

TEMA 5

INTRODUCCIÓN A SISTEMAS ENERGÉTICOS EN LA EDIFICACIÓN

ZALOA AZKORRA LARRINAGA – ÁLVARO CAMPOS CELADOR – AITOR ERKOREKA GONZÁLEZ
IVÁN FLORES ABASCAL – ESTÍBALIZ INTXAURBE FERNÁNDEZ– JON TERÉS ZUBIAGA



Makina eta Motor
Termikoak Saila
Departamento de Máquinas
y Motores Térmicos



ÍNDICE DEL TEMA

1. **Objetivos**
2. **Solicitaciones térmicas en un edificio**
 1. Introducción
 2. Solicitaciones exteriores
 3. Solicitaciones interiores
3. **Instalaciones de calefacción. Rasgos generales**
 1. Elementos típicos de una instalación de calefacción
 2. Características generales de sistemas de calefacción
 3. Generación de calor. Calderas
 4. Generación de calor. Bomba de calor
 5. Combustibles
4. **Bibliografía**



1. OBJETIVOS

- Identificar la diferencia entre carga y ganancia en el análisis de las solicitudes térmicas de un edificio
- Saber valorar las distintas solicitudes térmicas a las que está sometido un edificio de cara a dimensionar adecuadamente el sistema de climatización del mismo
- Identificar los distintos elementos que componen la instalación térmica de un edificio



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO



Fig. 1. [Fuente](#)



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

Las solicitudes térmicas a las que se ve sometido un edificio o espacio interior, y principalmente, la gestión de las mismas, va a jugar un papel determinante en el consumo energético del edificio.

Los sistemas de climatización (tanto calefacción como refrigeración) se dimensionarán en base a dichas solicitudes térmicas, y tendrán por objetivo el mantenimiento de unas determinadas condiciones térmicas interiores a través del balance térmico total.





2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

DEFINICIÓN

Se entiende por ganancia (perdida) térmica todos aquellos flujos de calor que entran (positivos) o salen (negativos) del volumen de control definido por los límites físicos del espacio.

Naturaleza de las cargas	Procedencia		Manifestación		Signo	
	Interna	Externa	Sensible	Latente	Positivo	Negativo
Radiación. Cerramientos Semitransp.		✓	✓		✓	
Transmisión. Cerramientos semitransp.		✓	✓		✓	✓
Transmisión. Cerramientos opacos ext.		✓	✓		✓	✓
Transmisión. Cerramientos opacos int.	✓		✓		✓	✓
Ocupación	✓		✓	✓	✓	
Iluminación	✓		✓		✓	
Equipo eléctrico y otros	✓		✓	✓	✓	
Ventilación - infiltración		✓	✓	✓	✓	✓
Otras cargas	✓		✓	✓	✓	✓



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

FRACCIÓN RADIANTE – FRACCIÓN CONVECTIVA

Fracción convectiva: Es la parte de la energía que se transmite de modo instantáneo al aire del recinto mediante transferencia convectiva.

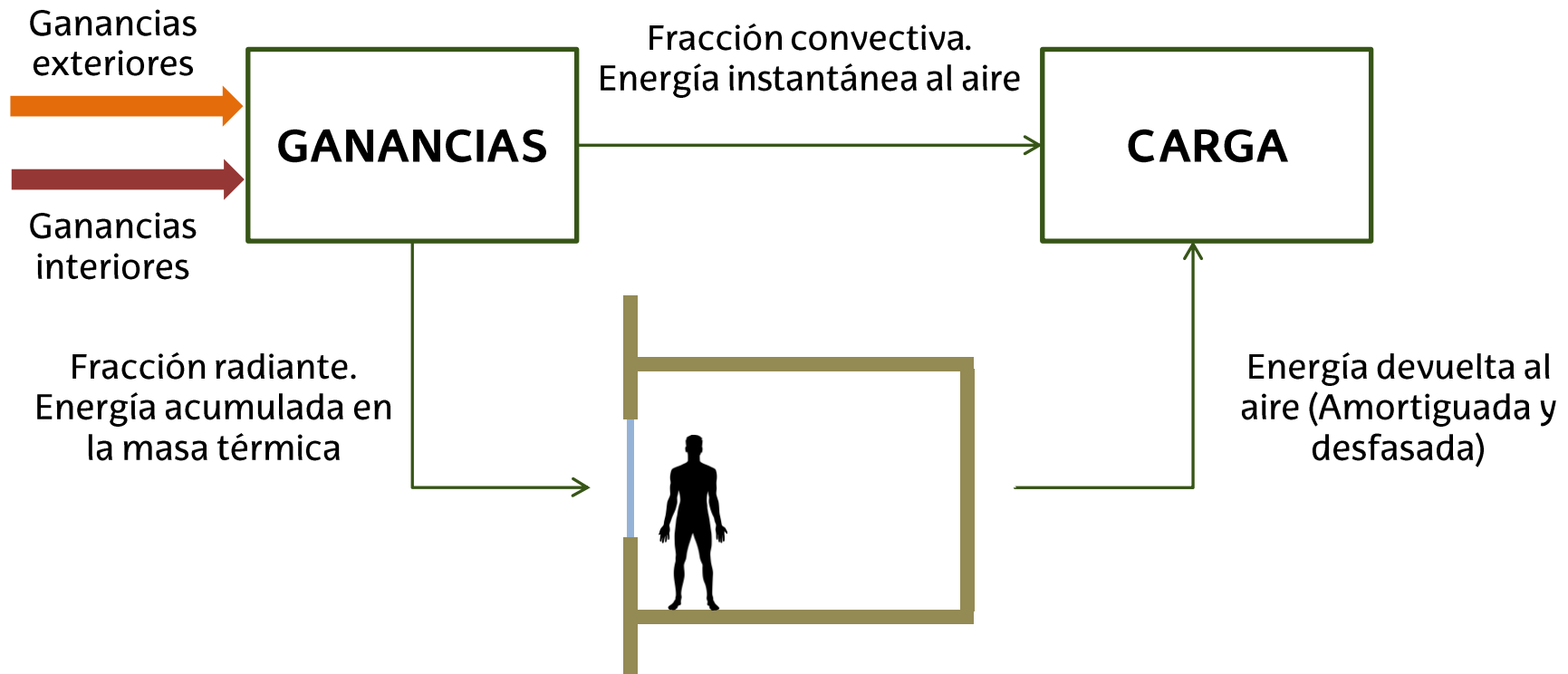
Fracción radiante : Es la parte de la energía que incide sobre las superficies del entorno, produciendo un aumento de temperatura de los mismos que posteriormente producirá un aporte de carga al interior.

