

**Cálculos de instalaciones de  
fontanería, gas y calefacción.  
Volumen 1: Comportamiento térmico de  
los edificios y cálculo de instalaciones de  
agua caliente sanitaria**

**Santiago Durán Montejano**

1ª edición: febrero 2008



© Santiago Durán Montejano  
© Tornapunta Ediciones, S.L.U.  
ESPAÑA

Av. Alberto Alcocer, 46 B Pª 7  
28016 Madrid  
Tél.: 91 398 45 00 Fax: 91 398 45 03  
[www.fundacionlaboral.org](http://www.fundacionlaboral.org)

ISBN OBRA COMPLETA: 978-84-96945-53-1  
ISBN VOLUMEN I: 978-84-96945-54-8  
Depósito Legal: P C 34: 51422:

# Cálculos de instalaciones de Fontanería, Gas y calefacción. Volumen 1

## ÍNDICE

	Introducción	5
	Objetivos generales del curso	7
<b>UD1</b>	Edificación. Datos del entorno	9
<b>UD2</b>	Clasificación de los cerramientos	35
<b>UD3</b>	Parámetros de confort	53
<b>UD4</b>	Características térmicas de las materias	73
<b>UD5</b>	Cálculo de cargas térmicas	99
<b>UD6</b>	Límites constructivos con fines energéticos	117
<b>UD7</b>	Cálculo de instalaciones de agua caliente sanitaria	141
<b>UD8</b>	Dimensionado de calderas y chimeneas	159





### INTRODUCCIÓN

Este manual es el primero de dos volúmenes dedicados al cálculo de gas y calefacción.

El texto está dividido en 8 unidades didácticas, de las cuales la gran mayoría se centran en los aspectos que condicionan los cálculos y que hay que tener en cuenta para el acondicionamiento y climatización de los edificios.

En concreto la unidad didáctica 1, se dedica a explicar la influencia que tienen la zona geográfica y otros aspectos de su entorno inmediato sobre la demanda energética de los edificios.

La unidad didáctica 2, se destina al estudio y clasificación de los cerramientos que componen la envolvente de los edificios según su comportamiento térmico, así como los problemas derivados de su construcción, como los "puentes térmicos" por donde se escapa el calor con facilidad.

La unidad didáctica 3, se refiere a los parámetros de confort o las condiciones óptimas para los espacios interiores que hacen habitables los edificios para el ser humano.

La unidad didáctica 4, analiza el comportamiento de los materiales frente al calor, centrándose en los materiales de construcción y en las fuentes de calor procedentes de ambientes climatizados con calefacción.

La unidad didáctica 5, explica de forma práctica las fórmulas existentes para averiguar la cantidad de calor que se escapa por los cerramientos y el calor que se debe aportar para combatir las pérdidas por ventilación. Para ello son necesarios los datos proporcionados por las unidades anteriores.

La unidad didáctica 6, trata la normativa que limita el consumo energético de los edificios e influye en las soluciones constructivas que se aportan en su proyecto.

Por último, las unidades didácticas 7 y 8 están destinadas al cálculo de las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS).

La unidad didáctica 7, se dedica fundamentalmente a agrupar criterios sobre algo tan variable como el cálculo de consumo de ACS, cuyo gasto fluctúa, principalmente en función de las personas y de sus costumbres.

Finalmente, la unidad didáctica 8, concluye este primer volumen con la explicación del cálculo y dimensionado de las calderas.








### OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar el concepto de carga térmica y entender su sentido en la edificación.
- Relacionar las condiciones exteriores previas que se deben considerar para la realización de un cálculo de cargas térmicas
- Conocer los materiales más utilizados en la construcción y el comportamiento térmico de los cerramientos.
- Entender qué son los puentes térmicos y su solución.
- Entender el comportamiento térmico del ser humano a las condiciones de confort.
- Conocer los datos de temperatura interiores de diseño.
- Entender la importancia de la elección de los sistemas de ventilación.
- Iniciarse en el cálculo de coeficientes de transmisión térmica.
- Asimilar las destrezas básicas para realizar el cálculo de cargas térmicas del cerramiento y cargas por ventilación.
- Adquirir conocimientos y habilidades básicas para realizar cálculos de (KG).

