

MANUAL DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO  
PARA CANARIAS



## **BLOQUE IV**

# CLIMA Y CONFORT TÉRMICO

Margarita de Luxán García de Diego  
Araceli Reymundo Izard  
(autoras)

M<sup>a</sup>. Victoria Marzol Jaén  
(colaboradora)



# 10. INTRODUCCIÓN

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, M<sup>a</sup>. V. Marzol Jaén

## CLIMA Y ARQUITECTURA

En muchas ocasiones, la Arquitectura se ha desarrollado sin tener en cuenta uno de sus conceptos prioritarios: la integración medioambiental. Sin embargo, las condiciones del medio natural influyen básicamente en ella y radica en la voluntad de la sociedad que debe habitarla y de los profesionales que la crean, la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso o destruir, las capacidades que este medio proporciona.

Al leer la definición clásica de Arquitectura "El arte de proyectar y construir para cobijar al hombre", la atención del término parece que lleva a entender que el efecto de "cobijar" cubrir o tapar, albergar, conlleva una acción cóncava que hospeda al hombre en su interior.

Pero hoy se sabe que hacer arquitectura implica no sólo una acción cóncava hacia el hombre, sino que de ella se deriva también una convexa, hacia el entorno más amplio terrestre y atmosférico global que finalmente retorna hacia el espacio habitado.

La actividad ligada a la arquitectura implica ahora el 50% de la obtención y extracción de materiales, produce 217 tipos de Impactos Ambientales, consume el 26.15% de la energía final gastada, produce el 50% de la contaminación que sufrimos... Tampoco se puede hacer oídos sordos a las llamadas de atención sobre las "insostenibilidades", que aparecen desde los análisis sanitarios, sociales y culturales, en los que la arquitectura y el urbanismo aparecen como marco y referencia obligados.

Todo ello implica una invitación a la ampliación y revisión básica de los presupuestos teóricos y prácticos con los que producimos arquitectura.

Se puede plantear la obra arquitectónica como algo que suma, a todas sus posibilidades intrínsecas, la de adecuarse y responder a un reconocimiento del medio en el que, lo desee o no, se encuentra inmersa: un universo dinámico, de ciclos cerrados a la materia y abiertos a la energía y un medio natural, sometido a un conjunto de procesos activos que lo van configurando constantemente.

Este conjunto de procesos naturales actúan sobre el hombre y sus cobijos y de él depende que la relación sea de acuerdo o de enfrentamiento. En el primer caso se dará una arquitectura que aprovecha lo que le beneficia de las condiciones de la naturaleza y se protege de sus inclemencias y en el segundo habrá que mantener una lucha constante para mantener en las arquitecturas unas condiciones de vida aceptables para el hombre, lucha que en definitiva se convertirá en aporte de energía externa al nuevo sistema creado.

La arquitectura ha de entenderse, por tanto, como un elemento modificador del sistema natural e interactuante con él, de modo que aunque puede incluso crear un nuevo sistema con funcionamiento propio, con procesos propios, como resulta en el caso de las grandes aglomeraciones urbanas, se entiende que en ningún caso es independiente del conjunto de las variables medioambientales.

Estas variables y, en general, factores de muy diversos órdenes, son los que intervienen en la relación de integración entre Arquitectura y Medio Ambiente; en realidad, existen tantos como parámetros del medio pueden intervenir en la actividad humana.

Básicamente el hombre, en su relación con el entorno, necesita tres cosas: que el territorio tenga capacidad de acogida, prestándole recursos para su subsistencia; que le proporcione

una cierta seguridad, en cuanto a una perduración de los asentamientos, tanto frente a los procesos geológicos activos como ante los riesgos de catástrofes naturales y que se puedan obtener las condiciones de temperatura-humedad necesarias para el mantenimiento de la vida humana.

La consecución de estos tres factores puede hacerse aprovechando las posibilidades que la naturaleza brinda, y es en ese caso cuando se hace una arquitectura integrada con ella, produciéndole un impacto minimizado que además conlleva un gasto reducido de recursos de otro orden. Con estas premisas, para hacer una actuación de ocupación de un territorio para distintos usos humanos de un modo integrado con él, será necesario primero el estudio de todos los aspectos relativos al mismo: el de los recursos naturales de la zona en orden a primar las actividades para las que está más dotada, el del aprovechamiento de la capacidad del terreno en base al mejor planeamiento de distribución de las diversas actividades humanas, y el de los procesos naturales activos para considerar cuáles de ellos pueden ser un impedimento para la actividad que pretende realizarse.