La transferencia de esta fracción radiante se produce con un cierto retraso y con menor valor que la energía radiante incidente, produciéndose los efectos conocidos de retraso y amortiguación, que hay que tener en cuenta a la hora del cálculo de cargas térmicas.

2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

DIFERENCIA ENTRE CARGA Y GANANCIA





2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

FRACCIÓN RADIANTE – FRACCIÓN CONVECTIVA

Naturaleza de las cargas	Fracción Radiante	Fracción convectiva
Solar, sin ningún tipo de protección	100	
Solar con persianas interiores	58	42
Iluminación fluorescente	50	50
Iluminación incandescente	80	20
Ocupantes (1)	40	20
Tranmisión por cerramientos opacos (2)	60	40
Infiltración y ventilación		100
Equipos diversos (3)	20-80	80-20

(1). El 40% restante es disipado como calor latente

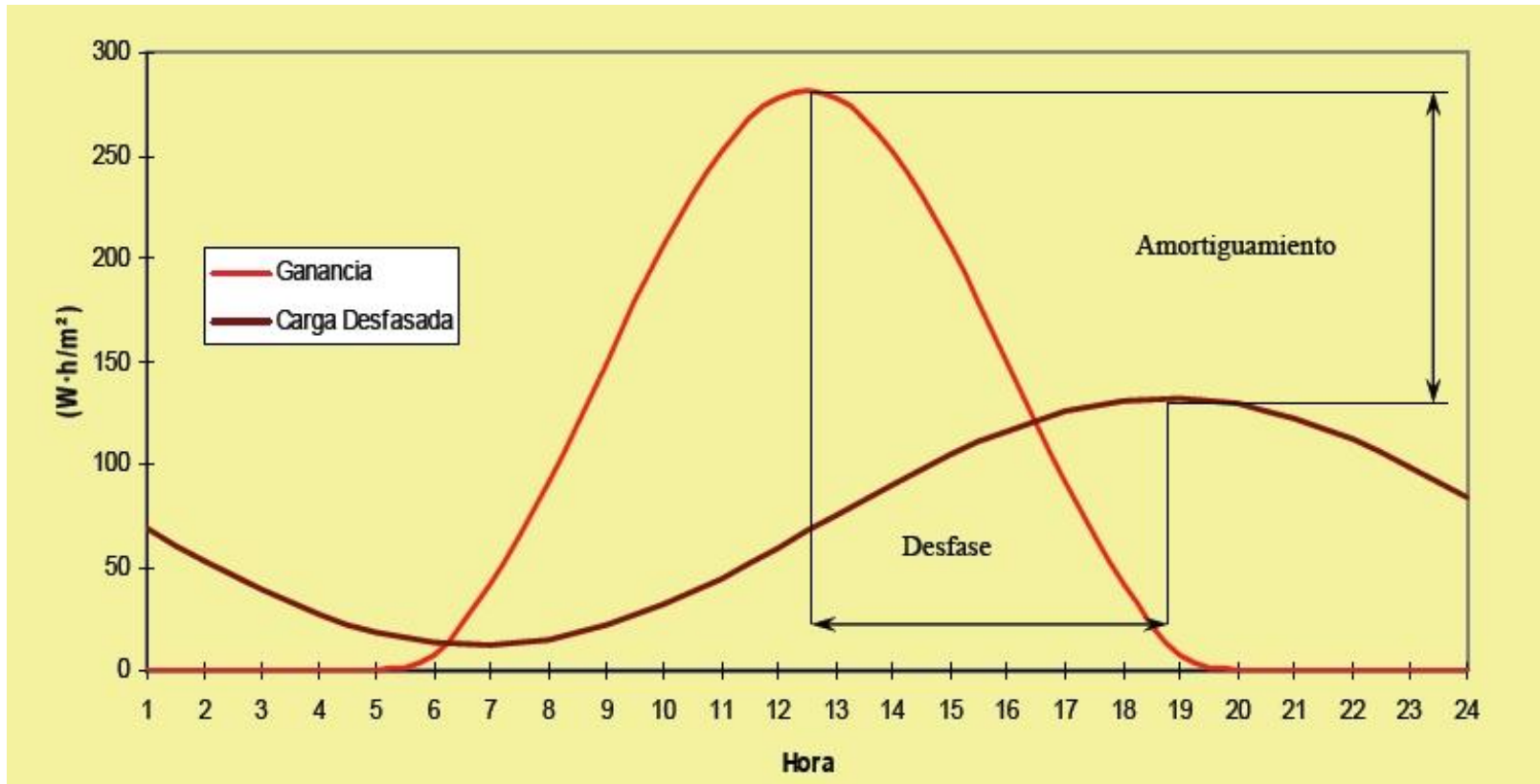
(2). LA carga de transmisión se considera 100% convectiva a fin de simplificar los cálculos

