



“ Estudio
de eficiencia
energética ”

Les presentamos un estudio, encargado por Industrial de Celosías S.A. a un consultor externo, sobre los beneficios de la instalación de sistemas de protección solar Tamiluz en fachadas, con el interés de demostrar con datos fehacientes y comprobables que la aplicación tanto de sistemas de persianas, quiebravistas, celosías o brise soleil inciden favorablemente en el ahorro energético de los edificios.

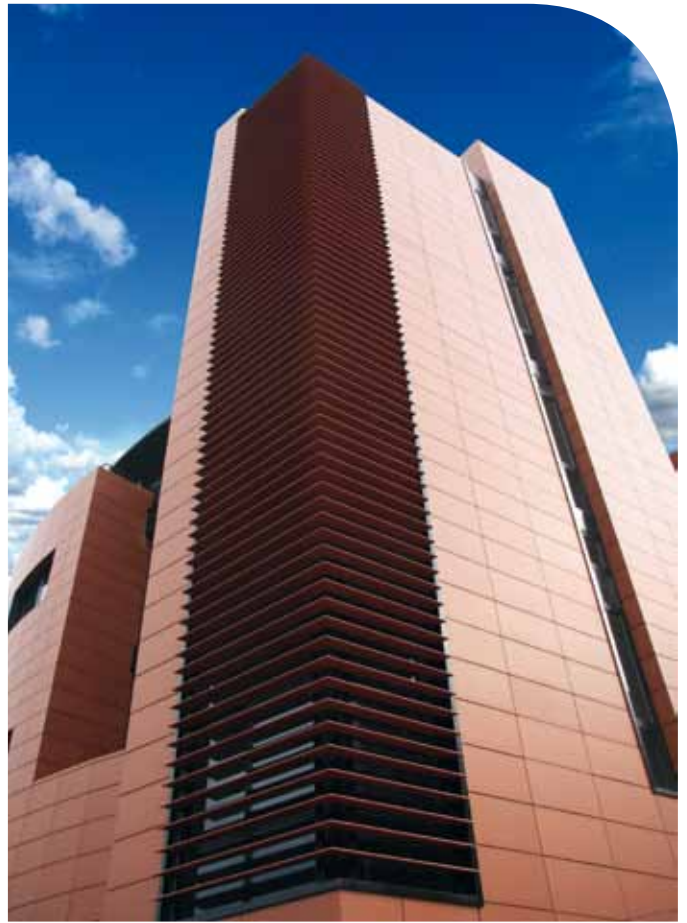
Creemos que es interesante para los profesionales del sector y el usuario final, poder tener datos concretos en los que basar la decisión de la aplicación de sistemas de protección solar.

Consideramos que crear espacios confortables, saludables y eficientes es capital para las generaciones futuras y para el cuidado de nuestro medio ambiente.

“ La aplicación de sistemas de protección solar inciden favorablemente en el **ahorro energético** de los edificios. ”

 **tamiluz**[®]
Arquitectura solar





0-ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1-Objeto del estudio..... | Página 3 |
| 2-Metodología..... | Página 3 |
| 3-Bases del diseño..... | Página 5 |
| 4-Escenarios a estudio..... | Página 9 |
| 5-Resultados..... | Página 10 |
| 6-Maximización del diseño de lama de protección solar..... | Página 26 |
| 7-Análisis de la instalación de lamas de protección solar en diferentes zonas climáticas de España..... | Página 37 |
| 8-Conclusiones..... | Página 40 |

1-OBJETO DEL ESTUDIO

Fruto del interés de INDUSTRIAL DE CELOSÍAS SA en ofrecer la máxima calidad y servicio a sus clientes y de su búsqueda continua de introducir valor añadido a sus productos, ha sido encargado a Marcel Gómez Consultoría Ambiental la realización del presente estudio de *Análisis del efecto de la instalación de lamas de protección solar sobre la eficiencia energética de un edificio.*

El objeto del presente estudio es cuantificar las bonanzas en materia de eficiencia energética, económica y ambiental (CO₂) que se consigue al aplicar diferentes series de lamas de protección solar fabricadas por TAMILUZ en las diferentes zonas climáticas de España, tanto en edificios residenciales como de oficinas, así como maximizar el ahorro energético en climatización de sus modelos.

El objeto último de este estudio es proporcionar a aquellas personas interesadas (arquitectos, clientes potenciales, promotores, aparejadores, consultores energéticos, etc.) una herramienta para la cuantificación del ahorro energético fruto de la instalación de lamas de protección solar en las diferentes zonas climáticas de España.

2-METODOLOGÍA

La metodología seguida para la realización del presente estudio de simulación termo-energética es la siguiente:

En primer lugar es necesario crear un modelo 3D del edificio reproduciendo sus características arquitectónicas básicas mediante el modelador 3D de la aplicación Designbuilder. Dicho programa informático permite cuantificar, teniendo en cuenta diferentes parámetros, tanto el ahorro energético conseguido en refrigeración al evitar la entrada de luz directa así como en calefacción al evitar por la noche la disipación de calor.

Asimismo, se especifica la orientación y la localización geográfica del edificio mediante la definición de su orientación respecto al norte y de su zona geográfica, de este modo es posible calcular con detalle el grado de exposición solar del edificio.

En la construcción del modelo 3D se deben crear las diferentes tipologías de elementos constructivos que definen el edificio (fachadas, forjados, acristalamientos, perfilerías, cubiertas, particiones interiores, etc.) y seguidamente se deben asignar a cada una de las superficies modeladas. Del mismo modo se debe definir las diferentes tipologías de protección solar (lana) a estudio.

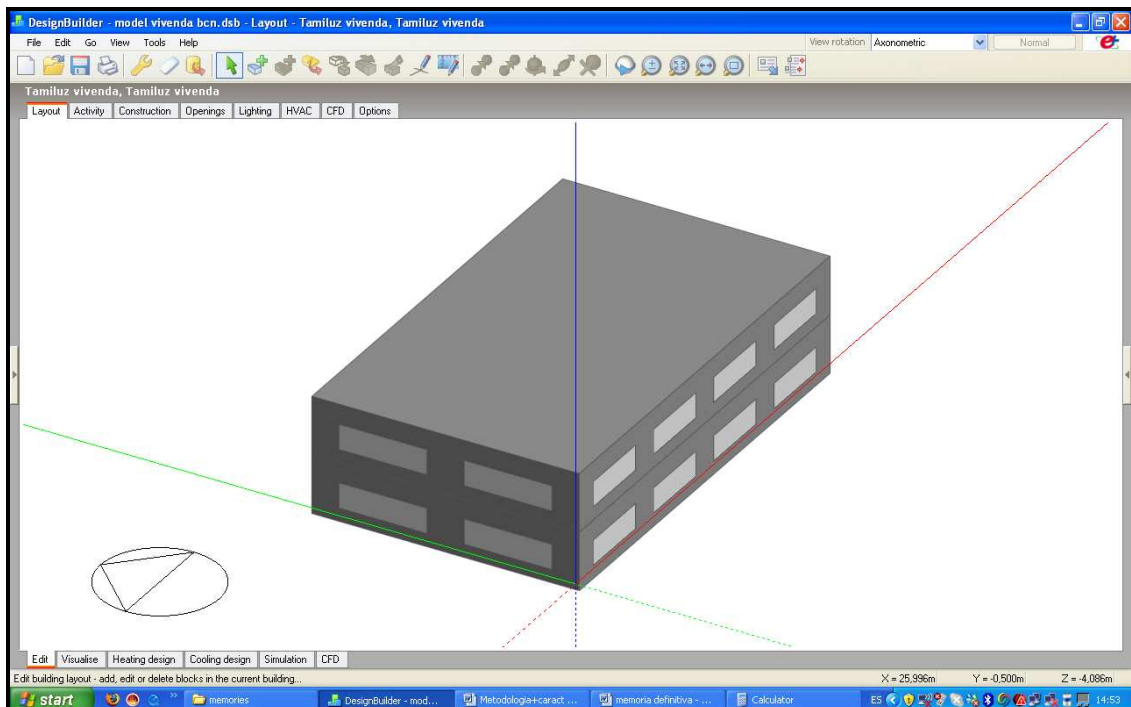
Acto seguido, se tienen que definir el resto de parámetros necesarios para poder llevar a cabo la simulación del comportamiento térmico y energético del edificio. Estos parámetros son los siguientes:

- A cada uno de los elementos constructivos creados en el modelo 3D se le asigna el conjunto de capas de materiales que lo definen. Para ello, previamente se deberá utilizar los materiales de la base de datos de Designbuilder, o en el caso de no existir, crear un material nuevo a partir de sus características térmicas, tales como conductividad, resistencia térmica y calor específico
- Se asigna un tipo de vivienda así como el número de renovaciones hora del aire ambiente
 - Vivienda unifamiliar
 - Vivienda en bloque
 - Sector terciario
- Se asigna un aislamiento perimetral
- Se aplica una base de datos con valores climáticos horarios para la localidad seleccionada con objeto de conocer hora a hora las condiciones climáticas en el exterior del edificio a nivel de temperatura, humedad, radiación solar y dirección y velocidad del viento.
- Se aplica un equipo de climatización, con su correspondiente eficiencia energética

3-BASES DEL DISEÑO

- **Zona climática:** se ha analizado una ciudad representativa de cada una de las 11 zonas climáticas determinadas en la sección DB-HE1 (Limitación de demanda energética) del Código Técnico de la Edificación.
- **Orientación del edificio:** 0 grados respecto al Norte
- **Tipo de edificio:** modelo de 2 plantas de un edificio de apartamentos y otro de oficinas
- **Características geométricas del edificio** (ver figura 1):
 - Altura por planta: 3,5 m
 - Área de planta: 416 m²
 - Volumen: 1456 m³
 - Área de pared: 588 m²

Figura 3.1 Modelo creado de edificio de viviendas



- **Composición de los elementos constructivos:**
 - Paredes exteriores: de exterior a interior del edificio
 - 100 mm fabrica de ladrillo
 - 30 mm de poliestireno extraído
 - 100 mm de bloque de hormigón
 - 13 mm de placa de yeso
 - $U=0,714 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - $R=1,4 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Techo
 - 19 mm de asfalto
 - 13 mm de tablero de fibra de vidrio
 - 9 mm de poliestireno expandido
 - 100 mm de hormigón armado
 - $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - $R=0,909 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Particiones interiores:
 - 13 mm de placa de yeso
 - 10,5 cm de ladrillo
 - 13 mm de placa de yeso
 - Características vidrio ventanas:
 - Vivienda
 - Transmisión solar total: 0,775
 - Transmisión solar directa: 0,75
 - Transmisión de luz: 0,85
 - $U=4,945 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Oficina
 - Transmisión solar total: 0,640
 - Transmisión solar directa: 0,545
 - Transmisión de luz: 0,727

- $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Dimensiones ventanas:
 - Ancho: 3 m
 - Alto: 1,5 m
 - Separación entre ventanas: 5 m
 - Marco ventanas de PVC de 4 cm de ancho

- Porcentaje de ventanas en fachada
 - 30% en vivienda
 - 85% en oficina: muro cortina

- Protección solar
 - Lama fija TAMILUZ TAMIFIX
 - Distancia lama-vidrio: 0,2 m
 - Ángulo vidrio-lama: 90°
 - Ancho de la lama: 4 cm
 - Separación entre lamas: 3 cm
 - Grosor de la lama: 1,8 cm
 - Conductividad térmica de la lama: 20,62 W/mK
 - Posibilidad de regulación: no
 - Reflectividad solar: 0,6
 - Transmitancia solar: 0
 - Emisividad: 0,07