- Conocer las facturas y datos de partida que encierran los cálculos de Agua Caliente Sanitaria, a partir de ahora A.C.S.
- Calcular la potencia de calentadores instantáneos a partir de caudales punta.
- Adquirir las habilidades necesarias para determinar el volumen de almacenamiento de un depósito de A.C.S.
- Calcular la potencia a suministrar para abastecer A.C.S.
- Dimensionar calderas y chimeneas, partiendo de cálculos justificativos.



# UD1

<b>ÍNDICE</b>		Objetivos	10	
		Mapa conceptual	11	
	1.1	 Introducción	12	
	1.2	Carga térmica	13	
	1.3	Grados/día y zonificaciones	19	
	1.4	Condiciones exteriores de cálculo	26	
		  Resumen	31	
		 Terminología	33	



## **OBJETIVOS**

*Al finalizar el estudio de esta unidad didáctica el alumno será capaz de:*

- Desarrollar el concepto de carga térmica y entender su sentido en la edificación.
- Conocer las facturas geográficas que afectan a la carga térmica.
- Entender cómo se produce el sentido de flujo escapado por los cerramientos.
- Saber qué son los grados/día, así como los climatológicos y su interpretación.
- Relacionar las condiciones exteriores previas que se deben considerar para la realización de un cálculo de cargas térmicas.

MAPA CONCEPTUAL





## **1.1 INTRODUCCIÓN**

En la siguiente Unidad se realiza una introducción en el campo del cálculo sobre el diseño de instalaciones de calefacción.

Se estudia cómo el entorno donde se ubica la edificación influye en los cálculos que determinan la potencia calorífica de una caldera.

También la situación geográfica afecta directamente a estos cálculos. Se analiza cómo dentro del territorio nacional se establecen zonas climáticas, con datos de temperatura u acumulación de grados, de importancia para futuros ejercicios y cálculos.

Dentro de esta Unidad se presentan las condiciones de temperatura exterior que debemos adoptar en función de la situación geográfica, así como las temperaturas que hay que considerar cuando el edificio está en contacto con el terreno y otros edificios no calefactados.

## 1.2 CARGA TÉRMICA

Determina la cantidad de calor que fluye desde el espacio interior **calefactado** hacia el exterior o lado más frío.

Para ejecutar instalaciones de calefacción se debe partir de un proyecto, que precisa unos cálculos específicos, hechos a medida del edificio que se va a climatizar.

Una parte importante del proyecto es averiguar la carga térmica.

Para conocer la carga térmica de un edificio concreto hay que recopilar datos que informen lo más posible sobre los espacios que se han de considerar (planos, situación geográfica, detalles, etc.). Con los datos recopilados, a través de sencillos cálculos se averigua la carga térmica requerida o cantidad de calor que fluye desde el interior del edificio calefactado hacia el exterior.

Durante siglos el ser humano ha adaptado sus viviendas y espacios habilitados según la climatología de la zona. Por ejemplo, en poblaciones del sur de España, donde el calor predomina sobre el frío, las edificaciones se construyen pensadas para no captar la radiación solar. Todo lo contrario ocurre en zonas frías, donde se pretende captar todos los escasos rayos solares del invierno.