(3). Depende entre otras cosas ,de la temperatura de la superficie (a mayor temperatura, mayor fracción radiante)

2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.1. Introducción

DIFERENCIA ENTRE CARGA Y GANANCIA





2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

Dependerán fundamentalmente de las siguientes variables:

- Radiación solar
- Humedad exterior
- Velocidad y dirección del viento
- Temperatura de cielo
- Temperatura del terreno
- Temperatura exterior



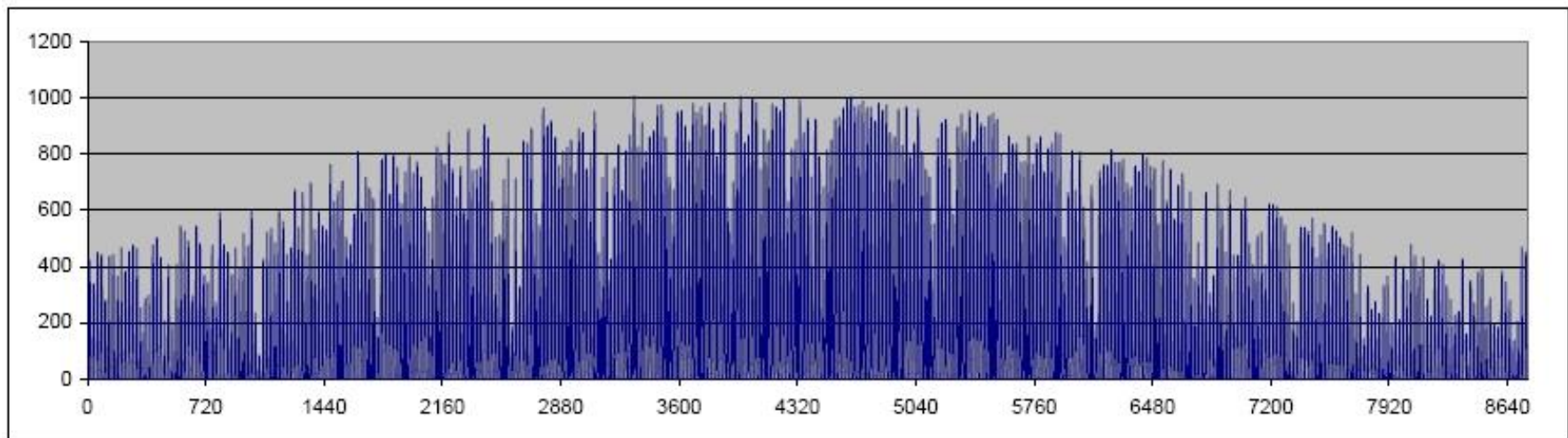
2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

RADIACIÓN SOLAR

La radiación total incidente es la suma de dos componentes: la radiación solar directa y la radiación solar difusa.

Radiación Solar Directa es aquella que llega al cuerpo desde la dirección del Sol.



Radiación solar directa [W/m^2] (valores horarios a lo largo de un año).