 - Lama TAMILUZ T140 orientable
 - Distancia lama-vidrio: 0,12 m
 - Ángulo vidrio-lama: 45°
 - Ancho de la lama: 13 cm
 - Separación entre lamas: 14 cm
 - Grosor de la lama: 1 cm
 - Conductividad térmica de la lama: 20,62 W/mK

- Posibilidad de regulación: si
- Horario regulación:
 - Día: 45° a partir del encendido de la refrigeración i no efecto cuando refrigeración apagada
 - Noche: 0° vertical vidrio (completamente cerrada) a partir encendido de calefacción y no efecto cuando calefacción apagada
- Reflectividad solar: 0,88
- Transmitancia solar: 0
- Emisividad: 0,07
- Lama TAMILUZ SM 300 orientable
 - Distancia lama-vidrio: 17 cm
 - Ángulo vidrio-lama: 45°
 - Ancho de la lama: 30 cm
 - Separación entre lamas: 28 cm
 - Conductividad térmica de la lama: 20,62 W/mK
 - Posibilidad de regulación: si.
 - Horario regulación:
 - Día: 45° a partir del encendido de la refrigeración i no efecto cuando refrigeración apagada
 - Noche: 0° vertical vidrio (totalmente cerrada) a partir encendido de calefacción y no efecto cuando calefacción apagada
 - Reflectividad solar: 0,88
 - Transmitancia solar: 0
 - Emisividad: 0,07
- Obstáculos remotos: no se ha introducido la presencia de obstáculos remotos

- **Características de los aparatos de calefacción y aire acondicionado**

- **Coste de la electricidad:** término de consumo 0,13 €/KWh

Temperatura de confort:

- **Invierno:** 20º C
- **Verano:** 23º C
- **Vivienda**
 - **Calefacción:** uso de gas natural como fuente energética electricidad. COP=2
 - **Refrigeración:** uso de electricidad de red como fuente energética. COP=2
- **Oficina**
 - **Calefacción:** uso de electricidad de red como fuente energética. COP=2
 - **Refrigeración:** uso de electricidad de red como fuente energética. COP=2

4-ESCENARIOS A ESTUDIO

1. Oficina con muro cortina sin lamas de protección solar. Zona climática C2 (Barcelona)
2. Oficina con muro cortina con lamas de protección solar TAMILUZ. Zona climática C2 (Barcelona)
3. Vivienda sin lamas de protección solar. Zona climática C2 (Barcelona)
4. Vivienda con lamas de protección solar TAMILUZ. Zona climática C2 (Barcelona)

5-RESULTADOS

5.1-Escenario Tamifix: sin lamas de protección solar vs tamifix

5.1.1: Vivienda

Como se puede apreciar en la tabla y figura 5.1, la colocación de lamas de protección solar (sistema TAMIFIX) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio. Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 33% del consumo en refrigeración.

La colocación de lamas fijas, sin posibilidad de orientación, provoca un aumento en el consumo de calefacción en aquellas épocas donde la temperatura exterior está por debajo de la temperatura de confort (+14%) (ver tabla y figura 5.2).

Aun así, para la zona climática a estudio, el ahorro en climatización es mayor que el mayor consumo en calefacción, resultando en un ahorro neto en refrigeración de 1,51 KWh/m² de superficie habitable (4% consumo calefacción+refrigeración). Dicho comportamiento se confirmará en aquellos climas suaves con una mayor demanda en climatización que en refrigeración. Dicho ahorro en el consumo energético comporta un ahorro anual de 0,196 €/m² superficie habitable. Para un edificio de 1.000 m², dicho ahorro es de 196 € año.

Al instalar lamas de protección sistema TAMIFIX, al mismo tiempo que se disminuye el consumo energético se produce una disminución de las emisiones de dióxido de carbono. Así, se produce un ahorro de 4,98 g/año de CO₂ por m² de superficie habitable. En un edificio de 1.000 m², dicha cantidad equivale a 4,98 Kg/año

Tabla 5.1 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²), análisis económico emisiones de CO₂ escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | g CO ₂ /año ¹ |
|--|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|-----------|----------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Consumo vivienda sin lamas (KWh/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0,007 | 0,386 | 2,294 | 5,044 | 5,435 | 1,996 | 0,190 | 0 | 0 | 15,353 | 0% | 1,996 | 0 | 50,66 |
| Consumo vivienda Tamifix (KWh/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0,076 | 1,272 | 3,765 | 4,150 | 1,026 | 0,008 | 0 | 0 | 0 | 10,296 | 33% | 1,338 | 0,658 | 33,98 |

Tabla 5.2 Consumo mensual en calefacción (KWh/m²), análisis económico y emisiones de CO₂ escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año (KWh) | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | G CO ₂ /año ² |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|---|---|------|-----|-------|-----------------|----------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Consumo vivienda sin lamas (KWh/m ²) | 5,456 | 3,88 | 2,803 | 1,233 | 0,242 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0,52 | 3,3 | 4,904 | 22,325 | 14% | 2,902 | 0 | 73,67 |
| Consumo vivienda con Tamifix (KWh/m ²) | 5,917 | 4,477 | 3,501 | 1,78 | 0,434 | 0,03 | 0 | 0 | 0 | 0,77 | 3,7 | 5,282 | 25,875 | 0% | 3,364 | 0,462 | 85,39 |

¹ Kg emitidos por KWh electricidad producido en España en 2007: 0,0033 Kg CO₂/KWh. Fuente: Ecoinvent y Red Eléctrica

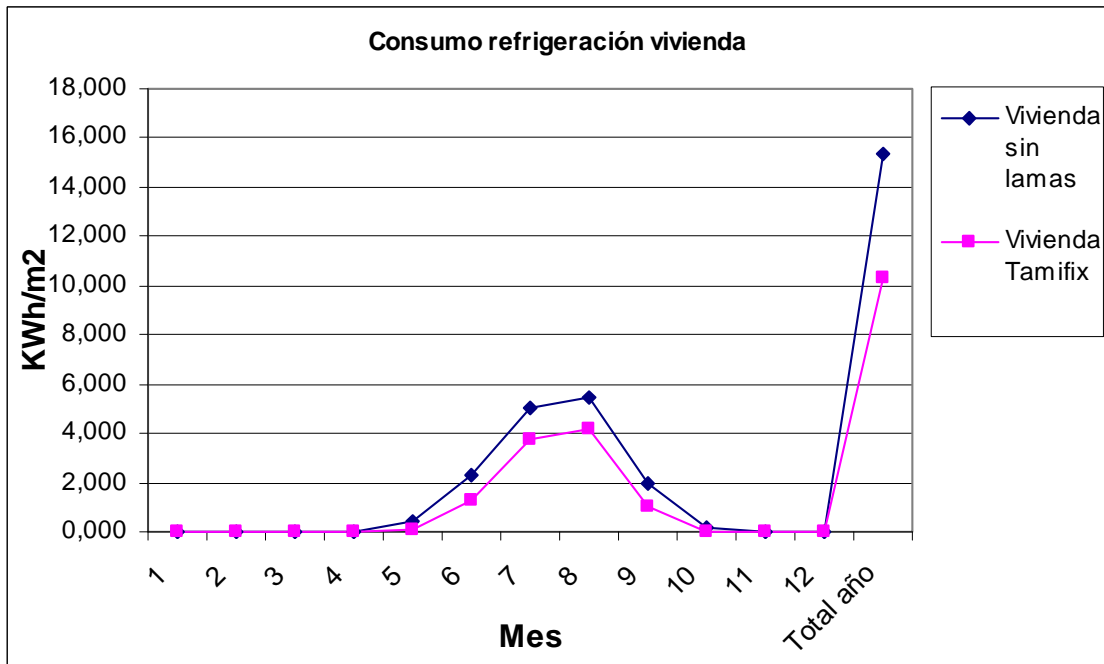


Figura 5.1 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

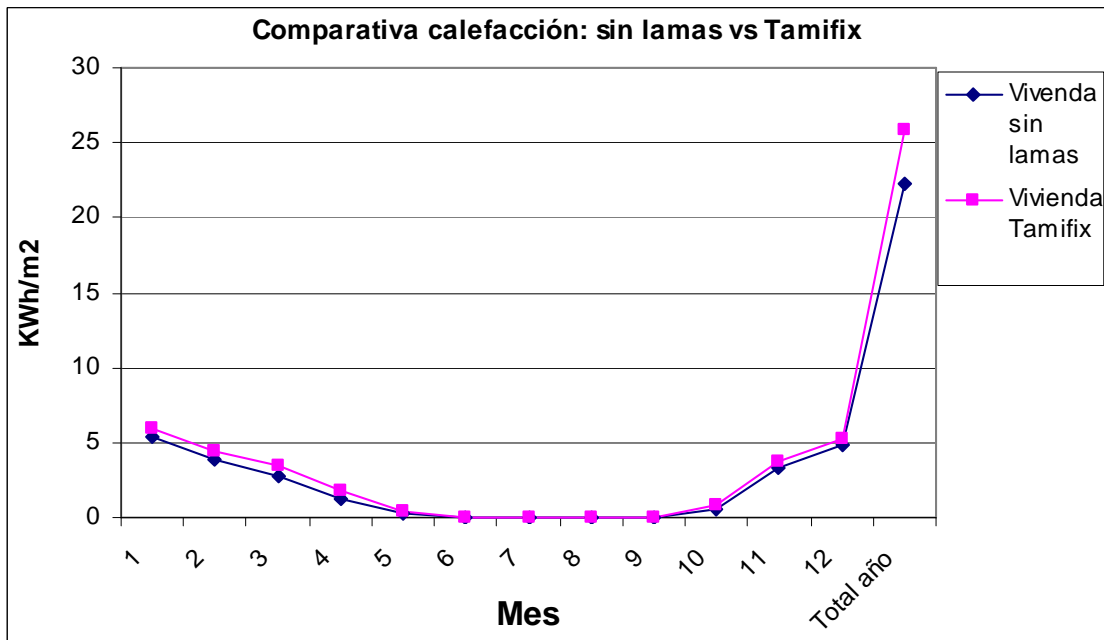


Figura 5.2 Consumo mensual en calefacción (KWh/m2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

5.1.2: Oficina

En el caso de oficinas con muro cortina, y aún estando equipado con un buen vidrio (ver características en capítulo 2), debido a la mayor superficie acristalada (mayor flujo de radiación), así como un horario de funcionamiento diurno y mayor carga térmica interna (mayor densidad y calor disipado por aparatos electrónicos e iluminación) (mayor consumo en refrigeración), se confirma la tendencia observada en el escenario vivienda, aumentando el porcentaje de ahorro energético.

Como se puede apreciar en la tabla y figura 5.3, la colocación de lamas de protección solar (sistema TAMIFIX) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio. Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 25% del consumo energético en refrigeración.

La colocación de lamas fijas, sin posibilidad de orientación, provoca un aumento en el consumo de calefacción en aquellas épocas dónde la temperatura exterior está por debajo de la temperatura de confort (23%) (ver tabla y figura 5.4). Aun así, para la zona climática a estudio, el ahorro en climatización es mayor que el mayor consumo en calefacción, resultando en un ahorro neto en refrigeración de 21,48 kWh/m² suelo (23% consumo calefacción+refrigeración). La disminución del consumo de energía repercute en un ahorro de 2,792 €/m². Para un edificio de 1.000 m², el ahorro es de 2792 €/año.