Se ha de verificar si los procesos naturales son asumibles y/o modificables, y cuándo esa modificación va a traer consecuencias perturbadoras de las que pueda derivarse un riesgo, bien en la propia zona, bien en zonas adyacentes. Un ejemplo típico es la obstrucción de vaguadas por una carretera con insuficiente paso para las aguas, que puede convertirse en presas con embalsamientos periódicos de agua de consecuencias nefastas para la agricultura de la zona, cuando no destructoras de la propia carretera.

Asimismo, de estos análisis se pueden derivar actitudes de prevención frente a procesos habituales que entrañan un determinado riesgo, como pueden ser los desprendimientos de rocas,

el deslizamiento de terrenos, los fenómenos sísmicos, volcánicos o meteorológicos, vientos huracanados, lluvias torrenciales etc., para situarse fuera de su campo de acción o bien procurarse las medidas técnicas necesarias para impedir o minimizar las consecuencias del proceso.

Por último, es preciso comprobar que se puedan crear en el territorio las condiciones de temperatura y humedad necesarias para el mantenimiento de la vida humana. Cuando esto se hace a través de intercambios con la energía natural del medio en el que se va a enclavar el asentamiento, entramos en los planteamientos de la arquitectura bioclimática.

### LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

El concepto de arquitectura bioclimática es complejo y, a pesar del hecho de ser una disciplina relativamente reciente en el campo de la arquitectura, su estudio en profundidad requiere de unos conocimientos que tienen un determinado tiempo de aprendizaje, derivado del gran número de materias que hay que estudiar y relacionar. La existencia de bibliografía especializada, así como de programas de simulación por ordenador, muestran hasta qué punto se trata de una disciplina desarrollada y con posibilidades objetivas de aplicación.

De las investigaciones en marcha y de las observaciones sobre las soluciones que van apareciendo, surgen recomendaciones generales, pero si hay algo claro en el campo de las respuestas medioambientales para la arquitectura, es su especificidad para cada caso, para cada lugar, para cada ambiente.

El principio inseparable esencial del bioclimatismo es, utilizando las palabras de Jean-Louis Izard, "construir con el clima", siendo este concepto de la idea de lugar como circunstancia singular en la que se desarrolla la arquitectura y con la que ésta se relaciona.

Las capacidades del medio natural, las condiciones climáticas y las distintas posibilidades de aprovechamiento de las mismas, marcan soluciones particulares que habrá que estudiar en cada opción concreta.

Es por lo anterior por lo que no puede tenderse a la búsqueda de una estandarización de modelos, es decir, es contradictorio

ria y no recomendable la búsqueda de prototipos que fueran aplicables en cualquier localización.

En la actualidad se está iniciando en el campo de la Arquitectura una etapa de replanteamientos teóricos desde nuevos puntos de vista; de rediseños de elementos con la aceptación de nuevas prioridades medioambientales; de aparición de nuevos materiales, nuevas soluciones con distintos modos de producción y nuevas solicitudes sociales.

Los edificios bioclimáticos o energéticamente conscientes, no son tanto el resultado de una aplicación de técnicas especiales, como del sostenimiento de una lógica, dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra, sin perder, en absoluto, ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc., presentes en la reconocida como buena arquitectura.

La ecología arquitectónica debe extenderse a todo el desarrollo de propuesta y construcción de los edificios: ubicación, forma general, aprovechamiento de características climáticas estacionales, estudio de condiciones derivadas del entorno construido, elección de materiales según las necesidades de adaptación por zonas y orientaciones, diseño de elementos constructivos, costo energético de la fabricación de los materiales y sistemas técnicos y su transporte, etc.

El grado de integración de la arquitectura en su medio ambiente y el aprovechamiento de energías naturales en la edificación puede ser muy variado: desde edificios autónomos, con consumo absolutamente resuelto con energías renovables, aprovechamiento del agua de lluvia, imagen ligada al paisaje, materiales autóctonos, etc., hasta edificios con adecuaciones muy simples en cuanto a forma y elementos constructivos; en todo caso, la adopción de medidas de mejora en este campo, hasta las que pudieran parecer mínimas, serán beneficiosas para el usuario y para el entorno.

Estos conceptos, aparentemente sencillos, han sido sin embargo obviados en gran parte de la producción arquitectónica del último siglo. El desarrollo de las tecnologías constructivas e industriales unido al abaratamiento de los costos de producción gracias a la estandarización, ha llevado a la creencia, aún

demasiado poco discutida, de que la arquitectura, especialmente aquella más vinculada a la especulación comercial, puede ser un hecho aislado de su entorno, y que es posible ejecutar una construcción en un emplazamiento independientemente de los problemas ambientales, pues éstos son corregibles mediante la utilización de las tecnologías energéticas habituales.