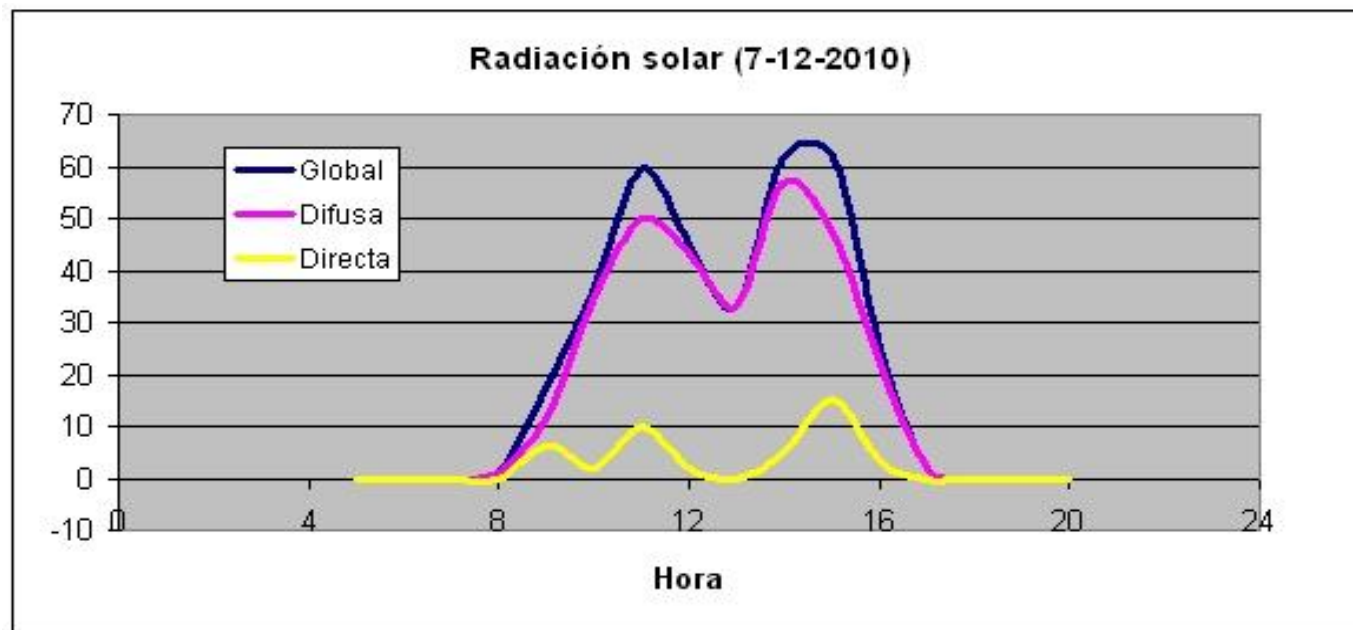


2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

RADIACIÓN SOLAR

Radiación Solar Difusa es aquella cuya dirección ha sido modificada por diversas circunstancias (densidad atmosférica, partículas u objetos con los que choca, reemisiones de cuerpos, etc.). Por sus características esta luz se considera procedente de todas las direcciones.



Radiación solar [W/m^2] Global, directa y difusa (Fuente: INM).

2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

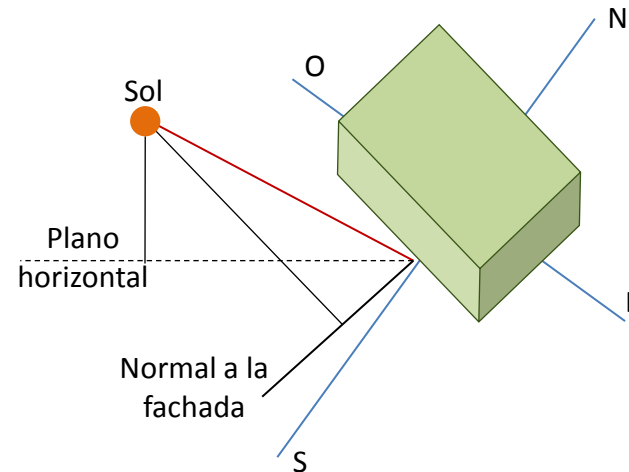
2.2. Solicitaciones exteriores

RADIACIÓN SOLAR

Se mide como energía que por unidad de tiempo y área, alcanza una superficie. Las unidades habituales son W/m^2 . También es habitual hablar de la energía recibida durante un determinado periodo de tiempo (día, mes, año, etc.). En este caso la unidad más habitual es el kWh/m^2 .

Las agencias meteorológicas proporcionan valores horarios de sus estaciones meteorológicas.

Depende de la ubicación, de la orientación de la superficie, de la época del año y de la hora del día.





2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

HUMEDAD EXTERIOR

La información sobre la humedad exterior suele ser más escasa. El INM proporciona valores promedio mensuales para diferentes localidades, y EUSKALMET proporciona valores cuartohorarios medidos en sus estaciones.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Afectará al coeficiente de convección exterior y a las infiltraciones.

Escasa información. Los valores de estaciones meteorológicas no suelen ser útiles, debido a la mayor protección de los edificios en el entorno urbano.

TEMPERATURA DE CIELO

Es la temperatura equivalente de un cuerpo negro que emite globalmente la misma radiación de onda larga que la atmósfera sobre una superficie horizontal.



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

TEMPERATURA DEL TERRENO

La radiación solar calienta la superficie del suelo durante el día y ésta se enfría durante la noche.

La variación de temperatura sigue un modelo sinusoidal, cuya amplitud no es constante ya que se amortigua en función de la profundidad. Se suele considerar que por debajo de 50 cm, el suelo sólo se ve afectado por las variaciones estacionales.