Si nos fijamos en las emisiones de CO₂, se produce también un importante ahorro al instalar lamas de protección sistema TAMIFIX. Así, por cada m² de superficie habitable se produce un ahorro de 70,88 g por año. Para un edificio de 1.000 m², el ahorro producido es de 70,88 Kg de CO₂. Dicha cantidad equivale al funcionamiento durante 482 Km de un turismo modelo Seat León³

³ Emisiones CO₂/km: 149 g CO₂

Tabla 5.3 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m2), análisis económico y emisiones de CO2 escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | g CO ₂ /año |
|--|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Consumo oficina bcn sin lamas (KWh/m2) | 0,945 | 1,252 | 3,041 | 4,68 | 8,978 | 11,362 | 17,305 | 17,034 | 12,563 | 8,698 | 2,405 | 0,930 | 89,194 | 0% | 11,595 | 0,000 | 294,34 |
| Consumo oficina bcn con lamas (KWh/m2) | 0,337 | 0,358 | 1,335 | 2,56 | 6,429 | 9,069 | 14,087 | 13,998 | 10,118 | 6,490 | 1,510 | 0,502 | 66,792 | 25% | 8,683 | 2,912 | 220,41 |

Tabla 5.4 Consumo mensual en calefacción (KWh/m2), análisis económico y emisiones de CO2 escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año (KWh) | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | g CO ₂ /año |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Consumo oficina bcn sin lamas (KWh/m2) | 1,151 | 0,444 | 0,252 | 0,115 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,030 | 0,285 | 0,816 | 3,102 | 23% | 0,403 | 0,120 | 10,24 |
| Consumo oficina bcn Tamifix (KWh/m2) | 1,483 | 0,651 | 0,347 | 0,160 | 0,022 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,040 | 0,339 | 0,984 | 4,026 | 0% | 0,523 | 0,000 | 13,28 |

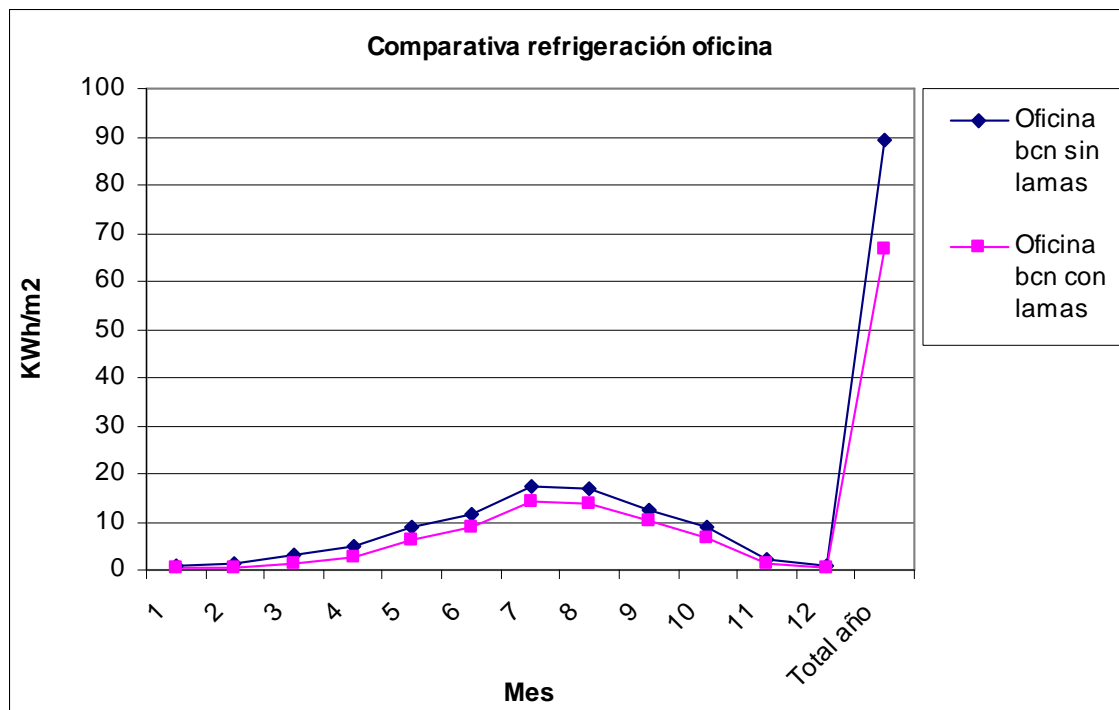


Figura 5.3 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamifix

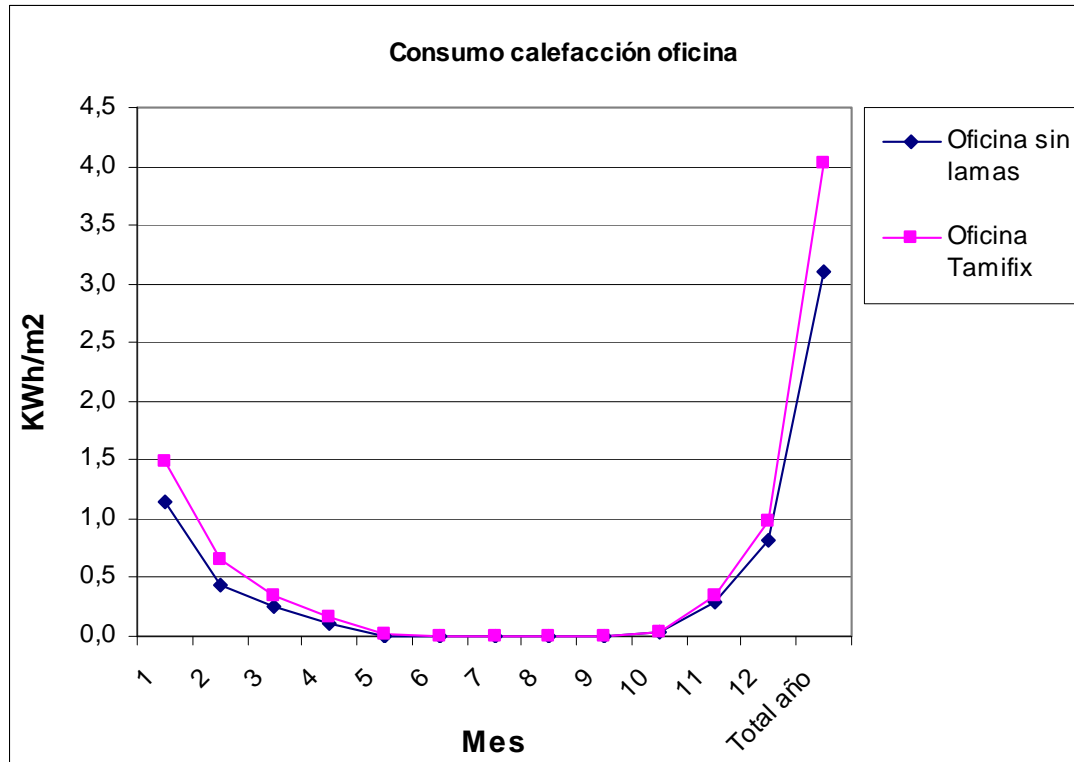


Figura 5.4 Consumo mensual en calefacción (KWh) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs sistema Tamifix

5.2-Escenario Tamiluz T140 móvil: sin lamas de protección solares vs T140 móvil

5.2.1-Vivienda

Como se puede apreciar en las tablas y figuras 5.5 y 5.6, la colocación de lamas de protección solar (modelo T140 móvil) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio, produciéndose tanto un ahorro en refrigeración (barrera contra el paso de radiación solar) como en calefacción (barrera contra la pérdida de calor durante la noche).

Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 37% del consumo en refrigeración y del 5% en calefacción. El ahorro total

(calefacción+refrigeración) es del 18%, produciéndose un ahorro de 6,7 KWh/m2año. En términos económicos, dicho ahorro energético repercute en un ahorro económico de 0,733 €/m2año de suelo habitable en refrigeración, de 0,138 €/m2año en calefacción, totalizando un ahorro de 0,871 €/m2año. Para un edificio de 1000 m2 de suelo habitable, dicho ahorro es de 871 €/anuales.

En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, la instalación de lamas de protección solar TAMILUZ T140 repercute en una ahorro de 22,11 g CO2/m2año. Para un edificio de 1.000 m2 se ahorra la emisión de 22,11 Kg por año (igual a 148 km recorridos con un Seat León)

Tabla 5.5 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140 móvil

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | G CO ₂ /año |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Refrigeración bcn sin lamas (KWh/m2) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,008 | 0,386 | 2,294 | 5,045 | 5,435 | 1,997 | 0,190 | 0,000 | 0,000 | 15,355 | 0% | 1,996 | 0 | 50,67 |
| Refrigeración bcn T140 (KWh/m2) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,060 | 1,150 | 3,615 | 3,998 | 0,890 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 9,715 | 37% | 1,262 | 0,734 | 32,06 |

Tabla 5.6 Consumo mensual en calefacción (KWh/m2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140 móvil

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | g CO ₂ /año |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Calefacción vivienda bcn sin lamas (KWh/m2) | 5,456 | 3,880 | 2,803 | 1,233 | 0,242 | 0,017 | 0 | 0 | 0,001 | 0,522 | 3,268 | 4,904 | 22,325 | 0% | 2,902 | 0 | 73,67 |
| Calefacción vivienda bcn con lamas (KWh/m2) | 5,231 | 3,705 | 2,666 | 1,163 | 0,233 | 0,016 | 0 | 0 | 0,001 | 0,468 | 3,096 | 4,684 | 21,263 | 5% | 2,764 | 0,138 | 70,17 |

Figura 5.5 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140

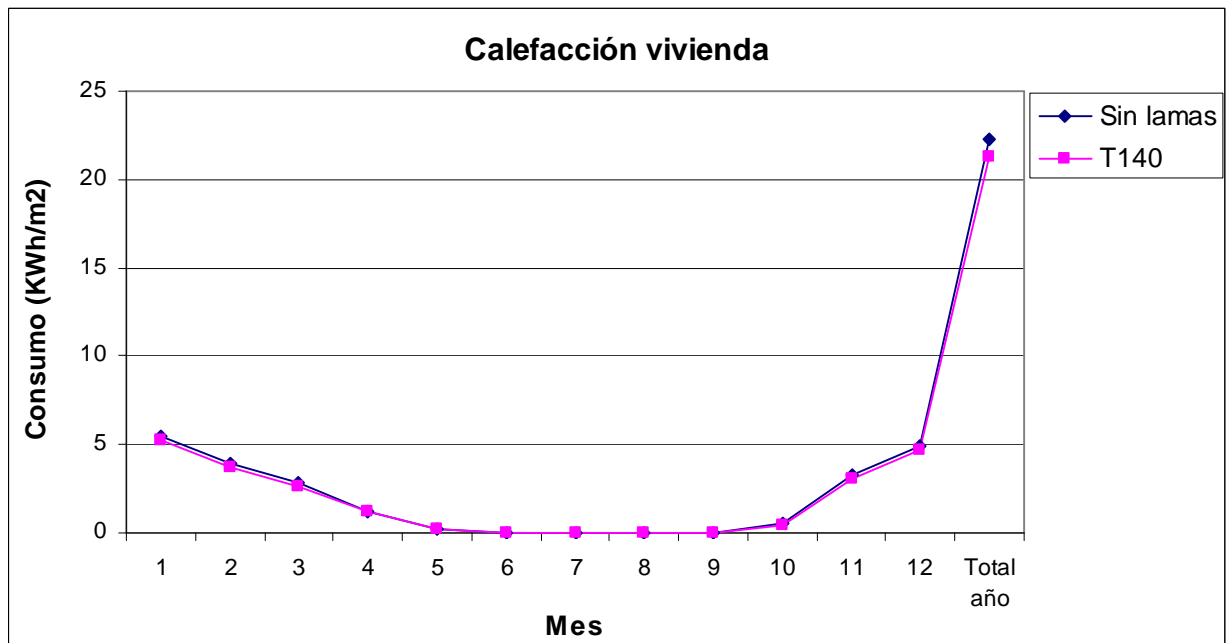
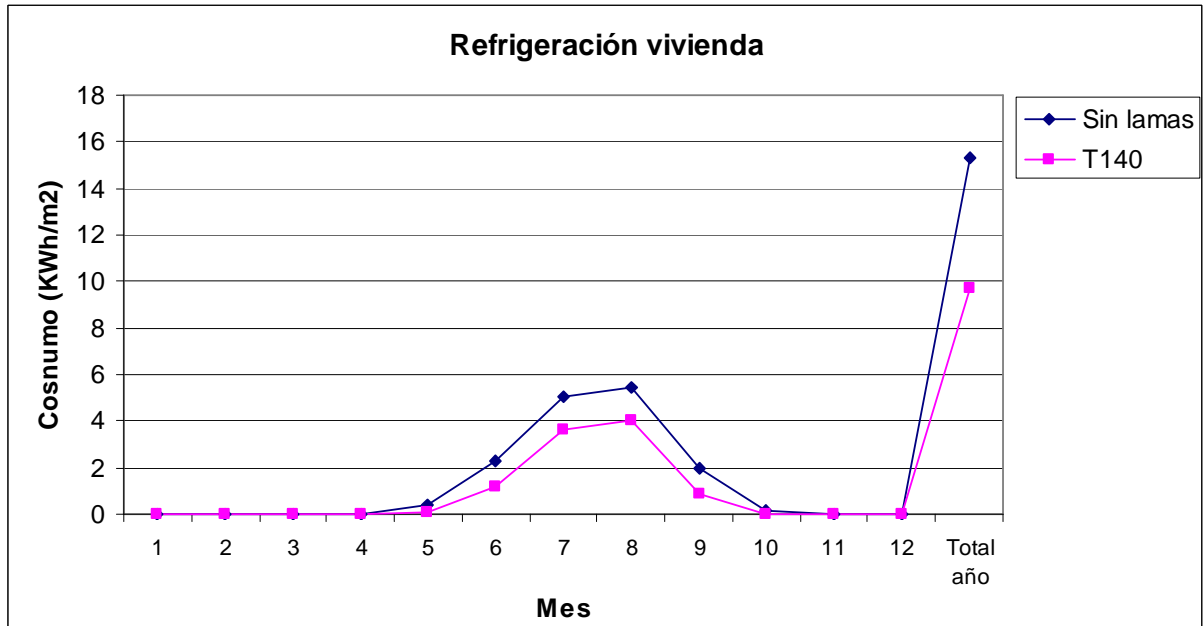


