

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|-----------|
| ANEXO I. CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS | 43 |
| I.I VALORES LÍMITE DE TRANSMITANCIA DE LOS CERRAMIENTOS, IMPUESTOS POR NORMATIVA | 43 |
| I.II COMPOSICIÓN POR CAPAS DE LOS CERRAMIENTOS..... | 45 |
| I.III VALORES DE TRANSMITANCIA DE LOS CERRAMIENTOS | 48 |
| ANEXO II. CARGAS INTERNAS..... | 50 |
| ANEXO III. RESULTADOS DE LAS DEMANDAS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS | 51 |
| ANEXO IV. COMPROBACIÓN LÍMITES NORMATIVOS S4 Y S5 | 53 |
| ANEXO V. COSTE DE LA INVERSIÓN | 56 |
| ANEXO VI. RENDIMIENTO ESTACIONAL CALDERA | 64 |
| ANEXO VII. AHORRO ANUAL DE ESTÁNDAR S1 A ESTÁNDAR S5..... | 66 |
| ANEXO VIII. EMISIONES DE CO₂EQ EVITADAS DE ESTÁNDAR S1 A ESTÁNDAR S5 | 67 |
| ANEXO IX. CUMPLIMIENTO CONDICIONES DE AYUDAS A LA REHABILITACIÓN | 68 |
| ANEXO X. BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS | 72 |

ANEXO I. CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS

I.1 VALORES LÍMITE DE TRANSMITANCIA DE LOS CERRAMIENTOS, IMPUESTOS POR NORMATIVA

Se describen a continuación los valores máximos de transmitancia impuestos por cada normativa según el estándar, en función de la zona climática en cada caso.

STANDARD S1: ANTERIOR A 1979

Ante la carencia de una normativa que limite la transmitancia térmica de los cerramientos en los edificios construidos antes de 1979, se calcula según los materiales y espesores típicos utilizados en ese momento un valor aproximado, que se presenta en la siguiente tabla.

| ZONA CLIMATICA | | Z1 – Z5 |
|--|--------------------------------|---------|
| CERRAMIENTOS EXTERIORES | Cubiertas | 2,5 |
| | Fachadas | 2,5 |
| | Forjados sobre espacio abierto | 2,5 |
| CERRAMIENTOS CON LOCALES NO CALEFACTADOS | Paredes | 2,5 |
| | Suelos o techos | 2,5 |
| HUECOS | Vidrios y marcos | 5,7 |

Valores transmitancia [W/m²K]-Elaboración propia

STANDARD S2: NBE-CT-1979

| ZONA CLIMATICA | | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| CERRAMIENTOS EXTERIORES | Cubiertas | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 0,9 | 0,7 |
| | Fachadas ligeras (<200 kg/m ²) | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | Fachadas pesadas (>200 kg/m ²) | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,4 |
| | Forjados sobre espacio abierto | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| CERRAMIENTOS CON LOCALES NO CALEFACTADOS | Paredes | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,6 |
| | Suelos o techos | - | - | 1,4 | 1,2 | 1,2 |

Valores transmitancia [W/m²K] opacos NBE-CT-1979 (1)

| Tipo de acristalamiento | Tipo de carpintería | Inclinación del hueco con respecto a la horizontal | |
|-------------------------|---------------------|--|-------|
| | | ≥ 60º | < 60º |
| Sencillo | Madera | 5,0 | 5,5 |
| | Metálica | 5,8 | 6,5 |

Valores transmitancia [W/m²K] huecos NBE-CT-1979 (1)

STANDARD S3: CTE DB-HE 2006

| Cerramientos y particiones interiores | Zona climática de invierno | | | | |
|---|----------------------------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno. | 1,22 | 1,07 | 0,95 | 0,86 | 0,74 |
| Suelos | 0,69 | 0,68 | 0,65 | 0,64 | 0,62 |

| | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|
| Cubiertas | 0,65 | 0,59 | 0,53 | 0,49 | 0,46 |
| Vidrios y marcos | 5,70 | 5,70 | 4,40 | 3,50 | 3,10 |
| Medianerías | 1,22 | 1,07 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Valores transmitancia [W/m²K] cerramientos CTE DB-HE 2006 (2)

STANDARD S4: CTE DB-HE 2013

| Parámetro | Zona climática de invierno | | | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno [W/m ² K] | 1,35 | 1,25 | 1,00 | 0,75 | 0,60 | 0,55 |
| Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² K] | 1,20 | 0,80 | 0,65 | 0,50 | 0,40 | 0,35 |
| Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K] | 5,70 | 5,70 | 4,20 | 3,10 | 2,70 | 2,50 |
| Particiones horizontales y verticales cuando delimiten unidades de distinto uso | 1,35 | 1,25 | 1,10 | 0,95 | 0,85 | 0,70 |
| Particiones horizontales cuando delimiten unidades del mismo uso | 1,90 | 1,80 | 1,55 | 1,35 | 1,20 | 1,00 |
| Particiones verticales cuando delimiten unidades del mismo uso | 1,40 | 1,40 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

Valores transmitancia [W/m²K] cerramientos CTE DB-HE 2013 (3)

STANDARD S5: CTE DB-HE 2019

| Elemento | Zona climática de invierno | | | | | |
|---|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior (Us, Um) | 0,80 | 0,70 | 0,56 | 0,49 | 0,41 | 0,37 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior (Uc) | 0,55 | 0,50 | 0,44 | 0,40 | 0,35 | 0,33 |
| Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (Ut) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD) | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,59 |
| Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (UH) | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,80 |
| Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50% | 5,7 | | | | | |

Valores transmitancia [W/m²K] cerramientos CTE DB-HE 2019 (4)

I.II COMPOSICIÓN POR CAPAS DE LOS CERRAMIENTOS

Las distintas capas que componen los cerramientos a considerar en las tres tipologías de edificios, en el presente trabajo, son las siguientes:

| FACHADA (de fuera hacia dentro) | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| ½ pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm | 0,115 | 0,667 | 1140 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| Tabique de LH sencillo 40mm<E<60mm | 0,04 | 0,445 | 1000 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000<d<1300 | 0,02 | 0,57 | 1150 | 1000 |

| CUBIERTA (de arriba a abajo) | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 0,02 | 1 | 2000 | 800 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 | 0,02 | 1,8 | 2100 | 1000 |
| Tabique de LH sencillo Gran Formato 40mm<E<60mm | 0,04 | 0,228 | 670 | 1000 |
| Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 2 cm | 0,02 | - | - | - |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| Hormigón armado 2300<d<2500 | 0,15 | 2,3 | 2400 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000<d<1300 | 0,02 | 0,57 | 1150 | 1000 |

| FORJADO INTERIOR (de arriba a abajo) | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 0,02 | 1 | 2000 | 800 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 | 0,02 | 1,8 | 2100 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| FU entrevigado cerámico – canto 250mm | 0,25 | 0,908 | 1220 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000<d<1300 | 0,02 | 0,57 | 1150 | 1000 |

| TABIQUERÍA INTERIOR VERTICAL ENTRE ZONAS CON EL MISMO USO | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| Placa de yeso laminado 750<d<900 | 0,02 | 0,25 | 825 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| Placa de yeso laminado 750<d<900 | 0,02 | 0,25 | 825 | 1000 |

| SOLERA EN CONTACTO CON EL TERRENO (de arriba a abajo) | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 0,02 | 1 | 2000 | 800 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 | 0,02 | 1,8 | 2100 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| Hormigón armado 2300<d<2500 | 0,2 | 2,3 | 2400 | 1000 |