Algunas características:

- Suelos húmedos – alta conductividad.
- Suelos arenosos – se calientan en superficie y muy poco en profundidad
- Suelos graníticos – se calientan mucho en superficie y en profundidad
- Biomasa vegetal muerta sobre el suelo – Baja conductividad térmica

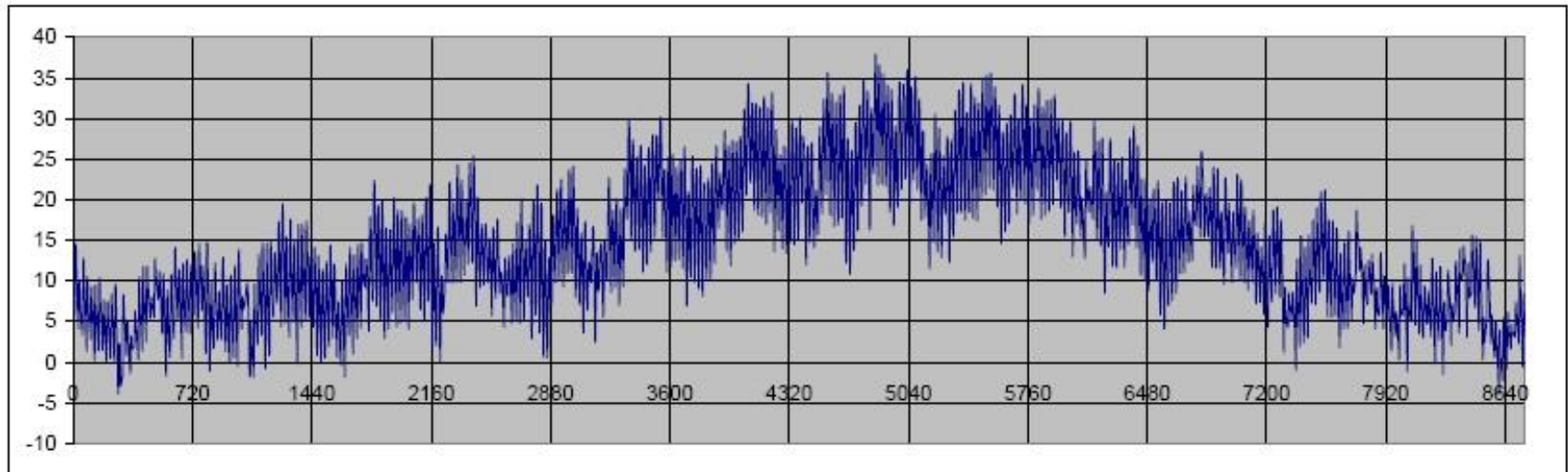


2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

TEMPERATURA EXTERIOR

La temperatura presenta una variación diaria y otra estacional. Las agencias meteorológicas ofrecen datos de temperatura exterior (máximas, mínimas, medias, datos horarios...)



Variación anual de la temperatura exterior [°C] (Valores horarios)



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.2. Solicitaciones exteriores

TEMPERATURA EXTERIOR

Varios conceptos vinculados a la temperatura exterior son:

- Temperatura exterior radiante
- Temperatura exterior equivalente
- Temperatura sol-aire



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

Se denominan ganancias interiores las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados, emitidas generalmente por alguno de estas fuentes:

- Ocupación
- Iluminación
- Equipos



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

OCUPANTES

Se debe a la disipación de calor por parte de los seres humanos para mantener la temperatura en torno a los 37 °C.

Es variable dependiendo del individuo y de la actividad desarrollada. Por convenio se adopta la suposición de que el calor desprendido por una mujer y un niño son un 85 % y un 75 %, respectivamente, del calor desprendido por un hombre adulto.

Viene dada por la suma de una componente de calor sensible (convección y radiación) y otra latente (respiración y evaporación). Se suelen usar valores tabulados.



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

OCUPANTES

Grado de actividad	Calor sensible [W]	Calor latente [W]	Calor Total [W]
Sentado en reposo (cine, teatro)	65	30	95
Sentado, trabajo ligero (escuela)	70	45	115
Trabajo moderado (oficina)	75	55	130
De pie, marcha lenta (comercios, bancos)	75	70	145
Sentado (restaurantes)	80	80	160
Baile moderado	90	160	250
Trabajo medio (caminando)	110	185	295
Trabajo duro	170	255	425
Trabajo duro (moviendo cargas)	185	285	470
Deportiva (gimnasios)	210	315	525



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

ILUMINACIÓN

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Su cálculo no es directo.

Una parte de la energía es transmitida por convección y otra (la más importante) es transmitida por radiación, que es a su vez absorbida y remitida por las paredes, suelo, muebles, etc.

Esta absorción y posterior reemisión se produce incluso un tiempo después de haber apagado las luces.

Depende mucho del tipo de luminaria.

2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

ILUMINACIÓN

Destino	Fracción consumida
Luz	0,1 x E
Conducción y convección	0,1 x E
Radiación	0,8 x E
E = Energía eléctrica en vatios	
$Q_{\text{sensible}} = \text{Potencia útil [W]}$	

Destino	Fracción consumida
Luz	0,25 x 0,8 x E
Pérdida en reactancia	0,2 x E
Radiación	0,25 x 0,8 x E
Conducción y convección	0,5 x 0,8 x E
E = Energía eléctrica en vatios	
$Q_{\text{sensible}} = 1,25 \times \text{Potencia útil [W]}$	



Fig. 2. [\[Fuente\]](#)



Fig. 3. [\[Fuente\]](#)



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

EQUIPAMIENTO

Incluye las ganancias de calor asociadas a los equipos existentes en los edificios:

- Motores eléctricos
- Electrodomésticos
- Cocinas
- Ordenadores
- Aparatos electrónicos

Puede ser calor sensible o sensible y latente, dependiendo del equipo considerado, y presentan una gran variabilidad. No es recomendable usar los valores de la placa de características.