Figura 5.6 Consumo mensual en calefacción (KWh/M²) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140

5.2.2-Oficina

Como se puede apreciar en las tablas y figuras 5.7 y 5.8, la colocación de lamas de protección solar (modelo T140) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio. El ahorro económico derivado de la instalación de lamas solares viene determinado, en su mayor parte, por el ahorro conseguido en refrigeración.

Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 28% del consumo energético en refrigeración y del 10% en calefacción, totalizando una disminución del 25% del consumo energético del edificio a estudio (24,93 KWh/m2año). Económicamente, dicho ahorro energético repercute en un ahorro económico de 3,178 €/m2 de suelo habitable en refrigeración y de 0,038 €/m2año en calefacción, totalizando un ahorro de 3,216 €/m2año. Para un edificio de 1000 m2 de suelo habitable, dicho ahorro es de 3.216 €/anuales

La instalación de lamas de protección solar TAMILUZ T140 repercute en una disminución de las emisiones de CO2 a la atmósfera derivado del consumo de energía. Así, se consigue un ahorro de 114,68 g de CO2/m2año. Para un edificio de 1.000 m2, dicho ahorro representa 114,68 Kg de CO2 por año (igual recorrer 771 Km con un Seat León).

Tabla 5.7 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m2) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140 móvil

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | G CO ₂ /año |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Refrigeración bcn sin lamas (KWh/m2) | 0,945 | 1,252 | 3,041 | 4,680 | 8,978 | 11,362 | 17,305 | 17,034 | 12,563 | 8,698 | 2,405 | 0,930 | 89,194 | 0% | 11,570 | 0,000 | 293,7 |
| Refrigeración bcn T140 (KWh/m2) | 0,237 | 0,282 | 1,224 | 2,401 | 6,238 | 8,878 | 13,872 | 13,750 | 9,824 | 6,211 | 1,350 | 0,293 | 64,561 | 28% | 8,392 | 3,178 | 180,0 |

Tabla 5.8 Consumo mensual en calefacción (KWh/m2) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140 móvil

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m2) | Ahorro anual (€/m2) | g CO ₂ /año |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|-------|-------|-------|-----------|----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Calefacción vivienda bcn sin lamas (KWh) | 1,15 | 0,44 | 0,25 | 0,12 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,28 | 0,82 | 3,10 | 0% | 0,403 | 0 | 10,23 |
| Calefacción oficina bcn con lamas (KWh) | 1,018 | 0,408 | 0,244 | 0,115 | 0,008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,026 | 0,259 | 0,725 | 2,804 | 10% | 0,364 | 0,038 | 9,25 |

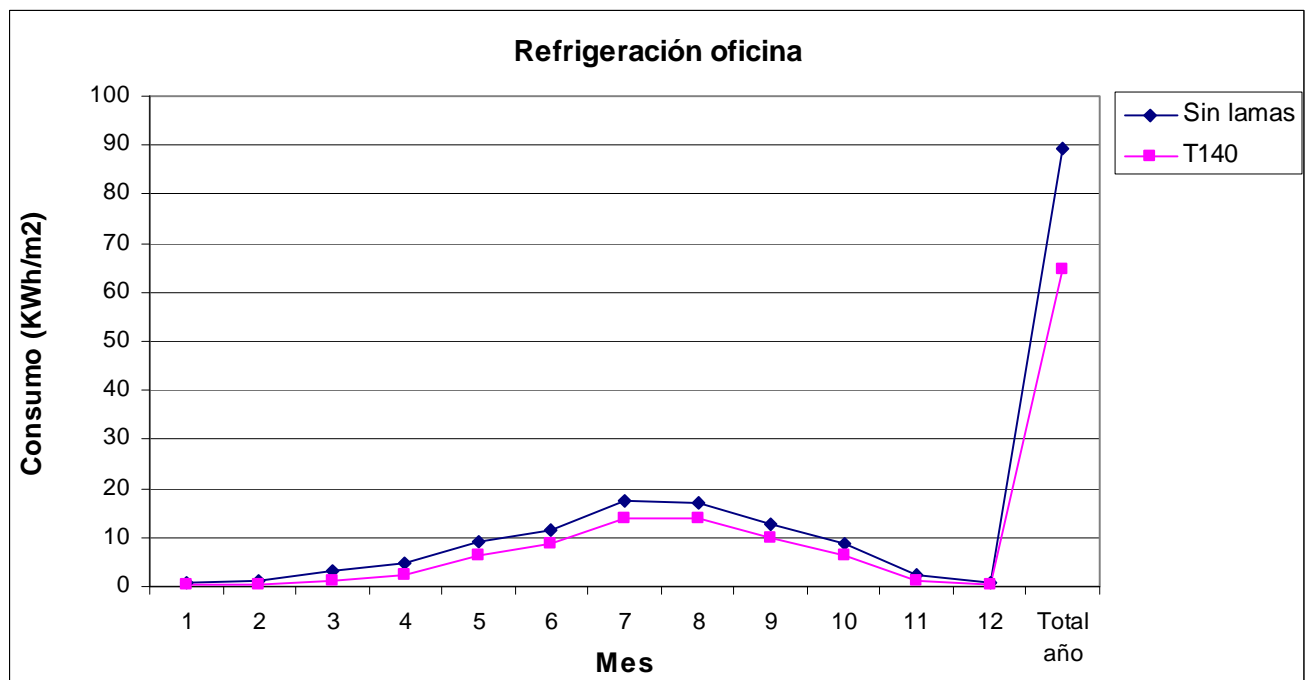


Figura 5.7 Consumo mensual en refrigeración (KWh/M2) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140

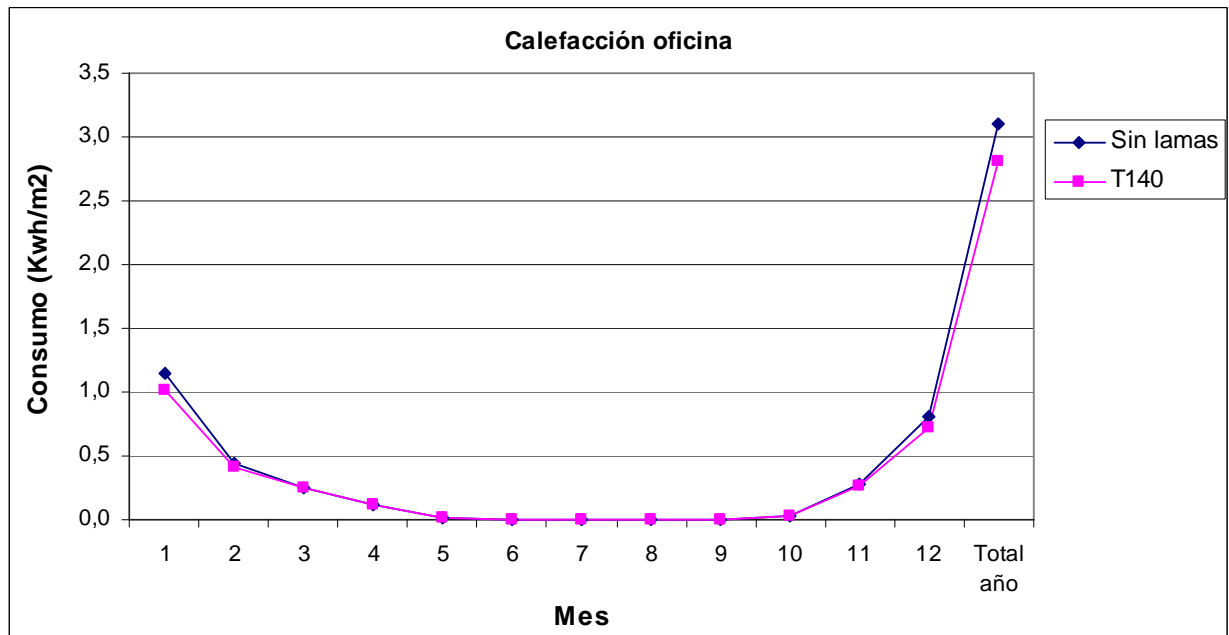


Figura 5.8 Consumo mensual en calefacción (KWh/M2) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz T140

5.3-Escenario TAMILUZ serie Variant modelo SM300: sin lamas de protección solar vs serie Variant modelo SM300

5.3.1- Vivienda

Como se puede apreciar en la tabla y figuras 5.9 y 5.10, la colocación de lamas de protección solar (modelo SV-SM 300) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio, tanto en calefacción como en refrigeración.

Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 35% del consumo en refrigeración y del 5% en calefacción, totalizando un ahorro del 18% del consumo energético del edificio a estudio (5,408 KWh/m2año). En términos económicos, dicho ahorro energético repercute en un ahorro económico de 0,703 €/m2 de suelo habitable por año en refrigeración y de 0,139 €/m2año en calefacción, totalizando un ahorro de 0,842 €/m2 año. Para un edificio de 1000 m2 de suelo habitable, dicho ahorro es de 842 €/anuales (refrigeración+calefacción).

La instalación de lamas de protección solar SV-SM 300 repercute también en una disminución de la emisión de dióxido de carbono, ahorrándose 21,39 g CO₂/m²año. Para un edificio de 1000 m², el ahorro conseguido es de 21,39 Kg de CO₂.