Además, en las tipologías T2 y T3:

| TABIQUERÍA INTERIOR VERTICAL ENTRE ZONAS CON DISTINTO USO | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| ½ pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm | 0,115 | 0,667 | 1140 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| Tabique de LH sencillo 40mm<E<60mm | 0,04 | 0,445 | 1000 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000<d<1300 | 0,02 | 0,57 | 1150 | 1000 |

| FORJADO INTERIOR HORIZONTAL ENTRE ZONAS CON DISTINTO USO (de arriba a abajo) | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Material | Espesor (m) | Conductividad (W/m K) | Densidad (kg/m ³) | Calor específico (J/kgK) |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 0,02 | 1 | 2000 | 800 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 | 0,02 | 1,8 | 2100 | 1000 |
| EPS Poliestireno Expandido | VARIABLE | 0,037 | 30 | 1000 |
| FU entrevigado cerámico – canto 250mm | 0,25 | 0,908 | 1220 | 1000 |
| Enlucido de yeso 1000<d<1300 | 0,02 | 0,57 | 1150 | 1000 |

El espesor del aislamiento (EPS) que se muestra en las tablas anteriores como “variable”, toma los valores que se indican en la tabla a continuación, en función de la tipología de edificio, la zona climática y el estándar normativo. (Valor expresado en m).

| ELEMENTO | ZONA | S1 | S2 | S3 | TIPOLOGÍA T1 | | TIPOLOGÍAS T2 - T3 | |
|----------------------------------|------|--------------|-------|-------|--------------|-------|--------------------|-------|
| | | | | | S4 | S5 | S4 | S5 |
| Fachada | Z1 | 0,000 (1) | 0,003 | 0,020 | 0,040 | 0,100 | 0,020 | 0,040 |
| | Z2 | | 0,003 | 0,020 | 0,085 | 0,105 | 0,020 | 0,050 |
| | Z3 | | 0,006 | 0,025 | 0,110 | 0,110 | 0,035 | 0,480 |
| | Z4 | | 0,009 | 0,026 | 0,100 | 0,140 | 0,045 | 0,075 |
| | Z5 | | 0,009 | 0,035 | 0,105 | 0,180 | 0,050 | 0,085 |
| Cubierta | Z1 | 0,000 (2) | 0,007 | 0,040 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| | Z2 | | 0,007 | 0,045 | 0,055 | 0,065 | 0,055 | 0,065 |
| | Z3 | | 0,011 | 0,050 | 0,055 | 0,075 | 0,055 | 0,390 |
| | Z4 | | 0,021 | 0,060 | 0,073 | 0,085 | 0,073 | 0,085 |
| | Z5 | | 0,033 | 0,065 | 0,085 | 0,095 | 0,085 | 0,095 |
| Forjado interior mismo uso | Z1 | 0,000 (3) | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| | Z2 | | 0,000 | 0,008 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| | Z3 | | 0,000 | 0,008 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| | Z4 | | 0,000 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| | Z5 | | 0,000 | 0,008 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 |
| Tabiquería interior mismo uso | Z1 | 0,000 (4) | 0,004 | 0,015 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 |
| | Z2 | | 0,004 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| | Z3 | | 0,004 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| | Z4 | | 0,004 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| | Z5 | | 0,004 | 0,015 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 |
| Solera | Z1 | 0,004 | 0,014 | 0,025 | 0,030 | 0,080 | 0,025 | 0,035 |
| | Z2 | | 0,014 | 0,025 | 0,075 | 0,085 | 0,025 | 0,040 |
| | Z3 | | 0,019 | 0,028 | 0,100 | 0,100 | 0,040 | 0,041 |
| | Z4 | | 0,029 | 0,031 | 0,100 | 0,110 | 0,050 | 0,045 |
| | Z5 | | 0,040 | 0,040 | 0,100 | 0,140 | 0,055 | 0,052 |
| Tabiquería interior distinto uso | Z1 | 0,000 (1) | 0,000 | 0,010 | - | - | 0,009 | 0,009 |
| | Z2 | | 0,000 | 0,014 | - | - | 0,013 | 0,013 |
| | Z3 | | 0,000 | 0,018 | - | - | 0,018 | 0,018 |
| | Z4 | | 0,003 | 0,023 | - | - | 0,023 | 0,023 |
| | Z5 | | 0,003 | 0,030 | - | - | 0,033 | 0,033 |
| Forjado interior distinto uso | Z1 | 0,000 (3) | 0,000 | 0,008 | - | - | 0,008 | 0,008 |
| | Z2 | | 0,000 | 0,012 | - | - | 0,012 | 0,012 |
| | Z3 | | 0,004 | 0,017 | - | - | 0,017 | 0,017 |
| | Z4 | | 0,009 | 0,021 | - | - | 0,022 | 0,022 |
| | Z5 | | 0,009 | 0,028 | - | - | 0,031 | 0,031 |

- (1) Se elimina la capa de aislamiento y se reduce el espesor de las capas de ladrillo.
(2) Se elimina la capa de aislamiento, se reduce el espesor de la capa de ladrillo y se elimina la cámara de aire.
(3) Se elimina la capa de aislamiento y se reduce el espesor de la capa de forjado.
(4) Se elimina la capa de aislamiento y se reduce el espesor de la capa de yeso.

En la tabla se observan valores diferentes en el espesor del aislamiento necesario para cumplir con lo exigido en cada normativa, para algunos cerramientos de los estándares S4 y S5, entre la tipología T1 y las otras dos.

Debido a la baja compactidad del edificio T1, se deben aplicar valores de transmitancia inferiores para no superar la demanda límite de calefacción y refrigeración impuesta por el CTE-2013 (estándar S4), y para no superar el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K), impuesto por el CTE-2019 (estándar S5).

I.III VALORES DE TRANSMITANCIA DE LOS CERRAMIENTOS

La transmitancia que se obtiene para cada cerramiento en las tres tipologías de edificios, con la composición descrita, es la indicada en la tabla a continuación, en W/m²K:

| ELEMENTO | ZONA | S1 | S2 | S3 | TIPOLOGÍA T1 | | TIPOLOGÍAS T2 - T3 | |
|-------------------------------|------|------|------|------|--------------|------|--------------------|------|
| | | | | | S4 | S5 | S4 | S5 |
| Fachada | Z1 | 2,50 | 1,80 | 0,99 | 0,65 | 0,32 | 0,99 | 0,65 |
| | Z2 | | 1,80 | 0,99 | 0,36 | 0,30 | 0,99 | 0,55 |
| | Z3 | | 1,60 | 0,87 | 0,29 | 0,29 | 0,71 | 0,48 |
| | Z4 | | 1,40 | 0,85 | 0,32 | 0,24 | 0,59 | 0,40 |
| | Z5 | | 1,40 | 0,71 | 0,30 | 0,19 | 0,55 | 0,36 |
| Cubierta | Z1 | 2,50 | 1,40 | 0,62 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| | Z2 | | 1,40 | 0,57 | 0,50 | 0,44 | 0,50 | 0,44 |
| | Z3 | | 1,20 | 0,53 | 0,50 | 0,39 | 0,50 | 0,39 |
| | Z4 | | 0,90 | 0,47 | 0,40 | 0,35 | 0,40 | 0,35 |
| | Z5 | | 0,70 | 0,44 | 0,35 | 0,32 | 0,35 | 0,32 |
| Forjado interior mismo uso | Z1 | 2,50 | 1,66 | 1,20 | 1,66 | 1,60 | 1,66 | 1,60 |
| | Z2 | | 1,66 | 1,20 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 |
| | Z3 | | 1,66 | 1,20 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| | Z4 | | 1,66 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| | Z5 | | 1,66 | 1,20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Tabiquería interior mismo uso | Z1 | 2,50 | 1,94 | 1,20 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| | Z2 | | 1,94 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| | Z3 | | 1,94 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| | Z4 | | 1,94 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| | Z5 | | 1,94 | 1,20 | 1,02 | 1,02 | 1,00 | 1,00 |
| Solera | Z1 | 2,30 | 1,40 | 1,00 | 0,88 | 0,40 | 1,00 | 0,78 |
| | Z2 | | 1,40 | 1,00 | 0,42 | 0,38 | 1,00 | 0,71 |
| | Z3 | | 1,20 | 0,92 | 0,33 | 0,33 | 0,71 | 0,70 |
| | Z4 | | 0,90 | 0,86 | 0,33 | 0,30 | 0,60 | 0,65 |
| | Z5 | | 0,70 | 0,71 | 0,33 | 0,24 | 0,55 | 0,58 |