2. SOLICITACIONES TÉRMICAS DE UN EDIFICIO

2.3. Solicitaciones interiores

EQUIPAMIENTO

Equipo	Consumo nominal [W]	Consumo promedio [W]
Ordenador sobremesa ^a	500-1200	50-100
Ordenador portátil ^b	130-50	15-40
Monitores planos ^c	240-383	19-90
Impresora laser ^d	430 - 1344	74-130
Multifunción ^e	40 - 700	15 - 135
Fotocopiadora ^f	1440 - 1850	500 - 1100

Adaptada de Hosni and Beck (2008)

^a El consumo en modo reposo es despreciable. Debido al ventilador de refrigeración un 90 % de la carga es convectiva y un 10 % radiante. Un valor conservador puede ser 65 W.

^b El consumo es relativamente pequeño. Depende del tamaño de la pantalla y del procesador. Puede suponer un 25% del nominal. Prácticamente todo es convectivo.

^c El consumo depende del tamaño de pantalla y de la resolución. Varía desde 20W (15") a 90W (30"). Teniendo en cuenta el tamaño habitual se puede suponer 30W de valor promedio. Se reparte 60/40 entre componente convectiva y radiante.

^d El consumo depende del modelo, capacidad de impresión y velocidad. Se puede usar un valor promedio de 110W. Se reparte 70/30 entre componente convectiva y radiante.

^e Las pequeñas usan de 15 a 30W. Las de tamaño medio 135 W. En modo reposo tienen un consumo despreciable.

^f En modo reposo varía de 130 a 300 W. Es prácticamente convectivo.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES



Fig. 4. [Fuente](#)



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.1. Elementos típicos en una instalación de calefacción

Los principales elementos que se distinguen en una instalación genérica de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) para viviendas serían:

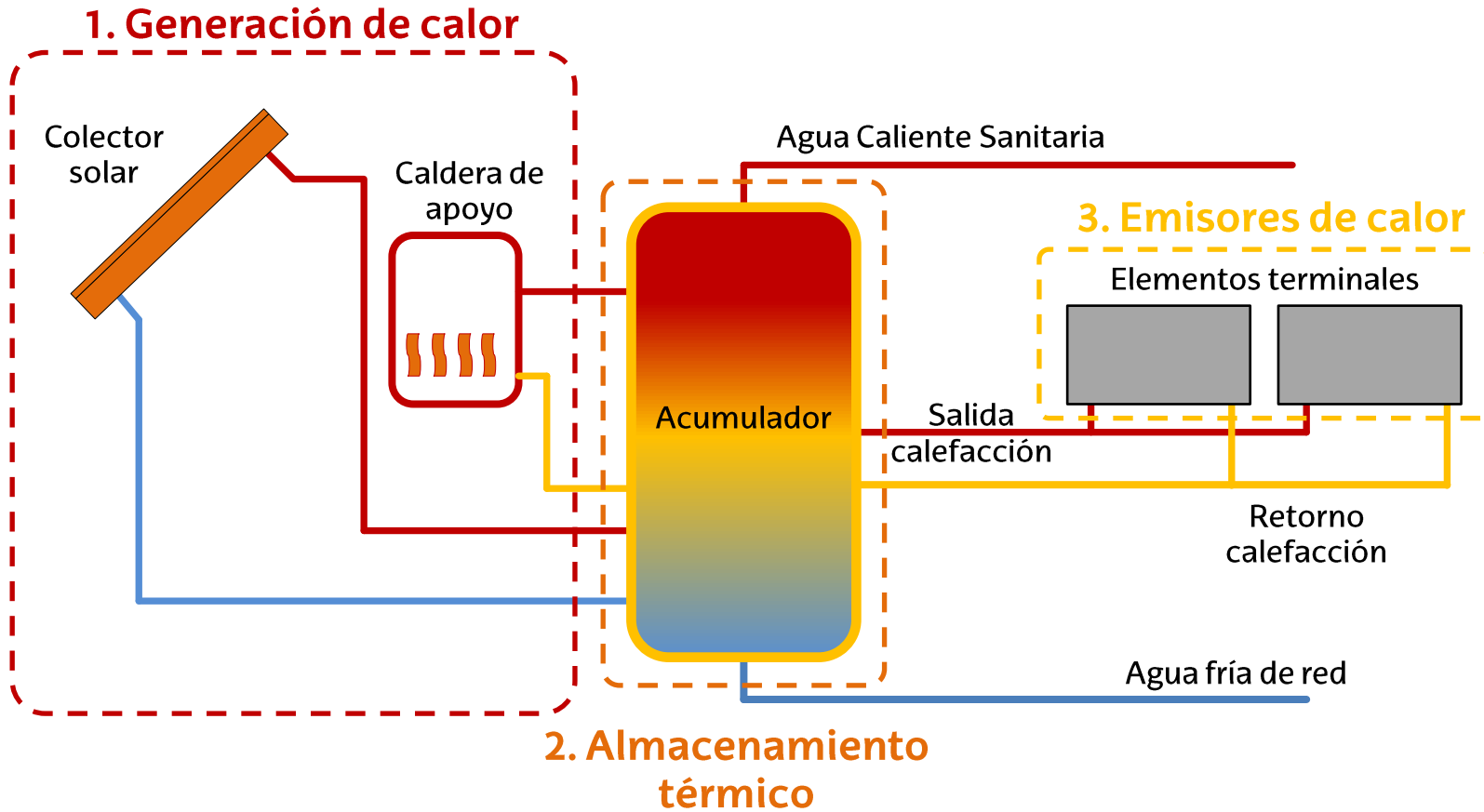
- Generador de calor (caldera y/o sistema auxiliar)
- Depósito de almacenamiento térmico (ACS/Calefacción)
- Sistema de distribución
- Emisores de calor