### 1.2.1 Radiación solar

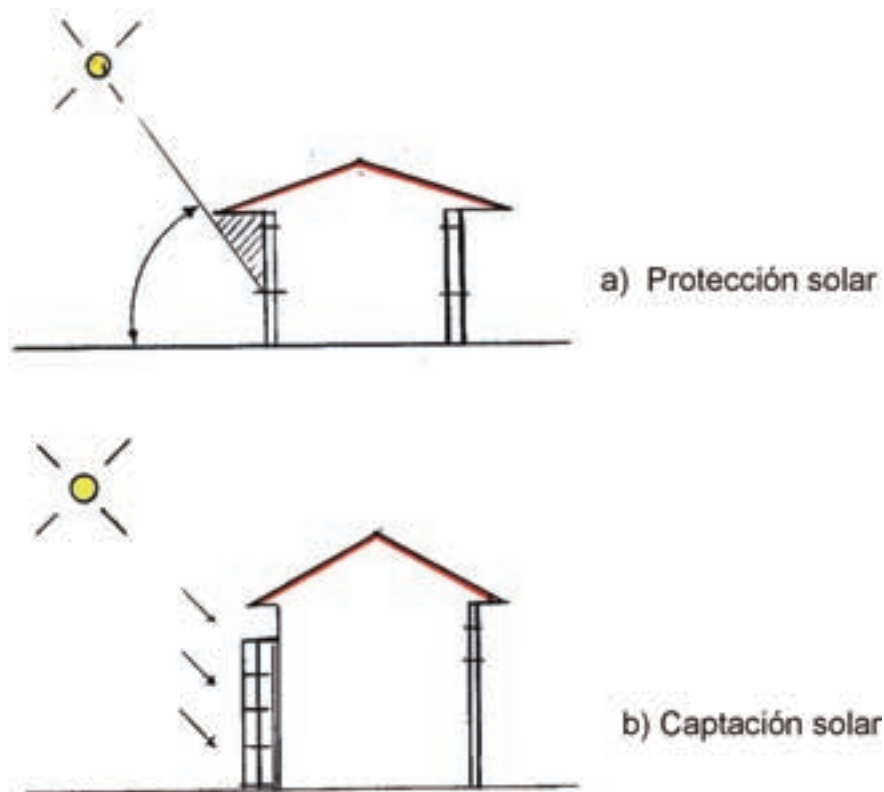
El sol sale por el Este y se pone por el Oeste. Su recorrido no es perpendicular a la horizontal que forma España, sino que viaja inclinado hacia el lado sur, por lo que una cara norte siempre está en sombra.

Este hecho constituye el principal condicionante a la hora de proyectar la orientación de un edificio.

Las caras orientadas al Sur se verán más favorecidas a la radiación solar.

Si queremos protegernos de los rayos solares, por ejemplo en Andalucía, las ventanas orientadas al Sur han de disponer de mecanismos, como aleros o toldos, que creen sombra suficiente y eviten el paso de la radiación solar.

Sin embargo, si pretendemos aprovechar los rayos solares de zonas frías, como en las costas gallegas, construiremos galerías de cristal orientadas al Sur, que incluso sobresalen de la vertical formada por la fachada para captar la máxima radiación.



**Figura 1.** Protección y captación solar en edificios.

El sol también desempeña un gran papel a la hora de situar los diferentes espacios que forman una vivienda.

Los dormitorios se orientan por lo general hacia el Este. La luz natural al despertar crea cierto bienestar; también incita a realizar las tareas de ventilación y limpieza y representa un perfecto despertador.

Las salas de estar suelen orientarse hacia el Sur para disponer de claridad durante la mayor parte del día.

La cocina se dispone en la cara oeste; no recibe luz por las mañanas, pero queda compensado con la fuerte luz que recibe por las tardes.

La zona norte queda reservada para despensa, garaje o taller, ya que en estas estancias la luz natural no resulta tan importante.