| ELEMENTO | ZONA | S1 | S2 | S3 | TIPOLOGÍA T1 | | TIPOLOGÍAS T2 - T3 | |
|----------------------------------|------|------|------|------|--------------|------|--------------------|------|
| | | | | | S4 | S5 | S4 | S5 |
| Tabiquería interior distinto uso | Z1 | 2,50 | 1,80 | 1,20 | - | - | 1,25 | 1,25 |
| | Z2 | | 1,80 | 1,06 | - | - | 1,10 | 1,10 |
| | Z3 | | 1,80 | 0,94 | - | - | 0,95 | 0,95 |
| | Z4 | | 1,60 | 0,85 | - | - | 0,85 | 0,85 |
| | Z5 | | 1,60 | 0,74 | - | - | 0,70 | 0,65 |
| Forjado interior distinto uso | Z1 | 2,50 | 1,94 | 1,22 | - | - | 1,25 | 1,25 |
| | Z2 | | 1,94 | 1,06 | - | - | 1,08 | 1,08 |
| | Z3 | | 1,40 | 0,94 | - | - | 0,95 | 0,95 |
| | Z4 | | 1,20 | 0,85 | - | - | 0,85 | 0,85 |
| | Z5 | | 1,20 | 0,74 | - | - | 0,70 | 0,65 |
| Huecos | Z1 | 5,70 | 5,70 | 5,70 | 2,60 | 2,20 | 2,60 | 2,20 |
| | Z2 | | | 5,70 | 2,10 | 2,00 | 2,10 | 2,00 |
| | Z3 | | | 4,40 | 1,70 | 1,80 | 1,90 | 1,80 |
| | Z4 | | | 3,50 | 1,60 | 1,40 | 1,80 | 1,40 |
| | Z5 | | | 3,10 | 1,70 | 1,30 | 1,90 | 1,30 |

ANEXO II. CARGAS INTERNAS

Las tres tipologías de edificios objeto de estudio son de uso residencial, por lo que se aplica en todas ellas el perfil de uso indicado en el Anejo D del DB-HE, del Código Técnico de la Edificación:

| Carga interna (W/m ²) | | Horario (semana tipo) | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 0:00 | 7:00 | 15:00 | 18:00 | 19:00 | 23:00 |
| | | - 6:59 | - 14:59 | - 17:59 | - 18:59 | - 22:59 | - 23:59 |
| Ocupación (sensible) | L | 2,15 | 0,54 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 2,15 |
| | S y F | 2,15 | 2,15 | 2,15 | 2,15 | 2,15 | 2,15 |
| Ocupación (latente) | L | 1,36 | 0,34 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 1,36 |
| | S y F | 1,36 | 1,36 | 1,36 | 1,36 | 1,36 | 1,36 |
| Iluminación | L, S y F | 0,44 | 1,32 | 1,32 | 2,2 | 4,4 | 2,2 |
| Equipos | L, S y F | 0,44 | 1,32 | 1,32 | 2,2 | 4,4 | 2,2 |

L: día laboral, S: sábado, F: domingo y festivo

Tabla b – Anejo D. Perfil de uso de espacios en uso residencial privado (4)

| Hora | % | Hora | % | Hora | % | Hora | % |
|------|---|------|----|------|---|------|---|
| 0h | 1 | 6h | 3 | 12h | 5 | 18h | 5 |
| 1h | 0 | 7h | 10 | 13h | 5 | 19h | 7 |
| 2h | 0 | 8h | 7 | 14h | 4 | 20h | 6 |
| 3h | 0 | 9h | 7 | 15h | 3 | 21h | 6 |
| 4h | 0 | 10h | 6 | 16h | 4 | 22h | 5 |
| 5h | 1 | 11h | 6 | 17h | 4 | 23h | 5 |

El % se refiere al tanto por ciento respecto a la demanda diaria de ACS.

Tabla c – Anejo D. Perfil de uso ACS en uso residencial privado (4)

ANEXO III. RESULTADOS DE LAS DEMANDAS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS

Las demandas que se obtienen en el cálculo por tipología de edificio, según el estándar y la zona climática, son las siguientes:

| TIPOLOGIA EDIFICIO | ESTÁNDAR | ZONA CLIMÁTICA | DEMANDA CALEFACCIÓN (kWh/m ² año) | DEMANDA REFRIGERACIÓN (kWh/m ² año) | DEMANDA ACS (kWh/m ² año) |
|--------------------|----------|----------------|--|--|--------------------------------------|
| T1 | S1 | Z1 | 72,51 | 36,02 | 23,86 |
| | | Z2 | 105,52 | 22,78 | 24,47 |
| | | Z3 | 178,62 | 1,54 | 25,41 |
| | | Z4 | 244,33 | 21,90 | 25,22 |
| | | Z5 | 306,59 | 1,74 | 26,73 |
| | S2 | Z1 | 55,66 | 27,77 | 23,86 |
| | | Z2 | 83,06 | 16,60 | 24,47 |
| | | Z3 | 133,47 | 0,55 | 25,41 |
| | | Z4 | 171,91 | 14,13 | 25,22 |
| | | Z5 | 214,29 | 0,60 | 26,73 |
| | S3 | Z1 | 26,77 | 19,26 | 23,86 |
| | | Z2 | 43,33 | 11,12 | 24,47 |
| | | Z3 | 74,06 | 0,15 | 25,41 |
| | | Z4 | 99,51 | 9,74 | 25,22 |
| | | Z5 | 111,34 | 0,18 | 26,73 |
| | S4 | Z1 | 13,76 | 16,70 | 23,86 |
| | | Z2 | 14,24 | 8,15 | 24,47 |
| | | Z3 | 28,74 | 0,08 | 25,41 |
| | | Z4 | 44,52 | 7,58 | 25,22 |
| | | Z5 | 57,49 | 0,09 | 26,73 |
| S5 | Z1 | 5,83 | 13,71 | 23,86 | |
| | Z2 | 11,82 | 7,64 | 24,47 | |
| | Z3 | 28,24 | 0,05 | 25,41 | |
| | Z4 | 36,51 | 7,05 | 25,22 | |
| | Z5 | 42,31 | 0,09 | 26,73 | |
| T2 | S1 | Z1 | 13,89 | 16,95 | 17,90 |
| | | Z2 | 24,57 | 10,34 | 18,36 |
| | | Z3 | 51,91 | 0,50 | 19,06 |
| | | Z4 | 76,41 | 10,32 | 18,92 |
| | | Z5 | 99,14 | 0,53 | 20,05 |
| | S2 | Z1 | 7,33 | 14,62 | 17,90 |
| | | Z2 | 15,36 | 8,59 | 18,36 |
| | | Z3 | 34,09 | 0,09 | 19,06 |
| | | Z4 | 49,55 | 8,18 | 18,92 |
| | | Z5 | 64,92 | 0,09 | 20,05 |
| S3 | Z1 | 0,94 | 11,93 | 17,90 | |