Planteamientos de estas características, avalados intelectualmente por una lectura superficial de las vanguardias, están afortunadamente cediendo paso a una nueva sensibilidad en la que Arquitectura y Medio Ambiente han de relacionarse de un modo muy estrecho para permitir tanto el aprovechamiento como la protección de las cualidades del lugar sin un disparatado gasto de recursos, y este modo de ver resulta cada vez más incorporado a las producciones, incluso de esas mismas vanguardias, aunque a veces aún no se expresen de manera explícita, en las publicaciones culturales al uso.

La arquitectura energéticamente consciente, en contra de algunos prejuicios existentes, no obliga en absoluto a adoptar unas soluciones de diseño predeterminadas, ofreciendo, al contrario, nuevas vías abiertas y sugerentes a la imaginación e investigación formal.

La arquitectura bioclimática no debe entenderse como un fundamentalismo funcionalista, sino como un soporte del diseño que debe adaptarse a las necesidades del individuo, muchas veces marcadas por factores extraños a la racionalidad ambiental. La flexibilidad del proyecto bioclimático reside, precisamente, en enriquecer situaciones no ideales, por muy difíciles que parezcan.

### EL MANUAL DE DISEÑO DE ESTE LIBRO

El Manual de Diseño (que constituye la segunda parte de esta publicación) ha sido concebido con el objetivo de ser una herramienta útil de aproximación para el arquitecto que esté interesado en las posibilidades de la Arquitectura Bioclimática dentro del ámbito de la Comunidad Canaria. En este sentido hay que entenderlo, advirtiendo que el conocimiento exhaustivo de la Arquitectura Bioclimática como disciplina y de todos los factores que en ella intervienen, excede ampliamente los límites del

mismo, como no podía ser de otra manera en una materia que es objeto de cursos especializados, tiene una vasta bibliografía y se encuentra en constante investigación por equipos pluridisciplinares.

Los planteamientos expuestos en este manual tienen dos aco- taciones claras: por un lado la delimitación geográfica, que reduce su ámbito de aplicación a un contexto determinado, y por otro el nivel científico-técnico desarrollado, relativo al grado de intensidad con el que se encuentran tratados tanto los comentarios teóricos, la presentación de datos y las recomendaciones de actuación.

Este manual se ha desarrollado pensando en las condiciones de las Islas Canarias y a ellas se refiere; no tiene, por lo tanto, comentarios o consejos para otros tipos de climas o situaciones que no existen en este territorio.

El Código Técnico de la Edificación, publicado hace unos años, marca una serie de directrices para el ahorro y la eficiencia energética; en ese sentido, esta parte adopta los términos y uni- dades de medida de dicho código, a fin de que este manual faci- lite información y datos elaborados para el cumplimiento o la superación del mismo.

Lo cierto es que las características del medio natural y climá- ticas en Canarias se acercan en muchas localizaciones y en una buena parte del año a las condiciones de confort, tanto en la ver- tiente norte como en la sur a pesar de las diferencias climatoló- gicas entre ambas vertientes, como se irá comprobando a lo largo de esta parte, por lo que las posibilidades de encontrar soluciones arquitectónicas con sistemas de adecuación sencillos y globalmente económicos son muchas y en ellas se incide pre- ferentemente.

Dentro del ámbito geográfico al que se ciñen las exposicio- nes aquí contenidas, se ha optado por la presentación de los datos y del material que se ha considerado necesario para una correcta evaluación del mismo. En los límites de lo científicamen- te admisible, se han presentado aquellas informaciones, valores, relaciones y variables consideradas imprescindibles.

Las exposiciones, datos y cuadros que se muestran son el resul- tado de un trabajo previo de elaboración para hacerlos más accesí- bles a un público no excesivamente familiarizado con la terminolo-



Vertiente Norte



Vertiente Sur

gía y las variables empleadas. Asimismo se ha intentado reducir al máximo las fórmulas matemáticas que resuelven las relaciones entre variables, de modo que éstas se presenten de la manera más directa posible y permitan una aproximación fácil y suficiente.

Uno de los trabajos más complejos que ha supuesto parte de su redacción ha sido analizar, re-estudiar y "traducir" a los condi- cionantes locales muchos datos y recomendaciones apropiados para otros climas, que aparecen en textos, sobre todo anglosajones, centroeuropeos y estadounidenses, pero que aplicados tal y como aparecen en ellos resultarían contraproducentes en nues- tro caso.

El nivel de las exposiciones teóricas que se muestran es el que se ha considerado necesario para un conocimiento básico suficiente de todos los factores que intervienen en la Arquitectura Bioclimática y que conviene conocer para poder dis- poner de criterios a la hora de evaluar situaciones específicas.

