# ÍNDICE

**1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.** 2
**1.1.- Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia.** 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.** 6
**2.1.- Zonificación climática** 6
**2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.** 6
2.2.1.- Agrupaciones de recintos. 6
2.2.2.- Perfiles de uso utilizados. 6
**2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.** 7
2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados. 7
2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros. 7
2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos. 8
**2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.** 8

# 1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

## 1.1.- Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia.

$\%_{AD} = 100 \cdot (D_{G,ref} - D_{G,obj}) / D_{G,ref} = 100 \cdot (66.4 - 39.4) / 66.4 =$ **40.7 %** $\geq \%_{AD,exigido} =$ **25.0 %**

*donde:*

*$\%_{AD}$: Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.*

*$\%_{AD,exigido}$: Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos en zona climática de verano* **1** *y* **Baja** *carga de las fuentes internas del edificio, (tabla 2.2, CTE DB HE 1),* **25.0 %**.

*$D_{G,obj}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según $D_G = D_C + 0.7 \cdot D_R$, en territorio peninsular, kWh/(m²·año).*

*$D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.*

## 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 | $S_u$ (m²) | Horario de uso, Carga interna | $C_{FI}$ (W/m²) | $D_{G,obj}$ (kWh /año) | $D_{G,obj}$ (kWh/ (m²·a)) | $D_{G,ref}$ (kWh /año) | $D_{G,ref}$ (kWh/ (m²·a)) | $\%_{AD}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SALON DE ACTOS | 386.87 | 8 h, Baja | 1.4 | 15240.4 | 39.4 | 25698.9 | 66.4 | 40.7 |
| | **386.87** | | **1.4** | 15240.4 | **39.4** | 25698.9 | **66.4** | **40.7** |

*donde:*

*$S_u$: Superficie útil de la zona habitable, m².*

*$C_{FI}$: Densidad de las fuentes internas. Supone el promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil, calculada a partir de las cargas nominales en cada hora para cada carga (carga sensible debida a la ocupación, carga debida a iluminación y carga debida a equipos) a lo largo de una semana tipo.*
*La densidad de las fuentes internas del edificio se obtiene promediando las densidades de cada una de las zonas ponderadas por la fracción de la superficie útil que representa cada espacio en relación a la superficie útil total del edificio. W/m².*

*$\%_{AD}$: Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.*

*$D_{G,obj}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según $D_G = D_C + 0.7 \cdot D_R$, en territorio peninsular, kWh/(m²·año).*