| | | | | | |
|----|--------|-------|--------|-------|-------|
| | | Z2 | 3,01 | 6,85 | 18,36 |
| | | Z3 | 10,31 | 0,01 | 19,06 |
| | | Z4 | 16,66 | 6,58 | 18,92 |
| | | Z5 | 19,73 | 0,03 | 20,05 |
| | | Z1 | 0,25 | 11,76 | 17,90 |
| | S4 | Z2 | 1,09 | 6,28 | 18,36 |
| | | Z3 | 3,43 | 0,04 | 19,06 |
| | | Z4 | 5,60 | 6,02 | 18,92 |
| | | Z5 | 7,71 | 0,03 | 20,05 |
| | | Z1 | 0,16 | 10,39 | 17,90 |
| | S5 | Z2 | 0,41 | 5,91 | 18,36 |
| | | Z3 | 1,64 | 0,09 | 19,06 |
| | | Z4 | 2,69 | 5,81 | 18,92 |
| | | Z5 | 3,75 | 0,05 | 20,05 |
| | | T3 | S1 | Z1 | 25,90 |
| Z2 | 41,11 | | | 12,32 | 17,96 |
| Z3 | 76,12 | | | 0,66 | 18,65 |
| Z4 | 108,29 | | | 12,21 | 18,51 |
| Z5 | 137,39 | | | 0,75 | 19,62 |
| S2 | Z1 | | 19,89 | 17,75 | 17,51 |
| | Z2 | | 33,40 | 10,71 | 17,96 |
| | Z3 | | 61,38 | 0,29 | 18,65 |
| | Z4 | | 85,09 | 10,28 | 18,51 |
| | Z5 | | 108,08 | 0,35 | 19,62 |
| S3 | Z1 | | 5,83 | 13,61 | 17,51 |
| | Z2 | | 12,25 | 8,05 | 17,96 |
| | Z3 | | 25,85 | 0,07 | 18,65 |
| | Z4 | | 37,16 | 7,72 | 18,51 |
| | Z5 | | 42,43 | 0,12 | 19,62 |
| S4 | Z1 | | 2,61 | 13,03 | 17,51 |
| | Z2 | | 7,37 | 7,16 | 17,96 |
| | Z3 | | 13,69 | 0,05 | 18,65 |
| | Z4 | | 20,68 | 6,80 | 18,51 |
| | Z5 | | 27,10 | 0,07 | 19,62 |
| S5 | Z1 | 1,30 | 11,43 | 17,51 | |
| | Z2 | 2,95 | 6,53 | 17,96 | |
| | Z3 | 8,85 | 0,02 | 18,65 | |
| | Z4 | 14,05 | 6,39 | 18,51 | |
| | Z5 | 18,21 | 0,05 | 19,62 | |

Valores demandas [kWh/m²año]

ANEXO IV. COMPROBACIÓN LÍMITES NORMATIVOS S4 Y S5

En el caso de los estándares S4 (CTE-2013) y S5 (CTE-2019), la normativa limita el valor máximo para la demanda de calefacción y refrigeración, en el primero, y el coeficiente global de transmisión del calor, en el segundo.

Por ello, aunque en los valores máximos de transmitancia (U) de algunos cerramientos de S3 (CTE 2006) son más bajos que en el S4, este último es más limitante al exigir una demanda límite máxima.

En el caso de S5, el DB-HE 1 (4) no pone un valor máximo a las demandas de calefacción y refrigeración, sin embargo, limita el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

CUMPLIMIENTO DEMANDA ENERGÉTICA S4

En la versión de 2013 del Documento Básico HE-1 (3), se establece el valor límite a la demanda de calefacción calculado según la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en kWh/m²año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m²;

Los valores de $D_{cal,base}$ y de $F_{cal,sup}$ se toman de la tabla 2.1 del mismo documento:

| | Zona climática de invierno | | | | |
|---|----------------------------|----|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| $D_{cal,base}$ [kWh/m ² año] | 15 | 15 | 20 | 27 | 40 |
| $F_{cal,sup}$ | 0 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 |

Tabla 2.1. CTE 2013 DB-HE-1 (3)

En el caso de la demanda energética de refrigeración ($D_{ref,lim}$), el documento la limita a 15 kWh/m²año en las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3, y a 20 kWh/m²año en la zona climática de verano 4.

Con los valores obtenidos para S4 (Anexo III del presente documento), se comprueba que cumplen la normativa del estándar, según el cálculo descrito:

| Tipología | Zona climática | Superficie acondicionada (m ²) | Demanda calefacción (kWh/m ² año) | D _{cal,lim} (kWh/m ² año) | Demanda refrigeración (kWh/m ² año) | D _{ref,lim} (kWh/m ² año) |
|-----------|----------------|--|--|---|--|---|
| T1 | Z1 | 110 | 13,76 | 15,00 | 16,70 | 20,00 |
| | Z2 | 110 | 14,24 | 15,00 | 8,15 | 15,00 |
| | Z3 | 110 | 28,74 | 29,09 | 0,08 | 15,00 |
| | Z4 | 110 | 44,52 | 45,18 | 7,58 | 15,00 |
| | Z5 | 110 | 57,49 | 67,27 | 0,09 | 15,00 |
| T2 | Z1 | 1220 | 0,25 | 15,00 | 11,76 | 20,00 |
| | Z2 | 1220 | 1,09 | 15,00 | 6,28 | 15,00 |
| | Z3 | 1220 | 3,43 | 20,82 | 0,04 | 15,00 |
| | Z4 | 1220 | 5,60 | 28,64 | 6,02 | 15,00 |
| | Z5 | 1220 | 7,71 | 42,46 | 0,03 | 15,00 |
| T3 | Z1 | 5604 | 2,61 | 15,00 | 13,03 | 20,00 |
| | Z2 | 5604 | 7,37 | 15,00 | 7,16 | 15,00 |
| | Z3 | 5604 | 13,69 | 20,18 | 0,05 | 15,00 |
| | Z4 | 5604 | 20,68 | 27,36 | 6,80 | 15,00 |
| | Z5 | 5604 | 27,1 | 40,54 | 0,07 | 15,00 |

Cumplimiento demanda límite de calefacción y refrigeración CTE 2013 DB-HE-1 (3) para S4

CUMPLIMIENTO VALOR K PARA S5

En la versión de 2019 del Documento Básico HE-1 (4), se define el coeficiente global de transmisión de calor (a través de la envolvente térmica del edificio) (K), como el *Valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (A_{int})*. Expresado en W/m²K. Calculado según la expresión:

$$K = \sum x \cdot H_x / A_{int}$$

donde

H_x es el coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (incluyendo sus puentes térmicos). Se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno, con el ambiente exterior, y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes;

A_{int} es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor. Excluye, por tanto, las áreas de elementos de la envolvente térmica en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

El valor límite de K toma los valores indicados en la tabla 3.1.1.b del documento:

| | Compacidad V/A [m ³ /m ²] | Zona climática de invierno | | | | |
|---|---|----------------------------|------|------|------|------|
| | | A | B | C | D | E |
| Edificios nuevos y ampliaciones | V/A ≤ 1 | 0,60 | 0,58 | 0,53 | 0,48 | 0,43 |
| | V/A ≥ 4 | 0,80 | 0,77 | 0,72 | 0,67 | 0,62 |
| Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio | V/A ≤ 1 | 0,87 | 0,83 | 0,73 | 0,63 | 0,54 |
| | V/A ≥ 4 | 0,94 | 0,90 | 0,81 | 0,70 | 0,62 |

Tabla 3.1.1.b. Valores Klim [W/m²]. CTE 2019 DB-HE-1 (4)

Los valores límites de las compacidades entre 1 y 4 se obtienen interpolando los valores de la tabla anterior.

En los casos de estudio, se considera a efectos de cálculo como edificios nuevos, por lo que toman los valores de la tabla correspondientes.

Tanto el valor del coeficiente K para el caso de estudio, como su coeficiente Klim, se calculan mediante la herramienta HULC, dando los valores siguientes, comprobando que en todos los casos del estándar S5 se cumple la normativa:

| Tipología | Zona climática | K (W/m ² K) | Klim (W/m ² K) |
|-----------|----------------|---------------------------|------------------------------|
| T1 | Z1 | 0,60 | 0,61 |
| | Z2 | 0,57 | 0,59 |
| | Z3 | 0,54 | 0,54 |
| | Z4 | 0,49 | 0,49 |
| | Z5 | 0,44 | 0,44 |
| T2 | Z1 | 0,76 | 0,80 |
| | Z2 | 0,68 | 0,77 |
| | Z3 | 0,61 | 0,72 |
| | Z4 | 0,53 | 0,67 |
| | Z5 | 0,47 | 0,62 |
| T3 | Z1 | 0,77 | 0,77 |
| | Z2 | 0,68 | 0,74 |
| | Z3 | 0,61 | 0,69 |
| | Z4 | 0,51 | 0,64 |
| | Z5 | 0,47 | 0,59 |

Cumplimiento coeficiente K [W/m²] CTE 2019 DB-HE-1 (4) para S5

ANEXO V. COSTE DE LA INVERSIÓN

Las intervenciones planteadas para la transformación de un edificio del estándar S1 al estándar S5, se basan en la introducción del aislamiento en fachada, cubierta y solera, y en la sustitución de los elementos que componen los huecos.