Tabla 5.9 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | g CO ₂ /año |
|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|-----------|----------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Refrigeración bcn sin lamas (KWh/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0,008 | 0,386 | 2,294 | 5,044 | 5,435 | 1,996 | 0,190 | 0 | 0 | 15,355 | 0% | 1,996 | 0 | 50,67 |
| Refrigeración bcn SM 300 (KWh/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,067 | 1,201 | 3,683 | 4,061 | 0,931 | 0,004 | 0 | 0 | 9,947 | 35% | 1,293 | 0,703 | 32,82 |

Tabla 5.10 Consumo mensual en calefacción (KWh/m²) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | g CO ₂ /año |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Calefacción vivienda bcn sin lamas (KWh/m ²) | 5,456 | 3,880 | 2,803 | 1,233 | 0,242 | 0,017 | 0 | 0 | 0,001 | 0,522 | 3,268 | 4,904 | 22,325 | 0% | 2,902 | 0 | 73,67 |
| Calefacción viviendaSM 300 (KWh/m ²) | 5,229 | 3,703 | 2,665 | 1,162 | 0,233 | 0,015 | 0 | 0 | 0,001 | 0,468 | 3,094 | 4,681 | 21,252 | 5% | 2,763 | 0,139 | 70,13 |

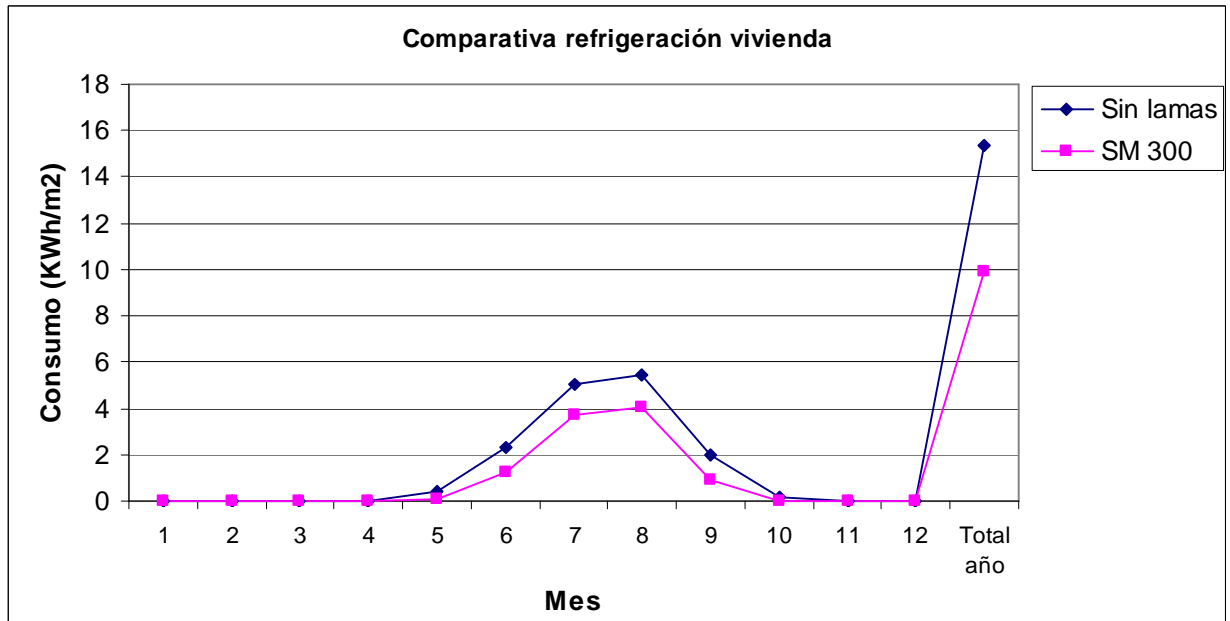


Figura 5.9 Consumo mensual en refrigeración (KWh/M2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

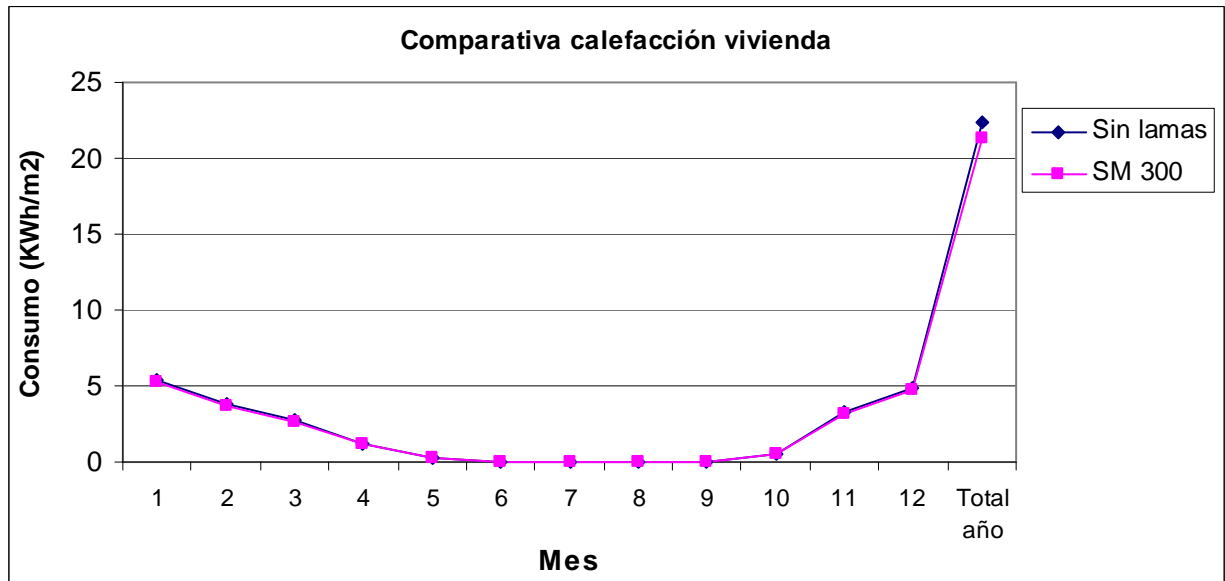


Figura 5.10 Consumo mensual en calefacción (KWh/M2) escenario vivienda Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

5.3.2- Oficina

Como se puede apreciar en la tablas y figuras 5.11 y 5.12, la colocación de lamas de protección solar (modelo SV-SM 300) provoca una disminución considerable del consumo energético del modelo a estudio.

Así, para la zona climática C2 (Barcelona), se observa una disminución del 27% del consumo energético en refrigeración y del 9% en calefacción, para un ahorro total del 26% del consumo energético del edificio a estudio (24,07 KWh/m2año). En términos económicos, dicho ahorro energético repercute en un ahorro económico de 3,12 €/m2 de suelo habitable y año en refrigeración y de 0,04 €/m2año en calefacción, siendo el ahorro total de 3,13 €/m2año. Para un edificio de 1000 m2 de suelo habitable, dicho ahorro es de 3.130 €/anuales.

La instalación de lamas TAMILUZ SV-SM 300 provoca, en consecuencia, la disminución de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. Efectivamente, se evita la emisión

de 80,16 g de CO₂/m² año. Para un edificio de 1.000 m² el ahorro es de 80,16 Kg de CO₂ (equivalente a recorrer 538 km con un Seat León).

Tabla 5.11 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | G CO ₂ /año |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|----------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Refrigeración oficina sin lamas (KWh/m ²) | 0,945 | 1,252 | 3,041 | 4,680 | 8,978 | 11,362 | 17,305 | 17,034 | 12,563 | 8,698 | 2,405 | 0,930 | 89 | 0% | 11,570 | 0,000 | 293,70 |
| Refrigeración oficina SM 300 (KWh/m ²) | 0,248 | 0,295 | 1,260 | 2,464 | 6,334 | 8,972 | 13,999 | 13,863 | 9,914 | 6,275 | 1,369 | 0,423 | 65 | 27% | 8,450 | 3,120 | 214,50 |

Tabla 5.12 Consumo mensual en calefacción (KWh/m²) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total año | % ahorro | Coste anual (€/m ²) | Ahorro anual (€/m ²) | G CO ₂ /año |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|----------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Calefacción vivienda bcn sin lamas (KWh/m ²) | 1,15 | 0,44 | 0,25 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,28 | 0,82 | 3,10 | 0% | 0,403 | 0 | 10,23 |
| Calefacción oficina SM 300 (KWh/m ²) | 1,02 | 0,41 | 0,24 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,26 | 0,73 | 2,81 | 9% | 0,365 | 0,038 | 9,273 |

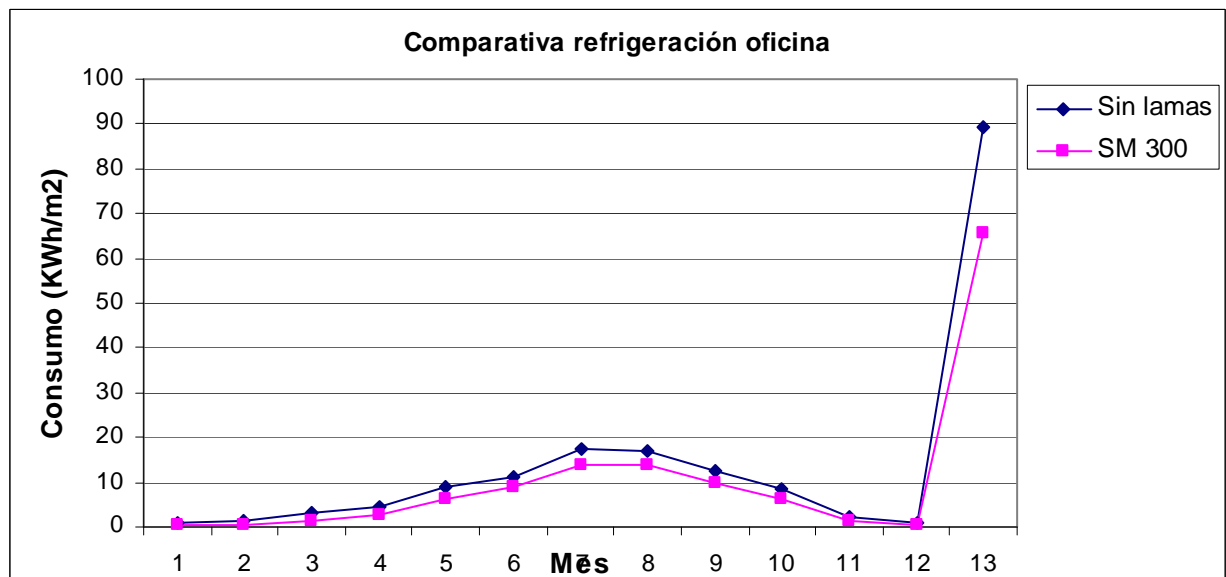


Figura 5.11 Consumo mensual en refrigeración (KWh/m²) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