*$D_{G,ref}$: Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.*

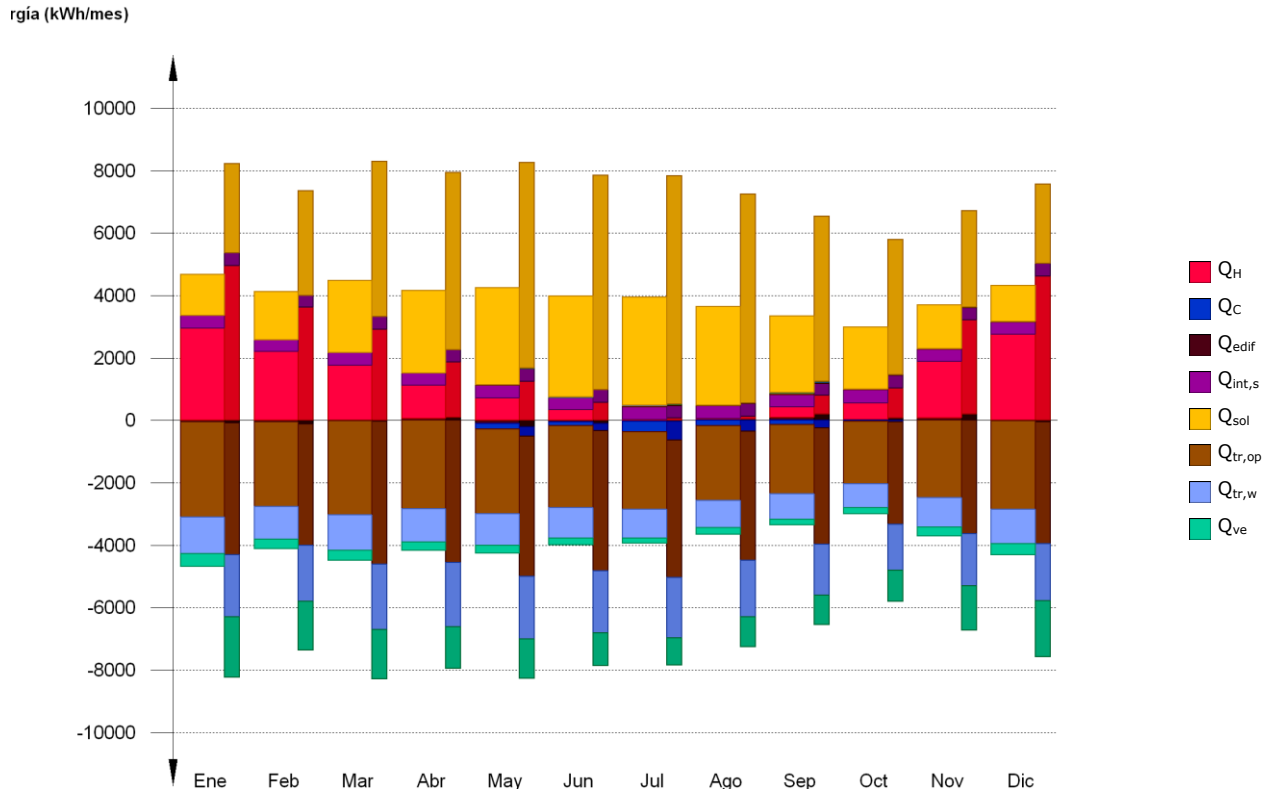
Conforme a la densidad obtenida de las fuentes internas del edificio ($C_{FI,edif}$ = 1.4 W/m²), la carga de las fuentes internas del edificio se considera **Baja**, por lo que el porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia es **25.0**%, conforme a la tabla 2.2 de CTE DB HE 1.

## 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 ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía intercambiada por ventilación ($Q_{ve}$), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta ($Q_{sol}$), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio ($Q_{edif}$), y el aporte necesario de calefacción ($Q_H$) y refrigeración ($Q_C$).

Han sido realizadas dos simulaciones de demanda energética, correspondientes al edificio objeto de proyecto y al edificio de referencia generado en base a éste, conforme a las reglas establecidas para la definición del edificio de referencia (Apéndice D de CTE DB HE 1 y documento 'Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER'). Con objeto de comparar visualmente el comportamiento de ambas modelizaciones, la gráfica muestra también los resultados del edificio de referencia, mediante barras más estrechas y de color más oscuro, situadas a la derecha de los valores correspondientes al edificio objeto.