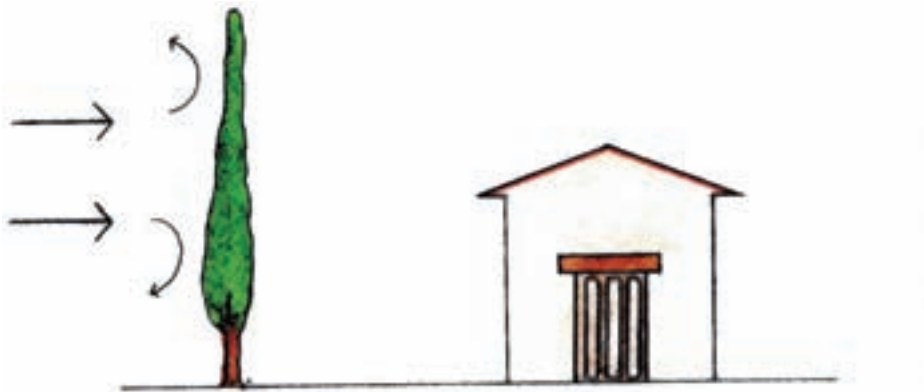
### 1.2.2 Exposición del edificio

Si una edificación está construida en lo alto de una colina, queda expuesta en solitario a la acción meteorológica, sin ningún tipo de freno. Toda la velocidad del viento romperá en sus fachadas buscando cualquier rendija para filtrarse. Si el mismo edificio lo situamos al abrigo de varios edificios, quedará protegido.

Las cargas térmicas serán menores en edificios con protección que en los expuestos en solitario.

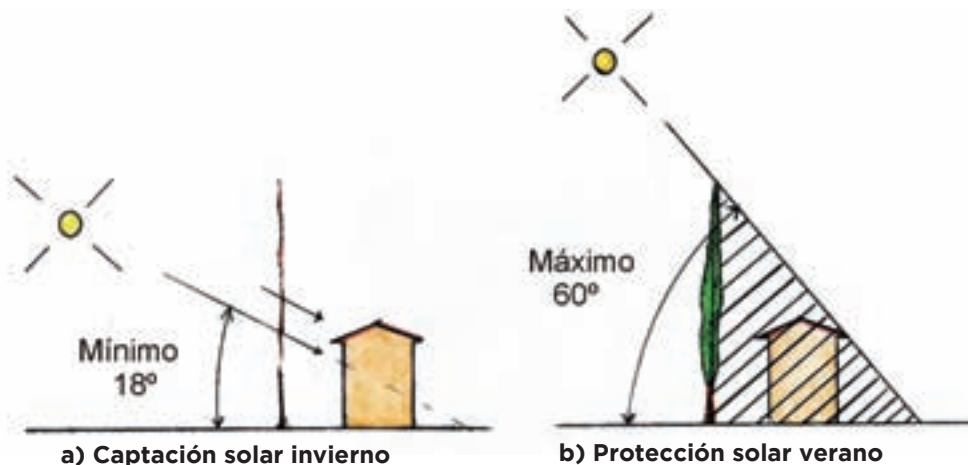
### 1.2.3 Vegetación

Un modo de combatir los fuertes vientos es mediante vegetación. Si creamos un muro natural de árboles fuertes de hoja perenne, por ejemplo cipreses, orientados en la zona de viento dominante, harán de perfecto freno, además de proporcionar gran sombra y el consiguiente enriquecimiento paisajístico.



**Figura 2.** Protección vegetal contra el viento.

Los árboles de hoja caduca situados en la cara sur de un edificio dejan pasar los rayos solares durante el invierno y crean sombra en verano. Son ideales para zonas de extremo frío en invierno y calor en verano.



**Figura 3.** Captación y protección solar vegetal.

También es muy común usar hiedra de hoja caduca para conseguir los mismos efectos anteriores. Adosada a la fachada sur, deja calentar en invierno los muros y los protege en verano de la radiación solar.

#### 1.2.4 Color de la fachada

El color influye en la capacidad de absorción de los paramentos.

Por ejemplo, si pintamos las fachadas en tonos oscuros, significará que pretendemos captar los rayos solares, dado que estos colores favorecen la absorción del calor; es propio de climas fríos. El color negro de las pizarras en las zonas de frío resulta el más adecuado.

Si queremos reflejar el sol y no captarlo, propio de Andalucía, pintaremos la fachada en blanco.

La pizarra absorbe el 70% de la radiación solar. Las fachadas pintadas en cal reflejan el 90%.

Por último, y referido a todas las soluciones anteriormente expuestas, a veces es difícil conjugar proyectos urbanísticos reales con todas las soluciones teóricas, pero siempre se han de tener presentes estas soluciones, que además de ahorrar energía, pues los consumos de climatización bajan, participan del paisaje de modo productivo y natural.