Las características de los materiales de aislamiento, son las necesarias para dar cumplimiento a la normativa CTE-2019, con los límites en las transmitancias de los cerramientos establecidos, y el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Otro factor a tener en cuenta, es que se trataría de reforma de viviendas existentes, por lo que se aportan mayores aislamientos en los cerramientos que resultarían menos incómodos a los usuarios, por las modificaciones que comportarían en sus viviendas: fachada y huecos.

De esta forma, las intervenciones y sus relativos costes, basados en los precios indicados en el Generador de precios de Cype (5), son los siguientes:

TIPOLOGÍA T1: zonas Z1 y Z2

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|--|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,031$ W/mK - espesor 90 mm | 90,72 €/m ² | 180 m ² | 16.342,30 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,032$ W/mK - espesor 55 mm | 7,85 €/m ² | 55 m ² | 431,75 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 50 mm | 47,79 €/m ² | 55 m ² | 2.628,45 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 1 ud | 386,17 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 341,36 € | 5 ud | 1.706,80 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1800 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 458,67 € | 1 ud | 458,67 € |
| | | -1 hoja practicable 400x400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 157,61 € | 1 ud | 157,61 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K - Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 8 ud | 1.104,08 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 1.500,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 24.715,83 € |

TIPOLOGÍA T1: zona Z3

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|--|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,031$ W/mK - espesor 90 mm | 90,72 €/m ² | 180 m ² | 16.342,30 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,032$ W/mK - espesor 75 mm | 9,26 €/m ² | 55 m ² | 509,30 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 80 mm | 56,5 €/m ² | 55 m ² | 3.107,50 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 1 ud | 386,17 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 341,36 € | 5 ud | 1.706,80 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1800 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 458,67 € | 1 ud | 458,67 € |
| | | -1 hoja practicable 400x400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 157,61 € | 1 ud | 157,61 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K - Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 8 ud | 1.104,08 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 1.500,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 25.272,43 € |

TIPOLOGÍA T1: zona Z4

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|--|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,031$ W/mK - espesor 120 mm | 96,25 €/m ² | 180 m ² | 17.338,48 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,032$ W/mK - espesor 80 mm | 9,61 €/m ² | 55 m ² | 528,55 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 80 mm | 56,5 €/m ² | 55 m ² | 3.107,50 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 1 ud | 386,17 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 341,36 € | 5 ud | 1.706,80 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1800 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 458,67 € | 1 ud | 458,67 € |
| | | -1 hoja practicable 400x400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 157,61 € | 1 ud | 157,61 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K - Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 8 ud | 1.104,08 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 1.500,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 26.287,86 € |

TIPOLOGÍA T1: zona Z5

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|--|-------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,031$ W/mK - espesor 160 mm | 104,88 €/m ² | 180 m ² | 18.893,08 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,032$ W/mK - espesor 90 mm | 10,32 €/m ² | 55 m ² | 567,60 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 120 mm | 73,55 €/m ² | 55 m ² | 4.045,25 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 1 ud | 386,17 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 341,36 € | 5 ud | 1.706,80 € |
| | | -2 hojas practicables 1000x1800 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 458,67 € | 1 ud | 458,67 € |
| | | -1 hoja practicable 400x400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 157,61 € | 1 ud | 157,61 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K - Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 8 ud | 1.104,08 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 1.500,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 28.819,26 € |

TIPOLOGÍA T2: zonas Z1 y Z2

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 40 mm | 80,26 €/m ² | 530 m ² | 42.537,80 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 60 mm | 38,09 €/m ² | 226 m ² | 8.615,96 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 200 m ² | 8.994,00 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 24 ud | 9.268,08 € |
| | | -2 hojas practicables 1400x1400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 447,86 € | 24 ud | 10.748,64 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 48 ud | 6.624,48 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 3.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 89.788,96 € |

TIPOLOGÍA T2: zona Z3

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 50 mm | 81,82 €/m ² | 530 m ² | 42.364,60 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 226 m ² | 10.176,74 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 200 m ² | 8.994,00 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 24 ud | 9.268,08 € |
| | | -2 hojas practicables 1400x1400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 447,86 € | 24 ud | 10.748,64 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 48 ud | 6.624,48 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 3.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 92.176,54 € |

TIPOLOGÍA T2: zona Z4

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 60 mm | 83,44 €/m ² | 530 m ² | 44.223,20 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 226 m ² | 10.176,74 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 200 m ² | 8.994,00 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 24 ud | 9.268,08 € |
| | | -2 hojas practicables 1400x1400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 447,86 € | 24 ud | 10.748,64 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 48 ud | 6.624,48 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 3.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 93.035,14 € |

TIPOLOGÍA T2: zona Z5

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|--------------------|--------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 80 mm | 87,23 €/m ² | 530 m ² | 46.231,90 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 226 m ² | 10.176,74 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 50 mm | 47,79 €/m ² | 200 m ² | 9.558,00 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1300x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 386,17 € | 24 ud | 9.268,08 € |
| | | -2 hojas practicables 1400x1400 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 447,86 € | 24 ud | 10.748,64 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 48 ud | 6.624,48 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 3.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 95.607,84 € |

TIPOLOGÍA T3: zonas Z1 y Z2

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|---------------------|---------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ - espesor 40 mm | 80,26 €/m ² | 3118 m ² | 250.282,78 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ - espesor 60 mm | 38,09 €/m ² | 654 m ² | 24.910,86 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 560 m ² | 25.201,19 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1400x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 380,92 € | 160 ud | 60.947,20 € |
| | | -1 hoja practicable 800x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 242,71 € | 160 ud | 38.833,60 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 320 ud | 44.163,20 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 5.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 449.338,83 € |

TIPOLOGÍA T3: zona Z3

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|---------------------|---------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ - espesor 50 mm | 81,82 €/m ² | 3118 m ² | 255.147,49 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 654 m ² | 29.423,46 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 560 m ² | 25.201,19 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1400x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 380,92 € | 160 ud | 60.947,20 € |
| | | -1 hoja practicable 800x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 242,71 € | 160 ud | 38.833,60 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 320 ud | 44.163,20 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 5.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 458.716,14 € |

TIPOLOGÍA T3: zona Z4

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|---------------------|---------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 60 mm | 83,44 €/m ² | 3118 m ² | 260.199,30 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 654 m ² | 29.423,46 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 40 mm | 44,97 €/m ² | 560 m ² | 25.201,19 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1400x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 380,92 € | 160 ud | 60.947,20 € |
| | | -1 hoja practicable 800x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 242,71 € | 160 ud | 38.833,60 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 320 ud | 44.163,20 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 5.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 463.767,94 € |

TIPOLOGÍA T3: zona Z5

| CERRAMIENTO | INTERVENCIÓN | CARACTERÍSTICAS AISLAMIENTO | COSTE UNITARIO | UDS | TOTAL |
|------------------------------|---|---|------------------------|---------------------|---------------------|
| FACHADA | Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachada existente, incluida preparación paramento soporte | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,038$ W/mK - espesor 80 mm | 87,23 €/m ² | 3118 m ² | 272.018,03 € |
| CUBIERTA | Aislamiento térmico por el exterior de cubierta plana no transitable, sobre cubierta existente mediante fijación mecánica | Poliestireno expandido (EPS): - $\lambda = 0,036$ W/mK - espesor 80 mm | 44,99 €/m ² | 654 m ² | 29.423,46 € |
| SOLERA | Sistema de aislamiento térmico de solera con pavimento existente, incluida instalación de nuevo pavimento | Poliestireno extrudido (XPS): - $\lambda = 0,033$ W/mK - espesor 50 mm | 47,79 €/m ² | 560 m ² | 26.781,52 € |
| CARPINTERIAS EXTERIORES | Carpintería exterior de PVC | -2 hojas practicables 1400x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 380,92 € | 160 ud | 60.947,20 € |
| | | -1 hoja practicable 800x1000 mm - Umarco = 1,3 W/m ² K | 242,71 € | 160 ud | 38.833,60 € |
| | Vidrio doble acristalamiento | Baja emisividad térmica - Uvidrio = 1,4 W/m ² K -Superficie < 2 m ² | 138,01 € | 320 ud | 44.163,20 € |
| PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA | | | | | 5.000,00 € |
| COSTE DE LA INVERSIÓN | | | | | 477.167,01 € |

ANEXO VI. RENDIMIENTO ESTACIONAL CALDERA

Se calcula el rendimiento estacional para la caldera de cada tipología de edificio, según el Manual de fundamentos técnicos CE3X (6), siguiendo por tanto el procedimiento de la Norma UNE 15378: Sistemas de calefacción en los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción (7), que se describe a continuación.

