año)	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh.o}	āQ _{sol} (kWh /año)
Forjado unidireccional	Partición entre zonas definidas	2.21	16.79	0.24	-11.5					
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	2.12	17.48	0.27	-25.4	0.6	V	S(180)	0.39	5.2
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	3.08	17.48	0.27	-37.0	0.6	V	O(-90)	0.53	7.9
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	17.29	17.48	0.27	-207.9	0.6	V	S(180)	1.00	109.8
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	31.43	17.48	0.27	-378.0	0.6	V	E(90)	1.00	148.9
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	1.91	17.48	0.27	-23.0	0.6	V	O(-90)	0.41	3.8
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	1.41	17.48	0.27	-16.9	0.6	V	N(0)	0.90	1.8
Tabique PYL 78/600(48) LM	Partición interior	23.86	22.48							
Tabique PYL 171/600(48+15+48) 2LM, estructura arriostrada	Partición entre zonas definidas	11.25	29.41	0.30	-75.3					
Forjado unidireccional	Partición entre zonas definidas	36.49	106.34	0.35	-442.2					
Forjado unidireccional	Partición interior	2.87	104.77							
Forjado unidireccional	Partición interior	39.97	16.91							
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	7.83	24.53	0.27	-94.1	0.6	V	S(180)	0.91	45.1
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	3.07	24.53	0.27	-36.9	0.6	V	E(90)	0.54	7.9
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	14.89	24.53	0.27	-179.0	0.6	V	O(-90)	1.00	72.0
Tabique PYL 78/600(48) LM	Partición interior	23.87	12.94							
Tabique PYL 78/600(48) LM	Partición interior	8.54	22.54							
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	3.77	24.53	0.27	-45.4	0.6	V	N(0)	0.91	4.8
Tabique PYL 78/600(48) LM	Partición interior	56.91	12.88							
Forjado unidireccional	Partición interior	39.97	104.26							
Cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, impermeabilización mediante láminas asfálticas.	Cerramiento con ganancia solar	50.09	17.60	0.20	-443.1	0.6	H		1.00	302.9
Forjado unidireccional	Cerramiento con ganancia solar	0.97	108.37	0.64	-28.0	0.6	H		0.10	2.0
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	7.89	17.48	0.27	-94.9	0.6	V	S(180)	0.91	45.5
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	9.02	17.48	0.27	-108.4	0.6	V	O(-90)	1.00	43.6
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	5.80	24.53	0.27	-69.8	0.6	V	N(0.13)	0.91	7.5
Forjado unidireccional	Cerramiento con ganancia solar	1.23	108.37	0.62	-34.8	0.6	H		0.10	2.5
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	4.24	17.48	0.27	-50.9	0.6	V	O(-90)	0.78	15.9
					-2238.6	-794.0*				857.8

Zona no habitable 1 (Garaje)										
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	2.04	17.48	0.27	-5.4	0.6	V	S(180)	1.00	13.0
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	2.02	17.48	0.27	-5.3	0.6	V	E(90)	1.00	9.5
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	1.40	17.48	0.27	-3.7	0.6	V	N(0)	1.00	2.0
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	12.65	17.48	0.27	-33.4	0.6	V	O(-90)	1.00	61.2
Tabique PYL 171/600(48+15+48) 2LM, estructura arriostrada	Partición entre zonas definidas	24.77	29.41	0.30	264.9					
Muro de sótano con impermeabilización exterior	Cerramiento en contacto con el terreno	48.22	274.06	0.23	-110.4					



Tipo	S (m ²)	c (kJ/ (m ² .K))	U (W/ (m ² .K))	āQ _{tr} (kWh /año)	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	āQ _{sol} (kWh /año)
Solera									
Cerramiento en contacto con el terreno	46.66	229.89	0.21	-97.6					
Forjado unidireccional									
Partición entre zonas definidas	36.50	144.80	0.35	442.2	Desde 'Vivienda unifamiliar'				
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)									
Cerramiento con ganancia solar	6.54	141.64	0.40	-26.0	0.6	H		0.23	18.8
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)									
Cerramiento con ganancia solar	0.90	141.64	0.40	-3.6	0.6	H		0.39	4.3
				-285.4	+707.2*				108.9

Zona no habitable 2 (Trastero)

Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	4.70	17.48	0.27	-28.0	0.6	V	N(0)	1.00	6.6
Fachada ventilada con placas cerámicas	Cerramiento con ganancia solar	3.44	17.48	0.27	-20.5	0.6	V	O(-90)	0.73	12.2
Tabique PYL 171/600(48+15+48) 2LM, estructura arriostrada	Partición entre zonas definidas	11.25	29.41	0.30	75.3	Desde 'Vivienda unifamiliar'				
Forjado unidireccional	Partición entre zonas definidas	2.21	104.77	0.24	11.5	Desde 'Vivienda unifamiliar'				
				-48.5	+86.8*				18.8	

donde:

- S: Superficie del elemento.
- c: Capacidad calorífica por superficie del elemento.
- U: Transmitancia térmica del elemento.
- Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- *: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.
- a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.
- I.: Inclinación de la superficie (elevación).
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-19.7 kWh/(m².año)) supone el 41.5% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.4 kWh/(m².año)).