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) | **Año** (kWh/ (m²·a)) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Balance energético anual del edificio.** | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{tr,op}$ | 0.5<br>-3061.9 | --<br>-2713.5 | 0.1<br>-3017.0 | 1.4<br>-2832.0 | 12.1<br>-2714.1 | 4.2<br>-2621.7 | 42.6<br>-2484.5 | 19.2<br>-2387.0 | 45.3<br>-2208.3 | 19.3<br>-2016.7 | 4.8<br>-2473.2 | 3.8<br>-2846.2 | -31223.2 | -80.7 |
| $Q_{tr,w}$ | 0.1<br>-1177.8 | --<br>-1037.7 | --<br>-1143.3 | 0.2<br>-1066.6 | 3.5<br>-1014.7 | 1.1<br>-975.7 | 13.4<br>-914.6 | 5.5<br>-881.6 | 14.0<br>-819.3 | 5.7<br>-754.7 | 1.3<br>-941.7 | 1.2<br>-1095.0 | -11776.8 | -30.4 |
| $Q_{ve}$ | --<br>-392.6 | --<br>-313.2 | --<br>-318.5 | 0.1<br>-265.2 | 1.2<br>-252.5 | 1.0<br>-207.4 | 4.4<br>-173.8 | 1.6<br>-199.5 | 3.0<br>-188.5 | 0.3<br>-199.2 | 0.0<br>-286.5 | 0.0<br>-361.5 | -3146.8 | -8.1 |
| $Q_{int,s}$ | 417.8<br>-3.5 | 371.4<br>-3.1 | 417.8<br>-3.5 | 386.9<br>-3.2 | 417.8<br>-3.5 | 402.3<br>-3.4 | 402.3<br>-3.4 | 417.8<br>-3.5 | 386.9<br>-3.2 | 417.8<br>-3.5 | 402.3<br>-3.4 | 402.3<br>-3.4 | 4803.1 | 12.4 |
| $Q_{sol}$ | 1328.5<br>-22.2 | 1567.2<br>-26.2 | 2342.7<br>-39.2 | 2699.7<br>-45.1 | 3164.5<br>-52.9 | 3292.3<br>-55.1 | 3509.1<br>-58.7 | 3201.9<br>-53.5 | 2508.3<br>-41.9 | 2025.4<br>-33.9 | 1435.7<br>-24.0 | 1173.7<br>-19.6 | 27776.6 | 71.8 |
| $Q_{edif}$ | -39.8 | -52.8 | -5.3 | 52.2 | -99.8 | -48.4 | -24.6 | 18.1 | 101.6 | 31.2 | 81.2 | -13.4 | | |
| **$Q_H$** | **2950.8** | **2208.0** | **1766.2** | **1071.8** | **715.0** | **338.5** | **32.5** | **35.2** | **339.8** | **531.8** | **1803.5** | **2758.2** | **14551.4** | **37.6** |
| **$Q_C$** | **--** | **--** | **--** | **--** | **-176.6** | **-127.8** | **-344.8** | **-174.1** | **-137.4** | **-23.5** | **--** | **--** | **-984.2** | **-2.5** |
| **$Q_{HC}$** | **2950.8** | **2208.0** | **1766.2** | **1071.8** | **891.7** | **466.3** | **377.3** | **209.3** | **477.2** | **555.4** | **1803.5** | **2758.2** | **15535.7** | **40.2** |

*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).*

*$Q_{ve}$: 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).*

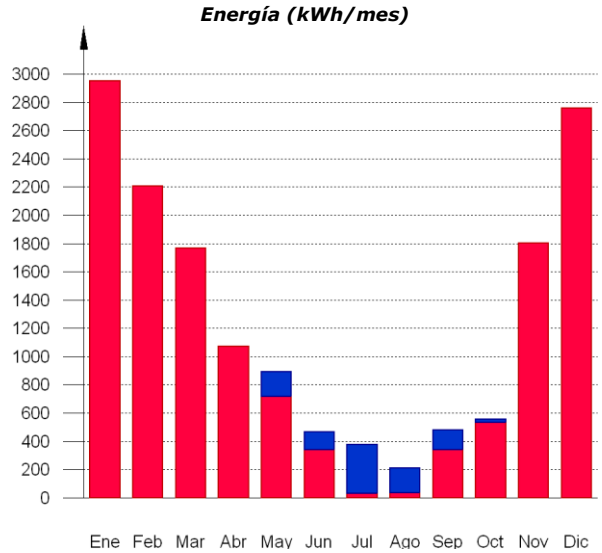
*$Q_H$: Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).*