El rendimiento medio estacional de la caldera se calcula según la expresión:

$$\eta_{blr;seas} = \eta_{cmb} - \left(\frac{1}{\beta_{cmb}} - 1 \right) \cdot \alpha_{ch,off} - \frac{1}{\beta_{cmb}} \cdot \alpha_{ge}$$

donde

$\eta_{blr;seas}$ es la eficiencia de generación de la caldera (%);

η_{cmb} es la eficiencia de la combustión (%);

β_{cmb} es el factor de carga medio de la caldera (%);

$\alpha_{ch,of}$ es el factor de pérdidas a través de la chimenea con el quemador apagado (%);

α_{ge} es el factor de pérdidas a través de la envolvente (%);

El valor de η_{cmb} , como indicado en el Manual de fundamentos técnicos CE3X (6), ante la imposibilidad de la obtención de este parámetro, se toma el valor de 90%.

Para β_{cmb} , al igual que sucede con el parámetro anterior, se toma el valor por defecto indicado en el Manual de fundamentos técnicos CE3X (6), de 20%.

El factor de pérdidas $\alpha_{ch,off}$, se obtiene de la tabla B.25 de la UNE 15378:2019, en este caso, 0,4 %:

| Descripción | $\alpha_{ch,off}$ (%) |
|--|--------------------------|
| Caldera que utiliza combustible líquido o gaseoso con el ventilador antes de la cámara de combustión y con cierre automático de la entrada de aire al quemador. Quemadores con premezclado | 0,2 0,2 |
| Caldera mural, alimentada por gas con ventilador y salida de humos por pared | 0,4 |
| Caldera que utiliza combustible líquido o gaseoso con el ventilador antes de la cámara de combustión y con cierre automático de la entrada de aire con el quemador parado. Altura de chimenea < 10m Altura de chimenea > 10m | 1,0 1,2 |
| Caldera atmosférica a gas: Altura de chimenea < 10m Altura de chimenea > 10m | 1,2 1,6 |

Tabla B.25. UNE 15378:2019 (7)

El factor de pérdidas α_{ge} se obtiene de la expresión:

$$\alpha_{ge} = c_3 - c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{cmb}}{1000W}\right)$$

donde

α_{ge} es el factor de pérdidas a través de la envolvente (%);

Φ_{cmb} es la potencia térmica nominal de la caldera (W);

c_3 y c_4 son valores por defecto, en función del aislamiento de la caldera, que se toman de la tabla B.24 de la UNE 15378:2019:

| Tipo de aislamiento de la caldera | c_3 (%) | c_4 (%) |
|--|--------------|--------------|
| Bien aislada, caldera nueva de alta eficiencia | 1,72 | 0,44 |
| Bien aislada y mantenida | 3,45 | 0,88 |
| Caldera antigua con aislamiento medio | 6,90 | 1,76 |
| Caldera antigua con deficiente aislamiento | 8,36 | 2,2 |
| Sin aislamiento | 10,35 | 2,64 |

Tabla B.24. UNE 15378:2019 (7)

En este caso se toman los valores para una Caldera antigua con deficiente aislamiento.

Con todo ello, se calcula el rendimiento medio estacional para la caldera de cada tipología de edificio.

TIPOLOGÍA T1

$\Phi_{cmb} = 24.000$ W (cálculo con herramienta HULC, en función de la superficie acondicionada del edificio: 110 m²)

$$\alpha_{ge} = 8,36 - 2,2 \cdot \log\left(\frac{24.000}{1000W}\right) = 5,32 \%$$

$$\eta_{blr;seas} = 90 - \left(\frac{1}{20} - 1\right) \cdot 0,4 - \frac{1}{20} \cdot 5,32 = 61,78 \%$$

TIPOLOGÍA T2

$\Phi_{cmb} = 120.000$ W (cálculo con herramienta HULC, en función de la superficie acondicionada del edificio: 1.220 m²)

$$\alpha_{ge} = 8,36 - 2,2 \cdot \log\left(\frac{120.000}{1000W}\right) = 3,79 \%$$

$$\eta_{blr;seas} = 90 - \left(\frac{1}{20} - 1\right) \cdot 0,4 - \frac{1}{20} \cdot 3,79 = 69,47 \%$$

TIPOLOGÍA T3

$\Phi_{cmb} = 600.000$ W (cálculo con herramienta HULC, en función de la superficie acondicionada del edificio: 5.604 m²)

$$\alpha_{ge} = 8,36 - 2,2 \cdot \log\left(\frac{600.000}{1000W}\right) = 2,25 \%$$

$$\eta_{blr;seas} = 90 - \left(\frac{1}{20} - 1\right) \cdot 0,4 - \frac{1}{20} \cdot 2,25 = 77,16 \%$$

ANEXO VII. AHORRO ANUAL DE ESTÁNDAR S1 A ESTÁNDAR S5

Con los datos de rendimiento estacional, obtenidos en el Anexo VI anterior, se calcula a partir de la demanda el consumo energético.

En función del precio del gas natural y electricidad, para cada tarifa, se obtiene el ahorro anual resultante de la transformación de cada edificio del estándar S1 al S5, en el período de calefacción y refrigeración:

| | | Estándar S1 | Estándar S5 | | | | |
|------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|---------------|----------------|
| | Zona climática | Consumo energía final (kWh/año) | Consumo energía final (kWh/año) | Consumo ahorrado (kWh/año) | Coste gas natural/electricidad (€/kWh) | Tarifa | Ahorro (€/año) |
| T1 Calefacción | Z1 | 12.910,49 | 1.038,04 | 11.872,45 | 0,041 | (TUR.2) | 490,04 |
| | Z2 | 18.787,96 | 2.104,56 | 16.683,39 | 0,039 | (TUR.3) | 646,08 |
| | Z3 | 31.803,50 | 5.028,16 | 26.775,33 | 0,039 | (TUR.3) | 1.036,89 |
| | Z4 | 43.503,24 | 6.500,65 | 37.002,59 | 0,039 | (TUR.3) | 1.432,95 |
| | Z5 | 54.588,70 | 7.533,34 | 47.055,36 | 0,043 | (RL.3) | 2.045,17 |
| T1 Refrigeración | Z1 | 3.312,88 | 1.260,95 | 2.051,92 | 0,181 | Mercado libre | 370,52 |
| | Z2 | 2.167,65 | 726,99 | 1.440,66 | 0,181 | | 260,14 |
| | Z3 | 136,61 | 4,44 | 132,18 | 0,181 | | 23,87 |
| | Z4 | 2.124,34 | 683,86 | 1.440,48 | 0,181 | | 260,11 |
| | Z5 | 145,00 | 7,50 | 137,50 | 0,181 | | 24,83 |
| T2 Calefacción | Z1 | 11.997,74 | 138,20 | 11.859,54 | 0,041 | (TUR.2) | 489,51 |
| | Z2 | 21.222,79 | 354,15 | 20.868,65 | 0,039 | (TUR.3) | 808,15 |
| | Z3 | 44.838,22 | 1.416,58 | 43.421,64 | 0,039 | (TUR.3) | 1.681,53 |
| | Z4 | 66.000,55 | 2.323,54 | 63.677,02 | 0,043 | (RL.3) | 2.767,59 |
| | Z5 | 85.634,01 | 3.239,13 | 82.394,88 | 0,043 | (RL.3) | 3.581,13 |
| T2 Refrigeración | Z1 | 8.504,19 | 5.212,90 | 3.291,30 | 0,181 | Mercado libre | 594,31 |
| | Z2 | 5.367,32 | 3.067,78 | 2.299,54 | 0,181 | | 415,23 |
| | Z3 | 241,96 | 43,55 | 198,41 | 0,181 | | 35,83 |
| | Z4 | 5.460,86 | 3.074,38 | 2.386,48 | 0,181 | | 430,93 |
| | Z5 | 240,93 | 22,73 | 218,20 | 0,181 | | 39,40 |
| T3 Calefacción | Z1 | 20.141,98 | 1.010,99 | 19.131,00 | 0,039 | (TUR.3) | 740,86 |
| | Z2 | 31.970,54 | 2.294,16 | 29.676,37 | 0,039 | (TUR.3) | 1.149,24 |
| | Z3 | 59.197,21 | 6.882,49 | 52.314,72 | 0,043 | (RL.3) | 2.273,75 |
| | Z4 | 84.215,26 | 10.926,44 | 73.288,82 | 0,043 | (RL.3) | 3.185,35 |
| | Z5 | 106.845,83 | 14.161,60 | 92.684,23 | 0,043 | (RL.3) | 4.028,33 |
| T3 Refrigeración | Z1 | 9.969,22 | 5.734,69 | 4.234,54 | 0,181 | Mercado libre | 764,63 |
| | Z2 | 6.395,10 | 3.389,61 | 3.005,49 | 0,181 | | 542,70 |
| | Z3 | 319,39 | 9,68 | 309,71 | 0,181 | | 55,92 |
| | Z4 | 6.460,96 | 3.381,29 | 3.079,67 | 0,181 | | 556,10 |
| | Z5 | 340,94 | 22,73 | 318,21 | 0,181 | | 57,46 |

Ahorro anual (€/año) de S1 a S5

ANEXO VIII. EMISIONES DE CO₂eq EVITADAS DE ESTÁNDAR S1 A ESTÁNDAR S5

De los valores de energía final, mediante los coeficientes de paso (8), se obtienen las emisiones de CO₂ equivalentes que se indican en la tabla a continuación:

| | Zona climática | Consumo ahorrado (kWh/año) | Fuente de energía | Factor de paso (kg CO ₂ eq/kWh) | Emisiones CO ₂ eq evitadas (kg CO ₂ eq/año) | Emisiones CO ₂ eq evitadas (%) |
|------------------|----------------|----------------------------|-------------------|--|---|---|
| T1 Calefacción | Z1 | 11.872,45 | Gas natural | 0,252 | 2.991,86 | 92% |
| | Z2 | 16.683,39 | | | 4.204,21 | 89% |
| | Z3 | 26.775,33 | | | 6.747,38 | 84% |
| | Z4 | 37.002,59 | | | 9.324,65 | 85% |
| | Z5 | 47.055,36 | | | 11.857,95 | 86% |
| T1 Refrigeración | Z1 | 2.051,92 | Electricidad | 0,331 | 679,19 | 62% |
| | Z2 | 1.440,66 | | | 476,86 | 66% |
| | Z3 | 132,18 | | | 43,75 | 97% |
| | Z4 | 1.440,48 | | | 476,80 | 68% |
| | Z5 | 137,50 | | | 45,51 | 95% |
| T2 Calefacción | Z1 | 11.859,54 | Gas natural | 0,252 | 2.988,60 | 99% |
| | Z2 | 20.868,65 | | | 5.258,90 | 98% |
| | Z3 | 43.421,64 | | | 10.942,25 | 97% |
| | Z4 | 63.677,02 | | | 16.046,61 | 96% |
| | Z5 | 82.394,88 | | | 20.763,51 | 96% |
| T2 Refrigeración | Z1 | 3.291,30 | Electricidad | 0,331 | 1.089,42 | 39% |
| | Z2 | 2.299,54 | | | 761,15 | 43% |
| | Z3 | 198,41 | | | 65,67 | 82% |
| | Z4 | 2.386,48 | | | 789,93 | 44% |
| | Z5 | 218,20 | | | 72,23 | 91% |
| T3 Calefacción | Z1 | 19.131,00 | Gas natural | 0,252 | 4.821,01 | 95% |
| | Z2 | 29.676,37 | | | 7.478,45 | 93% |
| | Z3 | 52.314,72 | | | 13.183,31 | 88% |
| | Z4 | 73.288,82 | | | 18.468,78 | 87% |
| | Z5 | 92.684,23 | | | 23.356,43 | 87% |
| T3 Refrigeración | Z1 | 4.234,54 | Electricidad | 0,331 | 1.401,63 | 42% |
| | Z2 | 3.005,49 | | | 994,82 | 47% |
| | Z3 | 309,71 | | | 102,51 | 97% |
| | Z4 | 3.079,67 | | | 1.019,37 | 48% |
| | Z5 | 318,21 | | | 105,33 | 93% |

Emisiones CO₂ equivalentes evitadas de S1 a S5

ANEXO IX. CUMPLIMIENTO CONDICIONES DE AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

Se estudian tres posibles ayudas y subvenciones para las actuaciones propuestas sobre la envolvente térmica, para transformar los edificios del estándar S1 al S5.

Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre (9)

Resulta de aplicación a nivel nacional, por lo que se comprueban las condiciones a cumplir en las 5 zonas climáticas.

Para resultar subvencionables, las actuaciones deben garantizar:

- 30% de ahorro en la Energía Primaria No Renovable;
- Zonas climáticas D y E: ahorro superior 35% de la demanda energética anual global de calefacción y refrigeración;
- Zona climática C: ahorro superior 25% de la demanda energética anual global de calefacción y refrigeración.

Teniendo en cuenta el consumo de energía final (Anexo VII del presente documento), y aplicando los factores de paso a Energía Primaria No Renovable (8), 1,190 (kg CO₂eq/kWh) para gas natural y 1,954 (kg CO₂eq/kWh) para electricidad, se obtiene el valor total de Energía Primaria No Renovable (EPNR) en cada estándar, y por tanto, el porcentaje de ahorro:

| | Zona climática | EPNR S1 (kWh/año) | EPNR S5 (kWh/año) | Ahorro |
|----|----------------|----------------------|----------------------|--------|
| T1 | Z1 | 21836,84 | 3699,17 | 83% |
| | Z2 | 26593,25 | 3924,97 | 85% |
| | Z3 | 38113,10 | 5992,18 | 84% |
| | Z4 | 55919,81 | 9072,04 | 84% |
| | Z5 | 65243,89 | 8979,33 | 86% |
| T2 | Z1 | 30894,51 | 10350,46 | 66% |
| | Z2 | 35742,86 | 6415,88 | 82% |
| | Z3 | 53830,28 | 1770,83 | 97% |
| | Z4 | 89211,19 | 8772,35 | 90% |
| | Z5 | 102375,26 | 3898,98 | 96% |
| T3 | Z1 | 43448,82 | 12408,65 | 71% |
| | Z2 | 50540,97 | 9353,36 | 81% |
| | Z3 | 71068,76 | 8209,08 | 88% |
| | Z4 | 112840,89 | 19609,51 | 83% |
| | Z5 | 127812,74 | 16896,72 | 87% |