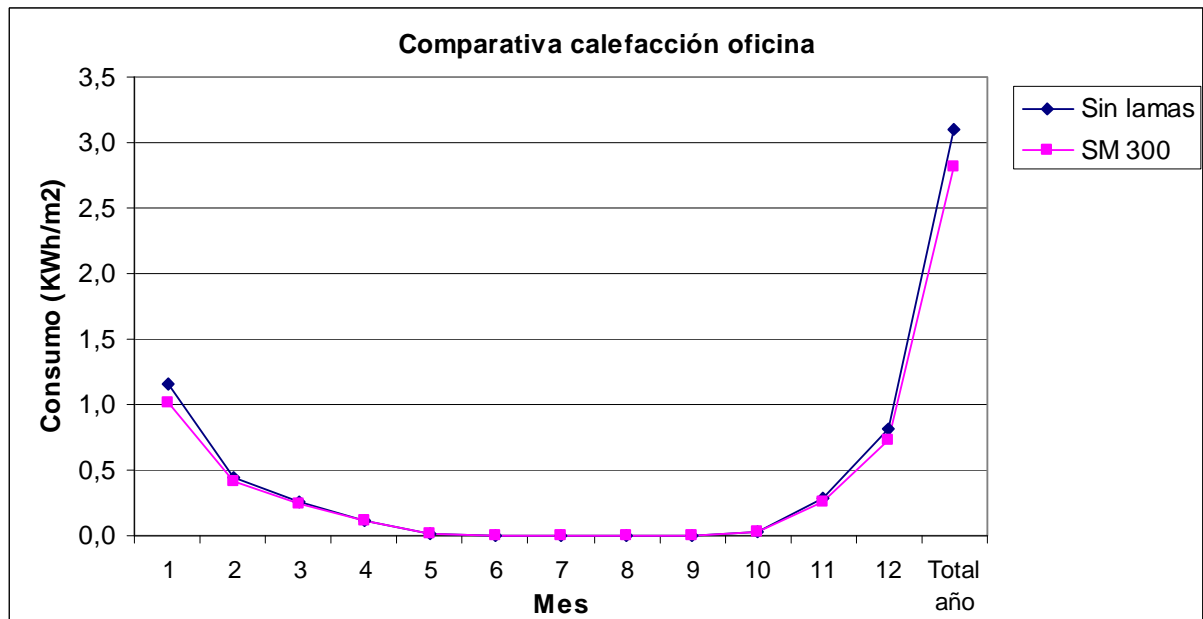


Figura 5.12 Consumo mensual en calefacción (KWh/m2) escenario oficina Barcelona. Sin protección solar vs Tamiluz SV-SM 300

5.4-COMPARATIVA DE LOS TRES MODELOS A ESTUDIO

Como se puede observar en las tablas 5.13 y 5.14, la instalación de todos los modelos de lama de protección solar a estudio provocan una disminución del consumo energético en climatización.

Los modelos con un mayor ahorro energético son TAMILUZ T140 y SV-SM 300, con un ahorro total aproximado del 17,5% en vivienda y del 27% en oficina. Dicho comportamiento se debe, principalmente a la posibilidad de abrir y cerrar las lamas a voluntad del usuario. De esta forma se aprovecha tanto la función de protección solar de día como de retención de calor del interior durante la noche, traduciéndose tanto en una disminución del consumo en calefacción como en refrigeración.

La instalación del modelo sistema TAMIFIX, si bien provoca una disminución del consumo energético en climatización (4% para vivienda y 23% para oficina) ésta es menor que en los modelo TAMILUZ T140 y SV-SM 300. En efecto, se observa una disminución del consumo en refrigeración debido a la no posibilidad de orientación de la lama al mismo tiempo que un aumento en el consumo energético en calefacción, ya que en periodos fríos evita igualmente la entrada de calor a través de la luz.

Tabla 5.13 Consumo comparativo en calefacción, refrigeración y total climatización (KWh/m2año).
 Escenario vivienda Barcelona

| Modelo | Consumo calefacción anual (KWh/m2) | Consumo refrigeración anual (KWh/m2) | Consumo total anual (KWh/m2) | % ahorro |
|------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------|
| Sin lamas | 22,33 | 15,36 | 37,68 | 0,00% |
| Tamifix | 25,88 | 10,30 | 36,17 | 4,01% |
| T140 móvil | 21,26 | 9,72 | 30,98 | 17,79% |
| SV-SM 300 | 21,25 | 9,95 | 31,20 | 17,21% |

Tabla 5.14 Consumo comparativo en calefacción, refrigeración y total climatización (KWh/m2año).
 Escenario oficina Barcelona

| Modelo | Consumo calefacción anual (KWh/m2) | Consumo refrigeración anual (KWh/m2) | Consumo total anual (KWh/m2) | % ahorro |
|------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------|
| Sin lamas | 3,10 | 89,19 | 92,30 | 0,00% |
| Tamifix | 4,03 | 66,79 | 70,82 | 23,27% |
| T140 mobil | 2,80 | 64,56 | 67,37 | 27,01% |
| SV-SM 300 | 2,81 | 65,00 | 67,81 | 26,53% |

6-MAXIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE LAMA DE PROTECCIÓN SOLAR

6.1 ÁNGULO DE INCLINACIÓN

Una lama de protección solar presenta dos funciones claramente diferenciadas. Durante el día ejerce de protección contra la radiación solar mientras durante la noche evita la pérdida de calor del edificio. En consecuencia, habrá un ángulo ideal para el día y otro para la noche. Dicha orientación óptima es distinta para cada situación geográfica y orientación del cerramiento donde se instala la lama. En esta sección se analizará en qué manera influencia el ángulo de inclinación de la lama SV-SM 300 en Barcelona, escenario oficina.

Como se puede observar en la tabla 5.13, el ángulo de obertura de la lama afecta tanto al consumo en refrigeración (de día) tanto como al consumo en calefacción (de noche).

Así, en refrigeración, el máximo ahorro energético se consigue con la lama totalmente cerrada (ángulo de 0 grados) debido al mayor grado de protección y el máximo consumo con la lama totalmente abierta (ángulo de 90 grados). Entre ambos ángulos se observa una diferencia en el consumo en refrigeración del 28%, encontrándose los diferentes grados de obertura entre ambos valores. Si bien la máxima eficiencia en el control solar se consigue con la lama

totalmente cerrada, dicho grado de eficiencia se consigue a costa de eliminar la totalidad de la luz incidente en el local.

Si fijamos nuestra atención en el efecto beneficioso de las lamas de protección en la reducción de la pérdida de calor durante la noche, el comportamiento previamente descrito se confirma. Así, el máximo ahorro en calefacción se consigue cerrando en su totalidad (ángulo de 0 grados) las lamas durante la noche, y el máximo consumo ocurre al dejarlas completamente abiertas (ángulo de 90 grados). La diferencia en el consumo en calefacción entre ambos grados de apertura es del 7%.

En consecuencia, el máximo ahorro energético (refrigeración+calefacción) se consigue con las lamas totalmente cerradas, y el máximo consumo con las lamas totalmente abiertas todo el día, observándose una diferencia del 27%. Para los grados de apertura intermedios, sus valores de eficiencia se encuentran entre los valores indicados.

Si bien la tendencia general aquí descrita se cumple para todos los climas, el porcentaje de ahorro energético derivado del grado de apertura de las lamas variará según la zona climática donde esté situada la obra.

Tabla 5.13 Influencia del grado de apertura sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina.

| Ángulo ° | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 0 (completamente cerrada) | 59,498 | 100,00% | 2,809 | 100,00% | 62,307 | 100,00% |
| 10 | 60,457 | 101,61% | 2,871 | 102,21% | 63,328 | 101,64% |
| 20 | 62,533 | 105,10% | 2,913 | 103,70% | 65,446 | 105,04% |
| 30 | 64,643 | 108,65% | 2,941 | 104,70% | 67,584 | 108,47% |
| 40 | 66,628 | 111,98% | 2,963 | 105,48% | 69,591 | 111,69% |
| 45 | 67,573 | 113,57% | 2,972 | 105,80% | 70,545 | 113,22% |
| 50 | 68,516 | 115,16% | 2,98 | 106,09% | 71,496 | 114,75% |
| 60 | 70,406 | 118,33% | 2,993 | 106,55% | 73,399 | 117,80% |
| 70 | 72,314 | 121,54% | 3,002 | 106,87% | 75,316 | 120,88% |
| 80 | 74,283 | 124,85% | 3,006 | 107,01% | 77,289 | 124,05% |
| 90 (completamente abierta) | 76,35 | 128,32% | 3,008 | 107,08% | 79,358 | 127,37% |

6.2 ANCHO DE LA LAMA

El grado de eficiencia de una lama viene determinado, entre otros parámetros, por el ratio entre su ancho y la separación entre ellas. Respecto al efecto del ancho de la lama hay que diferenciar entre lamas de gran formato, lamas de celosía y horizontales fijas.

Respecto a lamas de gran formato, la máxima eficiencia se consigue cuando el ratio presenta un valor de 1 (en lamas móviles). Según indicaciones de TAMILUZ, todos los modelos se realizan con un ancho de lamas igual a la separación entre ellas. En lamas fijas con grado de apertura de 45º, la máxima eficiencia se encuentra en un ratio con un valor mayor de uno, es decir, con lamas más anchas que la separación entre ellas.

Debido a la diferente naturaleza técnica, las lamas de celosía y lamas horizontales fijas se comportan de forma similar a las lamas de gran formato: cuanto mayor es el ancho de la lama y menor es la separación entre ellas mayor es el ahorro energético conseguido.

En el presente apartado se analiza el efecto sobre la eficiencia energética del edificio a estudio del aumento del ancho de la lama sobre una lama horizontal fija ficticia. Dicha lama presenta la geometría del modelo SV-SM 300, pero en modo fijo totalmente

horizontal (ángulo de 90 grados respecto a la normal del vidrio) sobre el escenario oficina Barcelona.

Como se puede apreciar en la tabla 5.14, la disminución del ancho de la lama (dejando la separación entre éstas fija) provoca un aumento considerable del consumo en refrigeración (aproximadamente +1% por cada disminución de 0,1 en el ratio). Es decir, la máxima eficiencia se consigue con un ancho igual a la distancia entre lamas, produciéndose una diferencia del 18% en el consumo en refrigeración entre el escenario máximo y mínimo analizados.

Si nos fijamos en el efecto sobre el consumo energético en calefacción, el comportamiento es justo el contrario. A menor ancho de lama menor es el consumo en calefacción, debido a la mayor intensidad del flujo lumínico entrante. La diferencia entre el escenario máximo y mínimo es del 17%.

Si nos fijamos en el consumo total en climatización, debido al mayor consumo en refrigeración que en calefacción (para el escenario Barcelona), la máxima eficiencia energética se logra con un ancho de lama igual a su separación entre ellas (ratio=1). La diferencia entre el escenario máximo y el mínimo es del 17%.

Las tendencias aquí indicadas son válidas para zonas climáticas donde el consumo energético en refrigeración es mayor que el consumo en calefacción.

Tabla 5.14 Influencia del ratio entre ancho de la lama y separación entre éstas sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina

| Ratio ancho/separación | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 1 | 75,332 | 100,00% | 3,359 | 100,00% | 78,691 | 100,00% |
| 0,9 | 75,984 | 100,87% | 3,326 | 99,02% | 79,31 | 100,79% |
| 0,8 | 77,046 | 102,28% | 3,279 | 97,62% | 80,325 | 102,08% |
| 0,7 | 78,21 | 103,82% | 3,233 | 96,25% | 81,443 | 103,50% |
| 0,6 | 79,481 | 105,51% | 3,188 | 94,91% | 82,669 | 105,06% |
| 0,5 | 80,886 | 107,37% | 3,144 | 93,60% | 84,03 | 106,78% |
| 0,4 | 82,458 | 109,46% | 3,099 | 92,26% | 85,557 | 108,73% |
| 0,3 | 84,205 | 111,78% | 3,058 | 91,04% | 87,263 | 110,89% |
| 0,2 | 86,126 | 114,33% | 3,018 | 89,85% | 89,144 | 113,28% |
| 0,1 | 88,061 | 116,90% | 2,97 | 88,42% | 91,031 | 115,68% |
| 0 (no presencia de lamas) | 89,193 | 118,40% | 3,103 | 92,38% | 92,296 | 117,29% |

6.3 SEPARACIÓN ENTRE LAMAS

El grado de eficiencia de una lama viene determinado, entre otros parámetros, por el ratio entre su ancho y la separación entre ellas. Respecto al efecto del ancho de la lama hay que diferenciar entre lamas de gran formato, lamas de celosía y horizontales fijas.