#### Recuerda

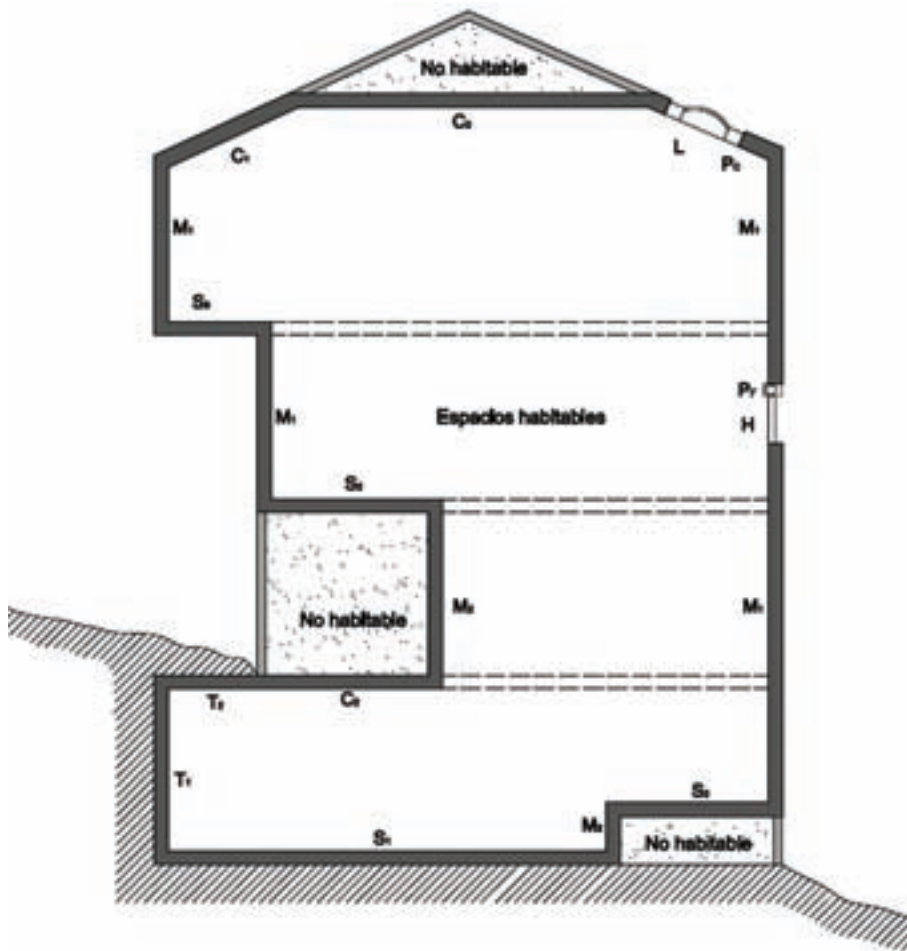
Existen factores que influyen sobre la carga térmica de un edificio: su exposición al sol, su resguardo de éste, el color de su fachada y su protección o exposición al viento.

#### 1.2.5. Cerramientos

Los cerramientos o paramentos son los materiales del edificio que separan el exterior del interior habitado, como muros de fachada, medianeros, cubiertas, ventanas, puertas, lucernarios, suelos y muros en contacto con el terreno y cubiertas enterradas; asimismo, las particiones interiores separan los recintos habitables de los no habitables. Al conjunto de estos cerramientos se le denomina "envolvente térmica del edificio".

Constituyen el principal factor que hay que considerar en un cálculo de cargas térmicas.