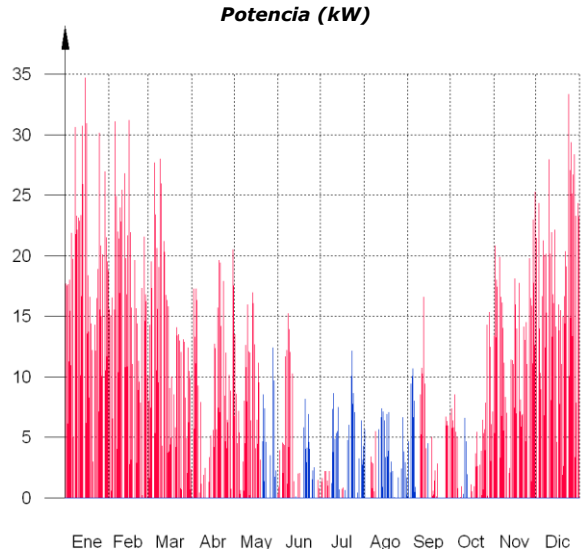
*$Q_C$: Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).*

*$Q_{HC}$: Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).*

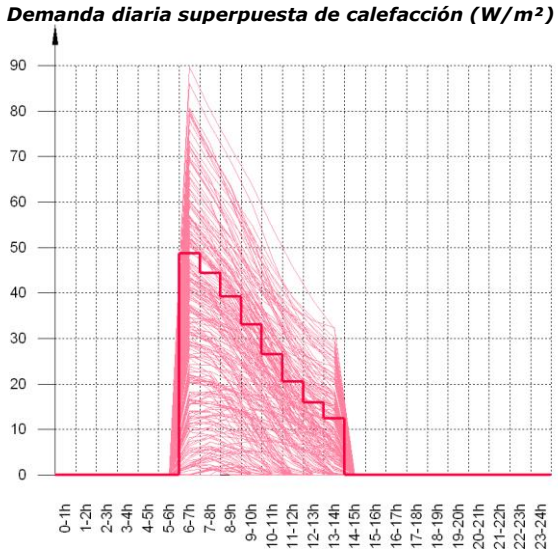
### 1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

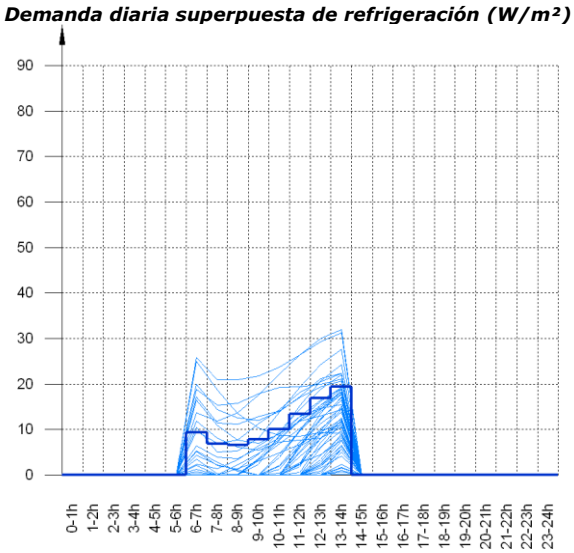
Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:




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:



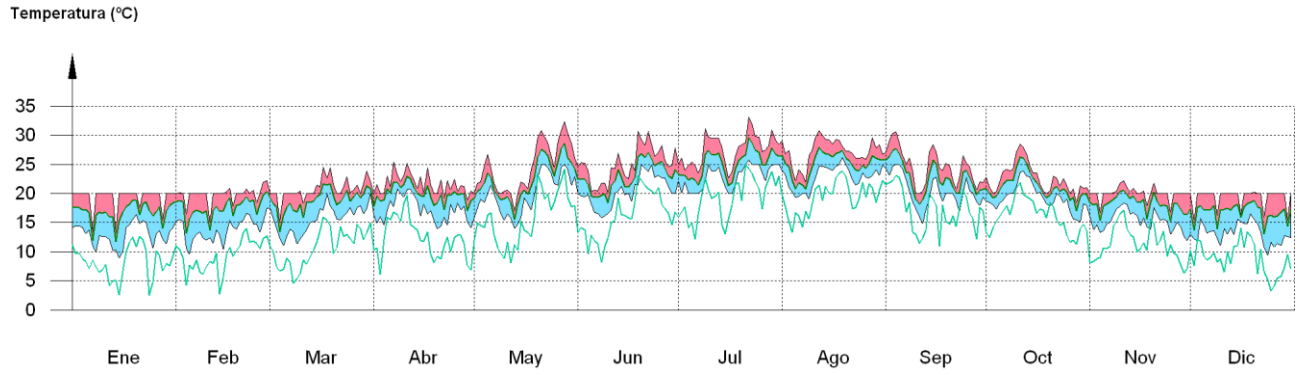

La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

| | Nº activ. | Nº días activos (d) | Nº horas activas (h) | Nº horas por activ. (h) | Potencia típica (W/m²) | Demanda típica por día activo (kWh/m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Calefacción** | 228 | 228 | 1549 | 6 | 24.28 | 0.1650 |
| **Refrigeración** | 64 | 58 | 246 | 4 | 10.34 | 0.0439 |

### 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:

## *SALON DE ACTOS*




### 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** (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) | **Año** (kWh/ (m²·a)) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SALON DE ACTOS** ($A_f$ = 386.87 m²; V = 2720.76 m³; $A_{tot}$ = 1339.20 m²; $C_m$ = 65105.616 kJ/K; $A_m$ = 1003.98 m²) | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{tr,op}$ | 0.5<br>-3061.9 | --<br>-2713.5 | 0.1<br>-3017.0 | 1.4<br>-2832.0 | 12.1<br>-2714.1 | 4.2<br>-2621.7 | 42.6<br>-2484.5 | 19.2<br>-2387.0 | 45.3<br>-2208.3 | 19.3<br>-2016.7 | 4.8<br>-2473.2 | 3.8<br>-2846.2 | -31223.2 | -80.7 |
| $Q_{tr,w}$ | 0.1<br>-1177.8 | --<br>-1037.7 | --<br>-1143.3 | 0.2<br>-1066.6 | 3.5<br>-1014.7 | 1.1<br>-975.7 | 13.4<br>-914.6 | 5.5<br>-881.6 | 14.0<br>-819.3 | 5.7<br>-754.7 | 1.3<br>-941.7 | 1.2<br>-1095.0 | -11776.8 | -30.4 |
| $Q_{ve}$ | --<br>-392.6 | --<br>-313.2 | --<br>-318.5 | 0.1<br>-265.2 | 1.2<br>-252.5 | 1.0<br>-207.4 | 4.4<br>-173.8 | 1.6<br>-199.5 | 3.0<br>-188.5 | 0.3<br>-199.2 | 0.0<br>-286.5 | 0.0<br>-361.5 | -3146.8 | -8.1 |
| $Q_{int,s}$ | 417.8<br>-3.5 | 371.4<br>-3.1 | 417.8<br>-3.5 | 386.9<br>-3.2 | 417.8<br>-3.5 | 402.3<br>-3.4 | 402.3<br>-3.4 | 417.8<br>-3.5 | 386.9<br>-3.2 | 417.8<br>-3.5 | 402.3<br>-3.4 | 402.3<br>-3.4 | 4803.1 | 12.4 |
| $Q_{sol}$ | 1328.5<br>-22.2 | 1567.2<br>-26.2 | 2342.7<br>-39.2 | 2699.7<br>-45.1 | 3164.5<br>-52.9 | 3292.3<br>-55.1 | 3509.1<br>-58.7 | 3201.9<br>-53.5 | 2508.3<br>-41.9 | 2025.4<br>-33.9 | 1435.7<br>-24.0 | 1173.7<br>-19.6 | 27776.6 | 71.8 |
| $Q_{edif}$ | -39.8 | -52.8 | -5.3 | 52.2 | -99.8 | -48.4 | -24.6 | 18.1 | 101.6 | 31.2 | 81.2 | -13.4 | | |
| **$Q_H$** | **2950.8** | **2208.0** | **1766.2** | **1071.8** | **715.0** | **338.5** | **32.5** | **35.2** | **339.8** | **531.8** | **1803.5** | **2758.2** | **14551.4** | **37.6** |
| **$Q_C$** | **--** | **--** | **--** | **--** | **-176.6** | **-127.8** | **-344.8** | **-174.1** | **-137.4** | **-23.5** | **--** | **--** | **-984.2** | **-2.5** |
| **$Q_{HC}$** | **2950.8** | **2208.0** | **1766.2** | **1071.8** | **891.7** | **466.3** | **377.3** | **209.3** | **477.2** | **555.4** | **1803.5** | **2758.2** | **15535.7** | **40.2** |