Al ser la Arquitectura Bioclimática una disciplina que liga una gran cantidad de factores a tener en cuenta, algunos cuantifica- bles y otros de muy difícil estimación, se ha seguido en su exposi- ción un doble propósito: utilizar una secuencia cronológica similar a la que se realizaría realmente en un análisis bioclimático, par-

tiendo de lo general a lo particular, y por otro primar la asimilación de criterios frente a la mera cuantificación de parámetros.

En cuanto a este último aspecto, creemos que lo más interese- nte para el profesional es tener claros los factores que intervie- nen en el campo del análisis bioclimático, su repercusión y su posible respuesta desde la Arquitectura. El dar un prolijo desarro- llo teórico de complejas relaciones entre variables interdepen- dientes excedería, complicaría y dificultaría el propósito de acer- camiento básico que guía este libro.

En cualquier caso, quien esté interesado en ampliar en deta- lle aspectos de cálculo más complejos, puede remitirse a la bibliografía existente en este sentido, a los programas informáti- cos que se encuentran comercializados o a los institutos de investigación en energías renovables y arquitectura bioclimática que se encuentran trabajando sobre el tema.

El presente texto tiene dos posibles lecturas, una lineal, en la que se van exponiendo secuencialmente todos los pasos necesarios y los conocimientos imprescindibles para poder iniciar al profesional en el desarrollo de un proyecto de arquitectura bioclimática, y otra lectura práctica, en la que cada cual podrá utilizar los datos expuestos y las recomendaciones de uso que más se adapten a cada circunstancia.

## LA ORGANIZACIÓN DE ESTE MANUAL

En el aspecto organizativo, este manual se estructura en apartados sucesivos que siguen la metodología operativa necesaria para proceder a la aplicación de criterios bioclimáticos en el diseño de Arquitectura. Cada profesional deberá evaluar, según sus propias condiciones de diseño, cuáles de los aspectos aquí recogidos le son más coincidentes.

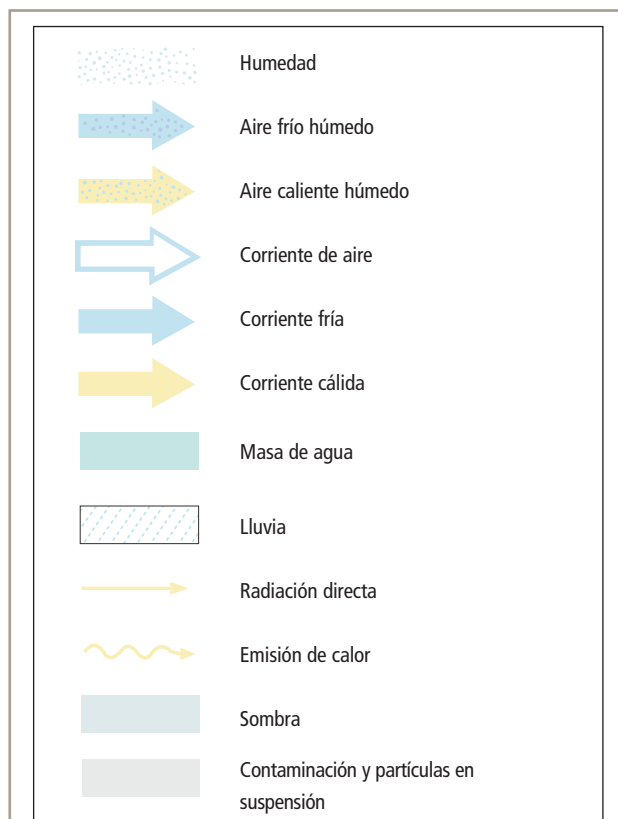


Figura 10.1. CÓDIGO GRÁFICO.

Para las ilustraciones de esta parte se ha diseñado un código gráfico común a todas ellas que, con el fin de facilitar la lectura, se ha procurado sea muy simple y lo suficientemente expresivo de los distintos parámetros que intervienen en cada una de las situaciones descritas.