**Figura 4.** Esquema de envolvente térmica de un edificio. Fuente: CTE-DB-HE1.

Los cerramientos se construyen según la zona climática:

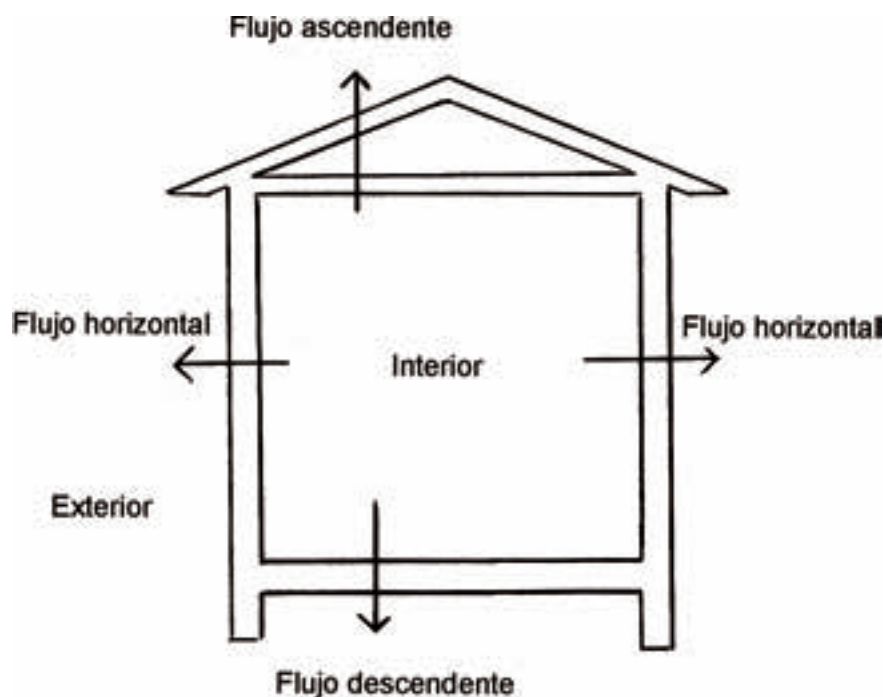
- En zonas muy frías es fundamental el aislamiento térmico de gran espesor.
- En zonas menos frías el espesor del aislamiento puede resultar menor.
- En zonas muy lluviosas las cubiertas serán muy inclinadas.
- En zonas poco lluviosas las cubiertas pueden ser planas.

Es obligado que, según las zonas climáticas, se cumplan una serie de requisitos en cuanto a la forma y al aislamiento de los edificios. De esta forma se logra consumir energía de un modo racional y además evitar condensaciones debidas al vapor de agua en el aire del interior que puede condensarse en las paredes.

Una vivienda con escaso o nulo aislamiento térmico puede elevar la factura del gasto de calefacción al doble de lo que supondría si estuviera aislada; todo ello además del gasto añadido en mantenimiento del sistema, dado que trabajaría más.

Los cerramientos que consideramos en cálculo son:

- Cerramientos verticales y flujo de calor horizontal (muros, tabiques, ventanas y puertas).
- Cerramientos horizontales y flujo de calor ascendente (cubiertas y techos).
- Cerramientos horizontales y flujo de calor descendente (soleras y forjados).



**Figura 5.** Sentido del flujo de calor escapado al exterior.

Para realizar un cálculo de cargas térmicas, como mínimo debemos disponer de los siguientes datos de partida:

- Planos de planta, secciones y fachada.
- Medianerías, si hay.
- Detalle de materiales: composición del muro, ventanas, cubiertas y suelos.
- Localización geográfica del edificio.

- Orientación.
- Destino o uso de los espacios y número de ocupantes.
- Sentido del viento dominante y velocidad.

El estudio que averigua la cantidad de calor que fluye o escapa al exterior de un edificio calefactado se denomina "cálculo de cargas térmicas". Se precisan unos datos, como los que aportan planos, situación geográfica, orientación, uso, ocupantes y viento dominante, para ejecutar un cálculo de cargas térmicas.

Recuerda

## 1.3 GRADOS/DÍA Y ZONIFICACIONES

Para poder determinar las condiciones térmicas de los edificios y de sus cerramientos, así como la prevención de condensaciones, se establecen dos tipos de zonificación por ciudades, reflejadas en mapas que veremos a continuación.