Otros elementos necesarios son las válvulas de corte y equilibrado, vasos de expansión, purgadores, bombas circuladoras, sondas de temperatura y termostatos, manómetros, termómetros y sistemas de regulación electrónica.

Pueden encontrarse diversos fluidos caloportadores (aire, agua...) si bien lo más habitual en viviendas suele ser la utilización de un circuito cerrado de agua.

3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.1. Elementos típicos en una instalación de calefacción





3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.2. Algunas características generales de los sistemas de calefacción

El equipo de calefacción mayoritario es la caldera convencional, presente en cerca de la mitad de los hogares españoles, alcanzando su máxima representatividad en la zona Continental y en las viviendas en bloque.

En la zona Mediterránea son preferidos los equipos de calefacción eléctricos como bombas de calor reversibles, calefactores y radiadores.

Por su parte, la penetración de equipamientos más eficientes como las calderas de condensación aún es escasa, limitándose al 1% de los hogares con calefacción.

Las fuentes energéticas utilizadas mayoritariamente en calefacción son la electricidad (46%) y el gas natural (32%). En la zona Mediterránea prepondera la electricidad, mientras que en la zona Continental, ocurre lo propio con el gas natural.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.2. Algunas características generales de los sistemas de calefacción

		España	Zona Atlántica	Zona Continental	Zona Mediterránea
Calefacción	Caldera Convencional	7.662.435	1.226.372	4.135.681	2.300.382
	Caldera de Condensación	216.715	35.564	110.033	71.118
	Bomba de Calor No Reversible	3.204.291	6.259	455.429	2.742.603
	Bomba de Calor Reversible	92.878	19.173	30.253	43.452
	Radiador/Convector/Acumulador Eléctrico	3.513.884	527.308	781.417	2.205.160
	Paneles solares	154.797	28.344	68.805	57.648
	Calefactor/Radiador Portátil Eléctrico	3.606.762	356.861	609.196	2.640.706
	Calefactor/Radiador Portátil No Eléctrico	727.544	106.471	203.139	417.935
	Otros	1.222.894	159.988	387.960	674.945
ACS	Caldera Colectiva	997.579	134.704	725.934	136.941
	Caldera Individual	15.978.456	2.117.247	5.022.109	8.839.100
	Caldera Convencional	10.543.373	1.599.205	3.826.112	5.118.057
	Termo Eléctrico	4.919.094	446.841	1.030.876	3.441.377
	Estufas	240.795	27.219	29.104	184.472
	Caldera de Condensación	275.194	44.054	136.854	94.286
	Paneles solares	223.595	2.253	28.914	192.428

Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.3. Generación de calor. Calderas

SEGÚN ENTRADA DE AIREY SALIDA DE GASES

Calderas atmosféricas

- Son las de funcionamiento mas simple y también más antiguo.
- La caldera toma el aire de la habitación para realizar la combustión.
- Solo se puede instalar si se garantiza que el tiro vertical de la salida de humos garantiza que los humos salgan fácilmente.
- Se ven influenciadas por las condiciones atmosféricas: viento, lluvia.

Calderas estancas

- Aspira el aire para la combustión del exterior y expulsa los humos por un mismo tubo concéntrico.
- Es mucho más segura, permitiendo ser instalada en cualquier habitación, aunque sea dormitorio.
- Disponen de un extractor que obliga a salir a los humos al exterior.
- Las condiciones atmosféricas como el viento o la lluvia, prácticamente no afectan.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.3. Generación de calor. Calderas

SEGÚN SU USO FINAL

Calderas simples

- Son las calderas que solamente alimentan un circuito de calefacción.
- Aunque en su circuito también pueden montarse depósitos de acumulación para obtención de agua caliente sanitaria.