*donde:*

*$A_f$: 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).*

*$Q_{ve}$: 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).*

*$Q_H$: 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).*

# 2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

## 2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Ames (provincia de A Coruña)**, con una altura sobre el nivel del mar de **40 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **C1**. 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.

| | **S** (m²) | **V** (m³) | **$b_{ve}$** | **$ren_h$** (1/h) | **$\Sigma Q_{ocup,s}$** (kWh /año) | **$\Sigma Q_{equip}$** (kWh /año) | **$\Sigma Q_{ilum}$** (kWh /año) | **Tª calef. media** (°C) | **Tª refrig. media** (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SALON DE ACTOS** (Zona habitable, Perfil: **Baja, 8 h**) | | | | | | | | | |
| SALON DE ACTOS | 386.87 | 2720.76 | 0.20 | 0.80 | 1937.4 | 1453.1 | 1453.1 | 20.0 | 25.0 |
| | **386.87** | **2720.76** | **0.20** | **0.80/0.230*** | **1937.4** | **1453.1** | **1453.1** | **20.0** | **25.0** |

*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 $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot \eta_{hru})$, donde $\eta_{hru}$ 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.*

*$Q_{ocup,s}$: 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.*

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

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

### 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**

Perfil: **Baja, 8 h** (uso no residencial)

| | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | 7h | 8h | 9h | 10h | 11h | 12h | 13h | 14h | 15h | 16h | 17h | 18h | 19h | 20h | 21h | 22h | 23h | 24h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Temp. Consigna Alta (°C)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Sábado | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Festivo | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| **Temp. Consigna Baja (°C)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Sábado | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Festivo | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

| | 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 |
| **Ocupación sensible (W/m²)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Festivo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Iluminación (%)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Festivo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Equipos (W/m²)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Festivo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Ventilación (%)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Laboral | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sábado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Festivo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## 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 (-76.6 kWh/(m²·año)) supone el **68.9**% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-111.1 kWh/(m²·año)).

| | Tipo | S (m²) | χ (kJ/(m²·K)) | U (W/(m²·K)) | ΣQtr (kWh/año) | α | I. (°) | O. (°) | Fsh,o | ΣQsol (kWh/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SALON DE ACTOS** | | | | | | | | | | |
| FACHADA | | 44.59 | 16.27 | 0.34 | -927.6 | 0.4 | V | SO(-151.88) | 0.85 | 163.6 |
| FACHADA | | 110.11 | 16.27 | 0.34 | -2290.8 | 0.4 | V | NO(-61.53) | 1.00 | 218.6 |
| FACHADA | | 137.01 | 16.27 | 0.34 | -2850.4 | 0.4 | V | 118 | 1.00 | 508.2 |
| FACHADA | | 111.75 | 16.27 | 0.34 | -2324.8 | 0.4 | V | NE(28) | 1.00 | 104.8 |
| Tabique de una hoja, con revestimiento | | 62.52 | 53.84 | 2.12 | -7973.5 | | | | | |
| Forjado sanitario | | 386.86 | 73.52 | 0.27 | -6181.8 | | | | | |
| CUBIERTA METÁLICA (Losa alveolar de 20cm) | | 387.82 | 68.93 | 0.30 | -7067.2 | 0.6 | 4 | NO(-62) | 0.99 | 2818.9 |
| | | | | | **-29616.1** | | | | | **3814.0** |