### 1.3.1. Mapa de zonificación por grados/día año

Este mapa se zonifica por grados/día. Su símbolo es (G) y su unidad ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Los grados/día de un período de tiempo determinado hace referencia a la suma, contemplando todos los días de un período, de la diferencia de una temperatura base tomada como referencia y la temperatura media del día cuando dicha temperatura resulte inferior a la temperatura base.

La normativa UNE fija una temperatura de referencia o base en  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Las zonas o ciudades que mantengan temperaturas exteriores cálidas cercanas a  $+15^{\circ}\text{C}$  acumulan menos grados/día año que una ciudad que alcance temperaturas exteriores constantes en invierno de  $0^{\circ}\text{C}$  o inferiores.

La tabla siguiente muestra por ciudades el sumatorio de las temperaturas medias por debajo de  $+15^{\circ}\text{C}$  de cada mes que este suceso ocurre y ofrece el total anual de grados.

Podemos observar que una de las ciudades que más grados/día total del año acumula es León, con  $2142^{\circ}\text{C}$  por debajo de  $15^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, Santa Cruz de Tenerife no acumula ninguno, dado su clima cálido:

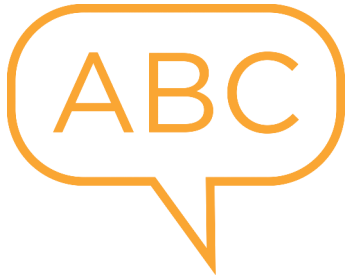
GRADOS DÍA CON TEMPERATURAS BASE DE 15°C									
LOCALIDAD	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Total anual
Albacete	24,8	189	291,4	322,4	246,4	198,4	105	0	1377,4
Algeciras	0	0	52,7	80,6	67,2	37,2	0	0	237,7
Alicante	0	0	83,7	117,8	84,0	52,7	0	0	338,2
Almería	0	0	55,8	74,4	56,0	21,7	0	0	207,9
Ávila	142,6	282	368,9	390,6	330,4	300,7	219	93,0	2127,2
Badajoz	0	96	189,1	213,9	151,2	99,2	18	0	767,4
Barcelona	0	54	136,4	204,6	131,6	96,1	33	0	655,7
Bilbao	0	93	145,7	198,4	162,4	136,4	84	0	819,9
Burgos	133,3	273	356,5	384,4	319,2	282,1	210	89,9	2048,4
Cáceres	0	132	229,4	254,2	184,8	145,7	57	0	1003,1
Cádiz	0	0	65,1	89,9	47,6	24,8	0	0	227,4
Cartagena	0	15	111,6	133,3	92,4	58,9	0	0	411,2
Castellón	0	27	102,3	139,5	106,4	68,2	9	0	452,4
Ceuta	0	21	58,9	136,4	126,0	91,0	48	0	481,3
Ciudad Real	12,4	182	282,1	310,0	238,0	189,1	99	0	1312,6
Córdoba	0	72	176,7	198,4	126,0	80,6	9	0	662,7
Cuenca	93,0	243	362,7	365,8	298,2	251,1	177	37,2	1828,0
Gerona	0	111	213,9	238,7	176,4	133,3	66	0	939,3
Gijón	0	87	151,9	167,4	162,4	145,7	108	46,5	868,9
Granada	0	132	232,5	257,3	196,0	155,0	69	0	1041,8
Guadalajara	49,6	207	303,8	319,3	249,2	207,7	132	0	1468,6
Huelva	0	21	111,6	136,4	86,8	46,5	0	0	402,3
Huesca	18,6	186	294,5	319,3	243,6	189,1	99	0	1350,1
Jaén	0	93	192,2	217,0	165,2	124,0	39	0	830,4
La Coruña	9,3	99	136,4	170,5	142,8	139,5	99	31,0	827,5
La Laguna	0	0	52,7	77,5	64,4	46,5	18	0	259,1
Las Palmas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
León	164,3	291	368,9	403,0	333,2	297,6	204	80,6	2142,6
Lérida	0	183	347,2	334,8	210,0	114,7	36	0	1225,7