Calderas Mixtas

- Son calderas que vienen preparadas para dos circuitos: calefacción y Agua Caliente Sanitaria



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.3. Generación de calor. Calderas

SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

Calderas con acumulación

- Son calderas convencionales a las cuales se les ha acoplado un depósito acumulador de agua de 40 a 60 litros que se mantiene siempre caliente. Así, al abrir el grifo el agua sale del acumulador, siempre caliente. Son adecuadas para viviendas que requieren caudales punta altos.

Calderas con microacumulación

- Evita los cambios bruscos de temperatura al arrancar.
- Dispone de un pequeño depósito de agua de unos pocos litros que mantiene siempre el agua caliente.
- Durante los primeros segundos de funcionamiento de la caldera el agua tendría que salir fría pero al pasar a través del pequeño depósito se mezcla con el agua allí existente y así se logra que siempre salga caliente.
- Su gran ventaja es para usos discontinuos, donde se evita malgastar el agua que inicialmente sale fría.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.3. Generación de calor. Calderas

SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

Calderas de condensación

- Aumenta el rendimiento de la caldera gracias a la recuperación del calor de condensación de los gases de combustión.
- Los gases de combustión tienen un porcentaje importante de vapor de agua que al condensar desprende calor que es aprovechado por la caldera.
- Necesitan un tubo de desagüe que recoja el agua de condensación.
- Disminuye la formación de óxidos de nitrógeno al trabajar a baja temperatura.
- Usa combustibles sin contenido de azufre, como los gases (natural y GLP)
- Calienta el agua a una temperatura máxima de 60-70 °C y evacua los gases a temperaturas inferiores a las de condensación (100 °C a nivel del mar)
- Esa baja temperatura reduce el tiro térmico del conducto de gases y hace necesario utilizar un ventilador.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.3. Generación de calor. Calderas

SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

Calderas de condensación

- **Ventajas:**
 - Altos rendimientos: 109%.
 - Pueden producir ahorros mayores al 25% con respecto a una caldera convencional.
 - Se utilizan también para la producción de ACS.
 - Pueden regular la temperatura en función de la demanda energética.
 - Aptas para sistemas centralizados en edificios, viviendas unifamiliares o pisos.
- **Desventajas:**
 - Alta inversión en comparación con una caldera convencional.
 - Si se usa con radiadores es conveniente que estos tengan mayor superficie de intercambio que con las calderas convencionales.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.4. Generación de calor. Bombas de calor

FUNCIONAMIENTO

Al conectar la bomba, empieza a aspirar aire del exterior. Ese aire pasa a través del evaporador rodeando el punto donde está el fluido, que absorbe el calor presente en el aire y se evapora. El aire es expulsado al exterior de nuevo, más frío que cuando fue absorbido.

En el compresor la presión del fluido sube, y con ella también la temperatura.

Al pasar por el condensador, cede la energía al aire que lo rodea, calentándolo para enviarlo al interior de la habitación y condensándose, volviendo así al estado líquido.

Pasa por la válvula de expansión para recuperar sus características iniciales (baja temperatura y baja presión) y comenzar de nuevo el ciclo.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.4. Generación de calor. Bombas de calor

TIPOS

- Bomba aire-aire
- Bomba aire-agua
- Bomba agua-agua
- Bomba tierra-agua



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.4. Generación de calor. Bombas de calor

VENTAJAS E INCONVENIENTES

- **Ventajas**
 - Alta eficiencia energética
 - Alguno equipos permiten la climatización y la producción de ACS
 - Combina muy bien con otros sistemas eficientes, tales como el suelo radiante o la energía solar.
 - Se puede invertir su funcionamiento y utilizarlo como sistema de refrigeración.
- **Inconvenientes**
 - En bombas de calor que emplean el aire exterior como fuente fría, al ir disminuyendo la temperatura de este, se suministra menos calor a la bomba de calor, si bien se incrementan las necesidades de calefacción.
 - No son eficaces en climas muy fríos. Cuando la temperatura exterior desciende por debajo de 0°C, se forma escarcha que afecta a la transmisión térmica. Es necesario un proceso de desescarche.



3. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. RASGOS GENERALES

3.5. Combustibles

- Gases (gas natural, GLP, Gas ciudad)
- Líquidos (gasóleo C)
- Sólidos (biomasa)
- Renovables (Energía geotérmica, Energía solar)
- Eléctricas



4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C. Hernández Pezzi, *"Un Vitruvio Ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible"*. GG. 2014. ISBN: 978-84-25221-55-2
- J.A. Turégano Romero, M.C. Velasco Callau, A. Martínez Gracia. *"Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible"*. Prensa Universitas Zaragoza. 2009. ISBN: 978-84-92774-23-4
- F. J. Neila González, C. Acha Román. *"Arquitectura bioclimática y construcción sostenible"* DAPP Publicaciones Jurídicas. 2009. ISBN: 978-84-92507-16-0



4. REFERENCIAS IMÁGENES

Fig.	Pag	Autor	Fuente	Licencia
1	4	Max Klingensmith	[Fuente]	CC BY-ND 2.0
2	23	Andrés Nieto Porras	[Fuente]	CC BY-SA 2.0
3	23	Ruoshin	[Fuente]	CC BY-NC-SA 2.0
4	26	Camilo Rueda López	[Fuente]	CC BY-ND 2.0