*donde:*

*S: Superficie del elemento.*
*χ: 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.*
*α: 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 (-30.4 kWh/(m²·año)) supone el **27.4**% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-111.1 kWh/(m²·año)).

| | Tipo | S (m²) | Ug (W/(m²·K)) | FF (%) | Uf (W/(m²·K)) | ΣQtr (kWh/año) | ggl | α | I. (°) | O. (°) | Fsh,gl | Fsh,o | ΣQsol (kWh/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SALON DE ACTOS** | | | | | | | | | | | | | |

| | Tipo | S (m²) | $U_g$ (W/(m²·K)) | $F_F$ (%) | $U_f$ (W/(m²·K)) | $\Sigma Q_{tr}$ (kWh/año) | $g_{gl}$ | α | I. (°) | O. (°) | $F_{sh,gl}$ | $F_{sh,o}$ | $\Sigma Q_{sol}$ (kWh/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/10/6 Templa.lite Azur.lite color azul | | 2.03 | 1.40 | 0.49 | 4.00 | -314.1 | 0.39 | 0.4 | V | NO(-61.53) | 0.06 | 1.00 | 37.8 |
| Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/10/6 Templa.lite Azur.lite color azul | | 43.86 | 1.40 | 0.14 | 5.70 | -5125.9 | 0.39 | 0.4 | V | NO(-61.53) | 1.00 | 1.00 | 9736.3 |
| Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/10/6 Templa.lite Azur.lite color azul | | 0.74 | 1.40 | 0.49 | 4.00 | -114.7 | 0.39 | 0.4 | V | NO(-61.53) | 0.81 | 1.00 | 85.6 |
| Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/10/6 Templa.lite Azur.lite color azul | | 2.77 | 1.40 | 0.49 | 4.00 | -428.8 | 0.39 | 0.4 | V | 118 | 0.05 | 1.00 | 85.2 |
| Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/10/6 Templa.lite Azur.lite color azul | | 43.88 | 1.40 | 0.14 | 5.70 | -5128.4 | 0.39 | 0.4 | V | 118 | 1.00 | 1.00 | 14490.2 |
| Puerta de paso interior, de madera | | 1.68 | | 1.00 | 2.02 | -196.0 | | | | | | | |
| Puerta cortafuegos, de acero galvanizado | | 3.60 | | 1.00 | 2.25 | -469.1 | | | | | | | |
| | | | | | | **-11776.8** | | | | | | | **24435.0** |

*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.*
*$g_{gl}$: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.*
*α: 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 sombreamiento 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 (-4.2 kWh/(m²·año)) supone el **3.7**% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-111.1 kWh/(m²·año)).

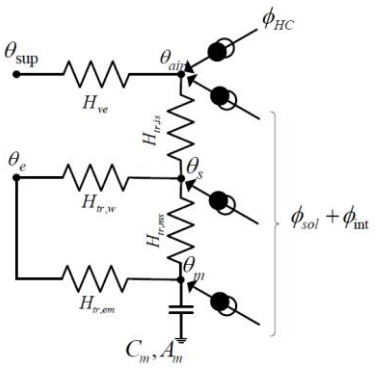
Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-80.7 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **5.1**%.

| | Tipo | L (m) | ψ (W/(m·K)) | $\Sigma Q_{tr}$ (kWh/año) |
|---|---|---|---|---|
| **SALON DE ACTOS** | | | | |
| Esquina saliente | | 21.67 | 0.065 | -85.1 |
| Esquina saliente | | 6.46 | 0.500 | -194.9 |
| Frente de forjado | | 70.20 | 0.313 | -1327.1 |
| | | | | **-1607.1** |

*donde:*

*L: Longitud del puente térmico lineal.*
*ψ: Transmitancia térmica lineal del puente térmico.*
*n: Número de puentes térmicos puntuales.*
*X: Transmitancia térmica puntual del puente térmico.*
*$Q_{tr}$: 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.