	S (m ²)	U _g (W/ (m ² .K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² .K))	āQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	āQ _{sol} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar												
Puerta cortafuegos, de acero galvanizado	1.60		1.00	2.25	-126.5	Hacia 'Zona no habitable 1 (Garaje)'						
Puerta de entrada a la vivienda, acorazada	1.74		1.00	3.00	-231.0	0.6	V	S(180)	0.00	0.47	59.1	
Puerta de entrada a la vivienda, de acero	1.61		1.00	0.59	-42.0	0.6	V	N(0)	0.00	0.90	4.6	
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	5.60	2.70	0.30	4.00	-765.7	0.74	0.4	V	E(90)	0.61	1.00	1766.2
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	1.90	2.70	0.30	4.00	-259.5	0.74	0.4	V	S(180)	0.26	0.87	293.8
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	0.45	2.70	0.56	4.00	-68.1	0.74	0.4	V	N(0)	1.00	0.95	63.2
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	1.90	2.70	0.30	4.00	-259.5	0.74	0.4	V	S(180)	0.26	0.87	293.9
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	1.40	2.70	0.30	4.00	-191.4	0.74	0.4	V	N(0.13)	1.00	0.95	304.6
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 6/10/8	1.25	2.70	0.30	4.00	-170.3	0.74	0.4	V	O(-90)	0.61	0.86	343.2
				-1987.5	-126.5*				3128.4			



	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	āQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	a	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	āQ _{sol} (kWh /año)
Zona no habitable 1 (Garaje)												
Puerta metálica	5.88		1.00	5.70	-308.3		0.6	V	O(-90)	0.00	1.00	612.4
Puerta cortafuegos, de acero galvanizado	1.60		1.00	2.25	126.5	Desde 'Vivienda unifamiliar'						
					-308.3		+126.5*					612.4

Zona no habitable 2 (Trastero)

Puerta de entrada a la vivienda, de acero	1.61		1.00	0.59	-21.2		0.6	V	O(-90)	0.00	0.67	11.5
					-21.2							11.5

donde:

- S: Superficie del elemento.
- U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.
- F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.
- U_f: Transmitancia térmica de la parte opaca.
- Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
- *: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.
- g_{gl}: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.
- a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.
- I.: Inclinación de la superficie (elevación).
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
- F_{sh,gl}: Valor medio anual del factor reductor de sombreadamiento para dispositivos de sombra móviles.
- F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
- Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-5.6 kWh/(m²·año)) supone el 11.8% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.4 kWh/(m²·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-27.7 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 20.2%.

	Tipo	L (m)	y (W/(m·K))	āQ _{tr} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar				
Unión de solera con pared exterior	Lineal	9.68	0.140	-61.5
Unión de solera con pared exterior	Lineal	1.96	0.120	-10.7
Forjado entre pisos	Lineal	1.64	-0.040	3.0
Encuentro de fachada con cubierta	Lineal	1.83	0.430	-35.6
Fachada en esquina vertical entrante	Lineal	4.54	-0.094	19.3
Fachada en esquina vertical entrante	Lineal	4.50	-0.091	18.5
Fachada en esquina vertical saliente	Lineal	15.90	0.059	-42.4
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	Lineal	12.41	0.194	-109.5
Forjado entre pisos	Lineal	12.73	0.056	-32.1
Fachada en esquina vertical saliente	Lineal	7.93	0.060	-21.7
Fachada en esquina vertical entrante	Lineal	4.54	-0.093	19.1
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	Lineal	7.95	0.198	-71.4
Forjado entre pisos	Lineal	7.14	0.055	-18.0
Forjado entre pisos	Lineal	0.77	0.055	-1.9
Forjado entre pisos	Lineal	12.73	0.101	-58.2
Encuentro de fachada con cubierta	Lineal	25.50	0.062	-71.7
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	Lineal	1.52	0.219	-15.1
Forjado entre pisos	Lineal	7.14	0.101	-32.7
Forjado entre pisos	Lineal	0.77	0.102	-3.5
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	Lineal	2.59	0.230	-27.1
Encuentro de fachada con cubierta	Lineal	4.30	0.063	-12.2
				-565.4

donde:

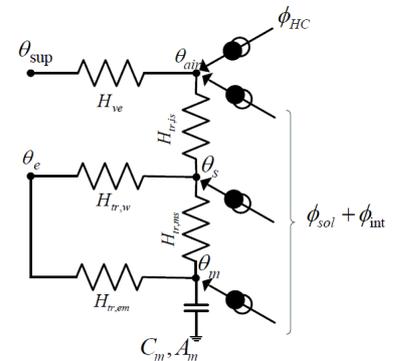
- L: Longitud del puente térmico lineal.
- y: Transmitancia térmica lineal del puente térmico.
- n: Número de puentes térmicos puntuales.



- X: Transmitancia térmica puntual del puente térmico.
- Q_r: Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- 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;
- 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.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.