Logroño	46,5	195	282,1	316,2	240,8	195,3	129	0	1404,9
Lugo	114,7	228	294,5	328,6	263,2	263,5	204	74,4	1770,9
Madrid	43,4	204	300,7	316,2	246,4	192,2	102	0	1404,9
Málaga	0	0	65,1	83,7	61,6	37,2	0	0	247,6
Melilla	0	0	49,6	80,6	70,0	24,8	0	0	225,0
Murcia	0	27	120,9	148,8	92,4	43,3	0	0	432,5
Orense	0	141	220,1	244,9	168,0	136,4	57	0	967,4
Oviedo	37,2	153	207,7	244,9	193,2	179,8	138	46,5	1200,3
Palencia	89,9	252	344,1	362,7	282,8	241,8	171	37,2	1781,5
Palma de Mallorca	0	24	111,6	155,0	126,0	86,8	24	0	527,4
Pamplona	58,9	204	291,4	325,5	266,0	217,0	147	24,8	1534,6
Pontevedra	15,5	120	176,7	201,5	156,8	136,4	81	3,1	891,0
Salamanca	80,6	240	322,4	350,3	280,0	232,5	144	12,4	1662,2
San Sebastián	0	111	167,4	207,7	179,2	142,6	99	6,2	913,1
S.ta Cruz Tenerife	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santander	0	84	136,4	158,1	131,6	124,0	90	0	724,1
Santiago	21,7	138	189,1	213,9	176,4	158,1	114	18,6	1029,8
Segovia	102,3	258	347,2	368,9	299,6	260,4	177	52,7	1866,1
Sevilla	0	27	127,1	151,9	95,2	37,2	0	0	438,4
Soria	96,1	270	356,5	381,3	319,2	282,1	198	74,4	1977,6
Tarragona	0	60	139,5	170,5	117,6	96,1	42	0	625,7
Teruel	86,8	240	341,0	368,9	302,4	257,3	165	40,3	1801,7
Toledo	0	165	263,5	285,2	207,2	168,1	69	0	1158,0
Valencia	0	42	120,9	155,0	117,6	74,4	6	0	515,9
Valladolid	93,0	240	334,8	359,6	277,2	232,5	150	21,7	1708,8
Vigo	6,2	99	151,9	182,9	142,9	133,3	87	3,1	806,2
Vitoria	62,0	222	297,6	313,1	254,8	226,3	168	55,8	1599,6
Zamora	58,9	222	288,3	334,8	260,4	198,4	132	6,2	1501,0
Zaragoza	6,2	182	254,2	291,4	210,0	151,9	75	0	1150,7



## RESUMEN

- Existen factores que influyen sobre la carga térmica de un edificio: su exposición al sol, su resguardo del mismo, el color de su fachada y su protección o exposición al viento.
- El estudio que averigua la cantidad de calor que fluye o escapa al exterior de un edificio calefactado se denomina "cálculo de cargas térmicas". Se precisan unos datos, como los que aportan planos, situación geográfica, orientación, uso, ocupantes y viento dominante, para ejecutar un cálculo de cargas térmicas.
- El mapa de zonificación por grados/día año establece cinco zonas de la geografía española en función de los grados/día acumulados por debajo de 15 °C, que es la temperatura tomada como referencia o base.
- El mapa de zonificación por severidades climáticas establece 12 zonas de la geografía española en función de los grados/día acumulados por debajo de 20° y según las horas de radiación solar.
- El mapa de zonificación por temperatura mínima media del mes de enero establece cinco zonas en la geografía española en función de las temperaturas mínimas medias del mes de enero; los datos que estos mapas aportan serán usados en futuros cálculos.
- Con las temperaturas exteriores podemos determinar las temperaturas del terreno y las del local anexo no calefactado.





## TERMINOLOGÍA

**Calefactado:**

Espacio calentado con fines de confort ambiental.