Respecto a lamas de gran formato, la máxima eficiencia se consigue cuando el ratio presenta un valor de 1 (en lamas móviles). Según indicaciones de TAMILUZ, todos los modelos se realizan con un ancho de lamas igual a la separación entre ellas. En lamas fijas con grado de apertura de 45º, la máxima eficiencia se encuentra en un ratio con un valor mayor de uno, es decir, con lamas más anchas que la separación entre ellas.

Debido a la diferente naturaleza técnica, las lamas de celosía y lamas horizontales fijas se comportan de forma similar a las lamas oblicuas fijas: cuanto mayor es el ancho de la lama y menor es la separación entre ellas mayor es el ahorro energético conseguido.

En el presente apartado se analiza el efecto sobre la eficiencia energética del edificio a estudio del aumento de la separación entre lamas sobre el sistema TAMIFIX (ancho de lama fijo) sobre el escenario oficina Barcelona.

Como se puede observar en la tabla 5.15, cuanto mayor es la separación entre lamas (para un ancho de lama fijo), mayor es el consumo energético del edificio a estudio.

Así, el mayor consumo energético se observa, lógicamente, con la no presencia de lamas de protección solar. A medida que la separación entre lamas respecto a su ancho va disminuyendo, se observa una clara disminución del consumo energético total en climatización.

Efectivamente, con una separación entre lamas 5 veces mayor que su ancho (20 cm de separación por 4 cm de ancho), se produce una reducción del 4% del consumo energético total respecto a la no instalación de lamas. Si reducimos la separación entre lamas a 2.5 veces su ancho, el ahorro energético es del 9,2%. Con una separación entre lamas igual a su ancho el ahorro energético aumenta hasta el 19,21%. La máxima eficiencia energética se observa con una separación entre lamas 5 veces menor que su ancho (0,8 cm de separación por 4 cm de ancho), con un ahorro energético total del 31,46%. Cabe decir, pero, que para separaciones muy pequeñas entre lamas se puede producir una disminución excesiva de la luz entrante, provocando la apertura de luces. Para climas muy calurosos dicho problema es menor

comparado con el ahorro energético conseguido. Para persianas venecianas dicho problema es solucionable, ya que a primera y última hora del día éstas se pueden abrir.

Como se puede apreciar en la tabla 5.15, el aumento de la separación entre lamas (con ancho de lamas fijo) provoca una disminución del consumo en refrigeración, al mismo tiempo que un aumento del consumo energético en calefacción. Para climas cálidos, como es el caso de Barcelona, el ahorro en refrigeración es mayor que el aumento del consumo en calefacción, resultando en un ahorro en el global del consumo en climatización. En consecuencia, el ahorro energético total será específico para cada zona climática de España.

Tabla 5.15 Influencia del ratio entre separación entre lamas y ancho de éstas sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina.

| Ratio separación entre lamas/ancho | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| No lamas | 89,19 | 100,00% | 3,10 | 100,00% | 92,30 | 100,00% |
| 5 | 85,53 | 95,89% | 3,07 | 98,81% | 88,59 | 95,99% |
| 4,5 | 84,96 | 95,25% | 3,04 | 98,00% | 88,00 | 95,35% |
| 4 | 84,25 | 94,46% | 3,05 | 98,45% | 87,31 | 94,59% |
| 3,5 | 83,35 | 93,45% | 3,07 | 99,10% | 86,42 | 93,64% |
| 3 | 82,18 | 92,14% | 3,10 | 99,94% | 85,28 | 92,40% |
| 2,5 | 80,66 | 90,44% | 3,14 | 101,23% | 83,80 | 90,80% |
| 2 | 78,58 | 88,10% | 3,20 | 103,22% | 81,78 | 88,61% |
| 1,5 | 75,69 | 84,86% | 3,31 | 106,71% | 79,00 | 85,59% |
| 1 | 70,97 | 79,56% | 3,60 | 116,09% | 74,57 | 80,79% |
| 0,8 | 68,45 | 76,74% | 3,74 | 120,60% | 72,19 | 78,22% |
| 0,6 | 65,45 | 73,38% | 4,01 | 129,11% | 69,45 | 75,25% |
| 0,4 | 62,64 | 70,22% | 4,18 | 134,85% | 66,82 | 72,40% |
| 0,2 | 58,74 | 65,86% | 4,52 | 145,65% | 63,26 | 68,54% |

6.4 SEPARACIÓN LAMA-VIDRIO

En el presente apartado se analiza el efecto sobre la eficiencia energética del edificio a estudio de diferentes distancias de separación entre la lama y el vidrio (rango de análisis: de 0,9 m a 0,15 m), sobre el modelo SV-SM 300 sobre el escenario oficina Barcelona.

Como se puede observar en la tabla 5.16, una menor distancia entre lama y vidrio redundará de forma clara en un menor consumo energético en climatización para el edificio a estudio. Así, comparado con una separación de 0,9 m, la lama SV-SM 300 con una separación de 10 cm presenta un consumo energético un 24% menor. Dicho ahorro, proviene en su mayoría del ahorro conseguido en refrigeración.

Tabla 5.16 Influencia de la separación entre lama y vidrio sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina SV-SM 300.

| Separación vidrio a lama (m) | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| No lamas | 89,19 | 100,00% | 3,10 | 100,00% | 92,30 | 100,00% |
| 0,9 | 67,74 | 75,95% | 2,81 | 90,49% | 70,55 | 76,44% |
| 0,8 | 67,72 | 75,92% | 2,81 | 90,49% | 70,52 | 76,41% |
| 0,7 | 67,68 | 75,88% | 2,81 | 90,49% | 70,49 | 76,37% |
| 0,6 | 67,65 | 75,84% | 2,81 | 90,52% | 70,45 | 76,33% |
| 0,5 | 67,61 | 75,80% | 2,81 | 90,52% | 70,42 | 76,30% |
| 0,4 | 67,59 | 75,77% | 2,81 | 90,52% | 70,39 | 76,27% |
| 0,3 | 67,58 | 75,77% | 2,81 | 90,52% | 70,39 | 76,27% |
| 0,2 | 67,62 | 75,81% | 2,81 | 90,52% | 70,43 | 76,30% |
| 0,15 | 67,66 | 75,86% | 2,81 | 90,52% | 70,47 | 76,35% |

6.5 COLOR DE LA LAMA

En el siguiente apartado se analiza la influencia del color de la lama sobre el consumo energético, en base a la lama modelo SV-SM 300, escenario Barcelona oficina. Se ha analizado los siguientes colores:

- Pintura negra
- Madera
- Pintura roja
- Pintura amarilla
- Pintura blanca
- Aluminio pulido

Como se puede apreciar en la tabla 5.17, el color de la lama, a través de su característica física reflectividad, presenta una influencia nada despreciable sobre el consumo energético en climatización. Así, los colores claros presentan un mayor consumo en refrigeración que los colores oscuros, debido a su mayor reflexividad y, por lo tanto, permiten una mayor entrada de luz difusa.

En efecto, si nos fijamos en los dos casos extremos (aluminio pulido y negro), la diferencia sobre el consumo en refrigeración es del 9,43%. Los colores intermedios se sitúan en una escala intermedia dentro de los rangos señalados. Cabe destacar el hecho que la diferencia apreciada en climatización se debe en su totalidad a la diferencia apreciada en refrigeración. El color de la lama, por lo tanto, no tiene ningún efecto sobre el consumo en calefacción de una vivienda y/o oficina.

Tabla 5.17 Influencia del color (reflectividad) sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina SV-SM 300.

| Color | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| Aluminio pulido | 68,00 | 100,00% | 2,81 | 100,00% | 70,81 | 100,00% |
| Pintura blanca | 66,02 | 97,09% | 2,81 | 100,00% | 68,83 | 97,20% |
| Pintura amarilla | 63,05 | 92,72% | 2,81 | 100,00% | 65,86 | 93,01% |
| Pintura roja | 62,07 | 91,28% | 2,81 | 100,00% | 64,88 | 91,63% |
| Madera | 61,89 | 91,01% | 2,81 | 100,00% | 64,70 | 91,37% |
| Pintura negra | 61,32 | 90,18% | 2,81 | 100,00% | 64,13 | 90,57% |

6.6 GROSOR DE LA LAMA

En el siguiente apartado se analiza la influencia del grosor de la lama sobre el consumo energético del edificio a estudio, en base a la lama modelo SV-SM 300, escenario Barcelona oficina. Se ha analizado una variación del grosor de 10 cm a 0,5 cm.

Como se puede apreciar en la tabla 5.18, el grosor de la lama presenta una influencia mínima del grosor. Así, observamos una diferencia de tan sólo el 1,7% en el consumo en climatización entre el grosor máximo (10 cm) y el mínimo (1 cm) analizados. Se observa, por lo tanto, una disminución del consumo energético del edificio a medida que aumentamos el grosor de la lama. Para grosores habituales, en consecuencia, la diferencia es prácticamente despreciable. La totalidad de la diferencia observada en el consumo en refrigeración se debe al menor consumo en climatización. El grosor de la lama, en consecuencia, no presenta ninguna influencia sobre el consumo en calefacción.

La razón de este comportamiento es que, en el tipo de lama analizado, el aumento del grosor no repercute en un aumento considerable de la sombra producida. Debido a la geometría del sistema TAMIFIX, las conclusiones expuestas en este apartado NO son válidas para dicho modelo (lama veneciana). La razón de la si influencia del grosor en una lama de celosía se debe a la menor distancia entre lamas, repercutiendo de forma significativa un aumento del grosor de la lama en la cantidad de sombra producida por ésta. Dicho comportamiento se analiza a través del apartado 6.3 (separación entre lamas)

Tabla 5.18 Influencia del grosor de la lama sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina SV-SM 300l.

| Grosor (cm) | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|-------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 10 | 66,62 | 100,00% | 2,81 | 100,00% | 69,43 | 100,00% |
| 8 | 66,83 | 100,32% | 2,81 | 100,00% | 69,64 | 100,30% |
| 6 | 67,05 | 100,65% | 2,81 | 100,00% | 69,86 | 100,62% |
| 5 | 67,16 | 100,81% | 2,81 | 100,00% | 69,97 | 100,78% |
| 4 | 67,25 | 100,95% | 2,81 | 100,00% | 70,06 | 100,91% |
| 3 | 67,42 | 101,20% | 2,81 | 100,00% | 70,23 | 101,15% |
| 2 | 67,56 | 101,41% | 2,81 | 100,00% | 70,37 | 101,35% |
| 1 | 67,72 | 101,65% | 2,81 | 100,00% | 70,53 | 101,58% |
| 0,5 | 67,8 | 101,77% | 2,81 | 100,00% | 70,61 | 101,70% |

6.7 TIPO DE MATERIAL (CONDUCTIVIDAD TÉRMICA)

En el siguiente apartado se procede a analizar el efecto del material con el cual está fabricada la lama, a través de su conductividad térmica, sobre el consumo energético del edificio a estudio. El siguiente análisis se ha realizado sobre el escenario TAMILUZ SM 300móvil, oficina, Barcelona.

Como se puede observar en la tabla 5.19, el tipo de material con el que está realizada la lama no presenta ninguna influencia sobre el consumo energético en climatización del edificio a estudio. Dicho comportamiento se debe a la continua renovación del aire existente entre la lama y el vidrio.