Ahorro Energía Primaria No Renovable de S1 a S5

Además, en las zonas climáticas C (Z3), D (Z4) y E (Z5), se exige un porcentaje mínimo de ahorro en la demanda energética global para calefacción y refrigeración. Con los valores indicados en el Anexo III del presente documento, y que se reportan en la siguiente tabla, se observa que se cumple esta condición para las tres zonas climáticas:

| | Zona climática | Demanda conjunta calefacción y refrigeración S1 (kWh/m ² año) | Demanda conjunta calefacción y refrigeración S5 (kWh/m ² año) | Ahorro |
|----|----------------|--|--|--------|
| T1 | Z1 | 108,53 | 19,54 | 82% |
| | Z2 | 128,30 | 19,46 | 85% |
| | Z3 | 180,16 | 28,29 | 84% |
| | Z4 | 266,23 | 43,56 | 84% |
| | Z5 | 308,33 | 42,40 | 86% |
| T2 | Z1 | 30,84 | 10,55 | 66% |
| | Z2 | 34,91 | 6,32 | 82% |
| | Z3 | 52,41 | 1,73 | 97% |
| | Z4 | 86,73 | 8,50 | 90% |
| | Z5 | 99,67 | 3,80 | 96% |
| T3 | Z1 | 45,77 | 12,73 | 72% |
| | Z2 | 53,43 | 9,48 | 82% |
| | Z3 | 76,78 | 8,87 | 88% |
| | Z4 | 120,50 | 20,44 | 83% |
| | Z5 | 138,14 | 18,26 | 87% |

Ahorro demanda energética global de S1 a S5

Como se indica en la tabla, se cumple el porcentaje de ahorro para la demanda energética global requerido.

Según los resultados obtenidos, las actuaciones en todas las zonas climáticas, de las tres tipologías, resultan subvencionables, aplicando el porcentaje máximo de la subvención según la tabla del Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre (9):

| Ahorro energético conseguido con la actuación | Ahorro energético conseguido con la actuación | Vivienda | Locales comerciales u otros usos |
|---|---|---|---|
| | | Cuantía máxima de la ayuda por vivienda (euros) | Cuantía máxima de la ayuda por m ² (euros) |
| $30\% \leq \Delta C_{ep,nren} < 45\%$ | 40 | 6.300 | 56 |
| $45\% \leq \Delta C_{ep,nren} < 60\%$ | 65 | 11.600 | 104 |
| $\Delta C_{ep,nren} \geq 60\%$ | 80 | 18.800 | 168 |

Tabla 34.1 del RD 853/2021 (9)

ORDEN ICD/1081/2020, 4 de noviembre (10)

Se trata de ayudas que se pueden percibir en la Comunidad de Aragón, con bases reguladoras marcadas por el Real Decreto 737/2020, de 4 de agosto (11).

La posible cantidad a percibir se compone de una ayuda base, que en el caso objeto resulta del 35%, al tratarse de un edificio completo existente (Opción A según se determina en el Real Decreto), y una ayuda adicional, cuyo porcentaje se calcula en función a la mejora en la letra de la calificación energética del edificio una vez realizadas las actuaciones, según la tabla siguiente:

| Uso del edificio | % adicional: Criterios sociales | % adicional: Eficiencia energética | | | % adicional: Actuación integrada |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | Calificación final A | Calificación final B | Incremento de 2 o más Letras | |
| Vivienda | 15% | 15% | 10% | 5% | 20% |
| Resto de usos | 0% | 15% | 10% | 5% | 20% |

Tabla Anexo IV del RD 737/2020 (11).

Para comprobar la mejora en la calificación energética, se calcula la letra energética en las tres tipologías, para la zona climática Z4 (Zaragoza), que sería la única que se puede acoger a la Orden ICD/1081/2020.

La clase de eficiencia energética se asigna en función de las emisiones totales de CO₂ equivalentes de calefacción, refrigeración y ACS, en cada zona climática, de acuerdo a las escalas de eficiencia energética para uso residencial privado indicadas en el Anexo IV del documento *Calificación de la eficiencia energética de los edificios* (12).

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalentes, en el caso de la tipología T1, se considera la caldera como generador para la producción de calefacción y ACS, y el equipo autónomo 1x1 para producción de refrigeración. En cambio, para las tipologías T2 y T3, se considera un termo eléctrico por vivienda para la producción del ACS.

Con estas consideraciones, se obtiene la calificación energética para cada caso, según la siguiente tabla:

| Tipología | Estándar | Tipo demanda | Demanda (kWh/m ² año) | Rendimiento estacional equipo generador | Consumo (kWh/m ² año) | Factor de paso fuente energía | Emisiones CO ₂ eq (kgCO ₂ eq/m ² año) | Total emisiones (kgCO ₂ eq/m ² año) | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|-----------|----------|---------------|----------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------|
| T1 | S1 | Calefacción | 244,33 | 61,78% | 395,48 | 0,252 | 99,66 | 112,41 | F |
| | | Refrigeración | 21,90 | 113,40% | 19,31 | 0,331 | 6,39 | | |
| | | ACS | 25,22 | 61,78% | 25,22 | 0,252 | 6,36 | | |
| | S5 | Calefacción | 36,51 | 61,78% | 59,10 | 0,252 | 14,89 | 23,31 | C |
| | | Refrigeración | 7,05 | 113,40% | 6,22 | 0,331 | 2,06 | | |
| | | ACS | 25,22 | 61,78% | 25,22 | 0,252 | 6,36 | | |
| T2 | S1 | Calefacción | 76,41 | 69,47% | 109,99 | 0,252 | 27,72 | 36,99 | E |
| | | Refrigeración | 10,32 | 113,40% | 9,10 | 0,331 | 3,01 | | |
| | | ACS | 18,92 | 100,00% | 18,92 | 0,331 | 6,26 | | |
| | S5 | Calefacción | 2,69 | 69,47% | 3,87 | 0,252 | 0,98 | 8,94 | B |
| | | Refrigeración | 5,81 | 113,40% | 5,12 | 0,331 | 1,70 | | |
| | | ACS | 19,92 | 100,00% | 18,92 | 0,331 | 6,26 | | |
| T3 | S1 | Calefacción | 108,29 | 77,16% | 140,34 | 0,252 | 35,37 | 45,06 | E |
| | | Refrigeración | 12,21 | 113,40% | 10,77 | 0,331 | 3,56 | | |
| | | ACS | 18,51 | 100,00% | 18,51 | 0,331 | 6,13 | | |
| | S5 | Calefacción | 14,05 | 77,16% | 18,21 | 0,252 | 4,59 | 12,58 | B |
| | | Refrigeración | 6,39 | 113,40% | 5,63 | 0,331 | 1,87 | | |
| | | ACS | 18,51 | 100,00% | 18,51 | 0,331 | 6,13 | | |

Calificación energética de S1 a S5

Según se observa en la tabla, en la tipología T1, se consigue un incremento de tres letras en la calificación energética. En las tipologías T2 y T3, se consigue el mismo incremento que en la anterior, y además, en este caso implica una calificación final con letra B, por lo que la ayuda adicional será de un porcentaje algo superior.

ANEXO X. BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS

1. Presidencia del Gobierno (1979). Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. BOE nº253 de 22-10-79.
2. Ministerio de Fomento (2006). Documento Básico HE - Ahorro de energía. Febrero 2006.
3. Ministerio de Fomento (2013). Documento Básico HE - Ahorro de energía. Septiembre 2013.
4. Ministerio de Fomento (2019). Documento Básico HE - Ahorro de energía. Diciembre 2019.
5. CYPE Ingenieros, S.A. Generador de precios de la construcción. España.
6. IDAE. Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X. 2015.
7. AENOR. UNE 15378: Sistemas de calefacción en los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción. 2019.
8. Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento (2016). Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España.
9. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2021). Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. BOE nº239, de 06-10-2021.
10. Departamento de industria, competitividad y desarrollo empresarial (2020). ORDEN ICD/1081/2020, 4 de noviembre, por la que se aprueba la convocatoria de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes (Programa PREE) en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº225, de 12-11-2020.
11. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2020). Real Decreto 737/2020, de 4 de agosto, por el que se regula el programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes y se regula la concesión directa de las ayudas de este programa a las comunidades autónomas y ciudades. BOE nº212, de 06-08-2020.
12. Ministerio de Fomento (2015). Calificación de la eficiencia energética de los edificios. Noviembre 2015.