En cuanto al consumo en calefacción, Designbuilder no es sensible a dicho parámetro, debido a limitaciones de su motor de cálculo. Sin embargo, se detecta una disminución del consumo energético en calefacción fruto de la instalación de la lamas (grado de apertura, etc). Existen programas informáticos disponibles específicos para la simulación térmica de ventanas, cuyos resultados se pueden introducir en DesignBuilder (modelización a nivel de edificio)

Tabla 5.19 Influencia del grosor de la lama sobre el consumo en refrigeración, calefacción y total climatización. Barcelona, escenario oficina SV-SM 300.

| Material | Conductividad térmica (W/mK) | Consumo refrigeración (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo calefacción (KWh/m2año) | Ratio (%) | Consumo total (KWh/m2año) | Ratio (%) |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| Aluminio macizo | 206 | 67,64 | 100,00% | 2,81 | 100,00% | 70,45 | 100,00% |
| Sandwich aluminio | 20,92 | 67,64 | 100,00% | 2,81 | 100,00% | 70,45 | 100,00% |
| Aire | 0,01 | 67,85 | 100,31% | 2,8 | 99,64% | 70,65 | 100,28% |

6.8 Coeficiente de Rendimiento de la instalación de climatización (COP)⁴

La eficiencia energética de la instalación térmica, a través de su Coeficiente de Rendimiento característico, presenta una influencia capital en el consumo energético en climatización. En el parque de viviendas y oficinas actual se puede encontrar una gran heterogeneidad de COPs en sus instalaciones de climatización.

Como se puede apreciar en la tabla 5.19, el COP presenta una influencia determinante sobre el consumo energético de una vivienda. Así, por cada 1 de aumento de COP, el consumo en climatización se ve disminuido a la mitad respecto al COP inicial.

Tabla 5.19 Consumo anual en climatización en función del COP

| COP | Consumo calefacción anual (KWh/m ²) | Consumo refrigeración anual (KWh/m ²) | Consumo total anual (KWh/m ²) | % ahorro |
|-----|---|---|---|----------|
| 0,5 | 7,03 | 162,50 | 169,53 | 0,00 |
| 1 | 5,62 | 129,36 | 134,98 | 0,20 |
| 1,5 | 4,22 | 97,50 | 101,72 | 0,40 |
| 2 | 2,81 | 65,00 | 67,81 | 0,60 |
| 2,5 | 2,25 | 52,00 | 54,25 | 0,68 |
| 3 | 1,87 | 43,33 | 45,21 | 0,73 |
| 3,5 | 1,61 | 37,14 | 38,75 | 0,77 |
| 4 | 1,41 | 32,50 | 33,91 | 0,80 |
| 4,5 | 1,25 | 28,89 | 30,14 | 0,82 |

⁴ El **Coeficiente de Rendimiento** es la relación (ratio) entre la energía útil (calor suministrado por la Bomba de Calor) y la energía consumida (la energía para hacer funcionar el compresor).

7-ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE LAMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN DIFERENTES ZONAS CLIMÁTICAS DE ESPAÑA

7.1 A3 Santa Cruz de Tenerife

Tabla 5.20 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática A3 Santa Cruz de Tenerife

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 0,63 | 22,74 | 23,37 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 0,52 | 12,06 | 12,58 | 46,17% | 10,79 | 1,40 | 35,61 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 0,01 | 141,63 | 141,64 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 0,01 | 100,02 | 100,03 | 29,38% | 41,61 | 5,41 | 137,31 |

7.2 A4 Almería

Tabla 5.21 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática A4 Almería

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 9,9 | 20,9 | 30,8 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 9,18 | 13,41 | 22,59 | 26,66% | 8,21 | 1,07 | 27,09 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 0,79 | 112,47 | 113,26 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 0,72 | 80,36 | 81,08 | 28,41% | 32,18 | 4,18 | 106,19 |

7.3 B3 Valencia

Tabla 5.22 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática B3 Valencia

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 15,72 | 20,58 | 36,3 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 14,87 | 14,07 | 28,94 | 20,28% | 7,36 | 0,96 | 24,29 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 2 | 103,94 | 105,94 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 1,82 | 75,22 | 77,04 | 27,28% | 28,9 | 3,76 | 95,37 |

7.4 B4 Sevilla

Tabla 5.23 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática B4 Sevilla

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 13,04 | 23,31 | 36,35 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 12,29 | 15,85 | 28,14 | 22,59% | 8,21 | 1,07 | 27,09 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 1,51 | 110,81 | 112,32 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 1,38 | 79,45 | 80,83 | 28,04% | 31,49 | 4,09 | 103,92 |

7.5 C1 Donosti

Tabla 5.24 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática C1 Donosti

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 31,63 | 2,39 | 34,02 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 30,2 | 0,59 | 30,79 | 9,49% | 3,23 | 0,42 | 10,66 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 4,91 | 51,94 | 56,85 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 4,33 | 35,03 | 39,36 | 30,77% | 17,49 | 2,27 | 57,72 |

7.6 C2 Barcelona

Tabla 5.25 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática C2 Barcelona

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 22,32 | 15,36 | 37,68 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 21,263 | 9,72 | 30,983 | 17,77% | 6,697 | 0,87 | 22,10 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 3,1 | 89,19 | 92,29 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 2,8 | 64,56 | 67,36 | 27,01% | 24,93 | 3,24 | 82,27 |

7.7 C3 Granada

Tabla 5.26 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática C3 Granada

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWh/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 24,13 | 11,28 | 35,41 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 22,8 | 6,52 | 29,32 | 17,20% | 6,09 | 0,79 | 20,10 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 4,79 | 74,11 | 78,9 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 4,22 | 48,71 | 52,93 | 32,92% | 25,97 | 3,38 | 85,70 |

7.8 C4 Cáceres

Tabla 5.27 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática C4 Cáceres

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWh/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 22,08 | 14,42 | 36,5 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 20,92 | 8,9 | 29,82 | 18,30% | 6,68 | 0,87 | 22,04 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 3,73 | 79,3 | 83,03 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 3,32 | 53,81 | 57,13 | 31,19% | 25,9 | 3,37 | 85,47 |

7.9 D1 Pamplona

Características térmicas vidrio vivienda:

- Transmitancia solar total=0,595
- Transmitancia solar directa=0,538
- Conductividad térmica=2,44 W/m2K

Características vidrio oficina: mismo vidrio que en los otros emplazamientos a estudio

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 30,4 | 3,02 | 33,42 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 29,51 | 1,29 | 30,8 | 7,84% | 2,62 | 0,34 | 8,65 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 7,26 | 58,05 | 65,31 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 6,2 | 36,1 | 42,3 | 35,23% | 23,01 | 2,99 | 75,93 |

Vitoria

Características térmicas vidrio vivienda:

- Transmitancia solar total=0,595
- Transmitancia solar directa=0,538
- Conductividad térmica=2,44 W/m2K

Características vidrio oficina: mismo vidrio que en los otros emplazamientos a estudio

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 34,18 | 1,36 | 35,54 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 33,17 | 0,21 | 33,38 | 6,08% | 2,16 | 0,28 | 7,13 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 8,44 | 49,95 | 58,39 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 7,21 | 31,15 | 38,36 | 34,30% | 20,03 | 2,60 | 66,10 |

7.9 D2 Salamanca

Tabla 5.28 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática D2 Salamanca

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 36,6 | 6,05 | 42,65 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 34,89 | 2,59 | 37,48 | 12,12% | 5,17 | 0,67 | 17,06 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 10,76 | 56,57 | 67,33 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 9,29 | 35,53 | 44,82 | 33,43% | 22,51 | 2,93 | 74,28 |

7.10 D3 Madrid

Tabla 5.29 Consumo anual en calefacción, refrigeración y climatización (KWh/m2año), ahorro económico y ambiental. Zona climática D3 Madrid

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 28,11 | 14,76 | 42,87 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 26,93 | 9,69 | 36,62 | 14,58% | 6,25 | 0,81 | 20,63 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 7,12 | 78,13 | 85,25 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 6,3 | 52,91 | 59,21 | 30,55% | 26,04 | 3,39 | 85,93 |

7.11 D4 Burgos

Características térmicas vidrio vivienda:

- Transmitancia solar total=0,595
- Transmitancia solar directa=0,538
- Conductividad térmica=2,44 W/m2K

Características vidrio oficina: mismo vidrio que en los otros emplazamientos a estudio

| Vivienda | KWh/m2año calefacción | KWh/m2año refrigeración | KWH/m2año total climatización | % ahorro | KWh/m2año ahorro | €/m2año ahorro | g CO2/m2 año ahorro |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------------|---------------------|
| Sin lamas | 38,15 | 1,68 | 39,83 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 37,07 | 0,28 | 37,35 | 6,23% | 2,48 | 0,32 | 8,18 |
| Oficina | | | | | | | |
| Sin lamas | 12,48 | 48,4 | 60,88 | - | - | - | - |
| T140 móvil | 10,56 | 28,93 | 39,49 | 35,13% | 21,39 | 2,78 | 70,59 |

8 CONCLUSIONES

La instalación de lamas de protección solar TAMILUZ repercute en una clara disminución del consumo energético en climatización, para todos los modelos a estudio. Dicho ahorro energético repercute en una disminución de los costes económicos derivados del consumo de energía, así como de las emisiones de CO2 producidas. Dicho ahorro se obtiene a través de dos caminos:

- Día: disminución del consumo gracias al efecto de protección de entrada de luz solar directa (en todos los modelos)
- Noche: disminución del consumo en calefacción gracias al efecto de protección contra la pérdida de calor proveniente del interior del edificio (en modelos móviles).

El ahorro energético en climatización es mayor en el escenario oficina que en el escenario vivienda. Las principales causas son una mayor superficie acristalada, un mayor uso durante el día y una mayor carga térmica debida a una mayor calor producida en el interior por una mayor densidad de personas, equipos electrónicos y potencia en iluminación instalada.

Se ha detectado una serie de parámetros los cuales afectan la eficiencia energética de las lamas:

- Ángulo de apertura: el mayor ahorro se consigue con las lamas totalmente cerradas (ángulo=0°), tanto durante la noche como durante el día. La variación máxima en el consumo observada es del 17%. Dicho ahorro energético disminuye a medida que se aumenta el ángulo de apertura. Sin embargo, durante el día el cerrado total de las lamas provoca la no entrada de luz con la consiguiente apertura de luces y disminución del grado de confort en la estancia, por lo que se recomienda tan sólo su uso en periodos de máxima insolación en climas cálidos
- Ancho de la lama: un mayor ancho de lama (para una separación entre lamas fija) provoca una disminución del ahorro energético en climatización. Para los anchos de lama analizados, la variación máxima del consumo es del 18%.
- Separación entre lamas: para un ancho de lama fijo, una menor separación entre lamas repercute en una disminución del consumo energético en climatización. Para las separación entre lamas analizadas, la variación máxima en el consumo en climatización observada es del 29%
- Color de la lama: dicha característica, a través de su reflectividad, influye sobre el consumo energético en climatización del edificio a estudio. Efectivamente, cuanto más claro es el color de la lama (mayor reflexividad), el consumo en refrigeración aumenta. La variación máxima en el consumo en climatización observada es del 10%

- Grosor de la lama: dicha característica presenta una leve influencia sobre el consumo energético en climatización del edificio a estudio. Así, para los anchos de lama analizados, la diferencia máxima observada es del 2%
- Tipo de material (conductividad térmica)
 - Refrigeración: influencia menospreciable de la conductividad térmica de la lama
 - Calefacción: el programa informático utilizado para la modelización del edificio no es sensible a dicho parámetro, debido a limitaciones del motor de cálculo. Sin embargo, se detecta una disminución del consumo energético en calefacción fruto de la instalación de la lamas (grado de apertura, etc.). Existen programas informáticos disponibles específicos para la simulación térmica de ventanas, cuyos resultados se pueden introducir en DesignBuilder (modelización a nivel de edificio)
- Coeficiente de Rendimiento de la instalación de climatización (COP): dicho parámetro presenta una importancia capital sobre el consumo en climatización



||| tamiluz[®]
Arquitectura solar