Se inicia con una primera parte dedicada al Análisis Climático, pues sin éste no puede existir la Arquitectura Bioclimática. Este análisis se divide en cuatro apartados:

1. En el primer apartado se estudia el Clima en relación con la influencia que ejerce según la extensión geográfica considerada, dividiéndose en clima regional, mesoclimas y microclimas, exponiendo las características propias de cada uno.
2. En el apartado segundo se trata de la relación entre clima y hombre. Esta relación se expresa mediante los diagramas bioclimáticos de Olgay y Givoni, que relacionan los parámetros bioclimáticos (temperatura, humedad, viento, y radiación) con la sensación de confort.
3. En el tercer apartado se tratan detalladamente los parámetros bioclimáticos que influyen en la sensación de confort. Tomando como variable dependiente la temperatura, se pasa a analizar el viento, la humedad y la radiación solar.
4. En el cuarto y último apartado de la primera parte se recogen los parámetros bioclimáticos en las áreas donde se supone un mayor desarrollo de la población y un número de puntos mínimos que tengan en cuenta los diferentes mesoclimas que se crean en las islas por su posición geográfica. Dichos parámetros se presentan ya elaborados en las cartas bioclimáticas correspondientes de Olgay y Givoni, comentadas específicamente en cada zona para su aplicación a soluciones constructivas.

La segunda parte del manual se encuentra dedicada a las estrategias de diseño que desde la arquitectura se pueden utilizar para procurar alcanzar la sensación de confort en las edificaciones cuando ésta no existe de modo natural.

En primer lugar se definen los valores de los parámetros bioclimáticos entre los que se sitúa la zona de confort, para después pasar a analizar cómo es posible su variación, cuando éstos no son aceptables, utilizando medidas correctoras desde la Arquitectura.

Progresivamente se tratará de definir los sistemas utilizables para conseguir estas variaciones: calefacción por ganancias internas, calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía

solar, calefacción por aprovechamiento activo de la energía solar, humidificación, calefacción convencional, protección solar, refrigeración por alta masa térmica, enfriamiento por evaporación, refrigeración por alta masa térmica, aire acondicionado y deshumidificación convencional.

Se termina con tres apartados de gran importancia, relativos al aislamiento: la transmisión de calor en muros, forjados y huecos. Todos ellos se han realizado teniendo en cuenta los materiales habituales actualmente en la edificación en las islas.

Tras su desarrollo, esta segunda parte aporta unas conclusiones generales en las que se analizan las enormes posibilidades de la Arquitectura Bioclimática en el marco de la Comunidad Canaria, donde gracias a lo benigno del clima, no habrá que adoptar estrategias drásticas como las que derivarían de un diagrama realizado para climas más extremos.

A partir de la lectura y comprensión del texto de este Manual se puede reflexionar sobre las fortalezas y debilidades de la aplicación del CTE al clima canario, que debe revisarse especialmente en lo que atañe a dos aspectos fundamentales: la zonificación climática (cuyo cálculo de severidades no contempla un factor básico del confort como es la humedad, de especial relevancia en los climas canarios) y la excesiva laxitud en la exigencia de protecciones solares (ya que todos los diagramas de confort que se aportan en este manual las prescriben, a diferencia del CTE que no las contempla en fachadas sur hasta muy elevados porcentajes de vidrio).

Éstos son aspectos básicos que debieran “traducirse” a las particularidades locales y recogerse en la preceptiva revisión del CTE, establecida por ley para el año 2011. La consecución de la eficiencia energética y el confort en las edificaciones canarias (sin la necesidad de implementar equipos activos de alto coste de instalación y mantenimiento) es posible en la mayor parte del territorio del archipiélago mediante el adecuado diseño bioclimático y las estrategias de la arquitectura solar pasiva, es decir, sin consumos energéticos. Y en la certificación energética de las edificaciones canarias, éste debería ser el principal aspecto puntuable, por encima de la instalación de equipos activos, por eficientes que estos sean.



# 11. CONSIDERACIONES SOBRE EL CLIMA A TENER EN CUENTA PARA LOS DISEÑOS URBANO Y ARQUITECTÓNICO

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, M<sup>a</sup>. V. Marzol Jaén

El acuerdo entre los términos del binomio Arquitectura-Naturaleza depende de que las relaciones entre las cualidades de una y otra sean las apropiadas y de que el diseño de la primera haya tenido en cuenta las propiedades de la segunda.

Si la arquitectura bioclimática es aquella que optimiza sus intercambios energéticos con su entorno a través de su propio diseño, el acuerdo se conseguirá cuando el objeto arquitectónico haya sido estudiado de modo que, analizadas las condiciones del medio, aprovecha unas, modifica otras y se protege de unas terceras en orden a la obtención del confort humano.

Se dice que el hombre está en situación de confort térmico cuando se da el equilibrio entre las pérdidas y ganancias energéticas del cuerpo humano de modo que el gasto de energía para adaptarse al medio ambiente es mínimo.

Para la evaluación del efecto combinado de los valores ambientales sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales del hombre, se han desarrollado diferentes Índices Térmicos. En la elaboración de estos Índices Térmicos se han usado distintos parámetros y combinaciones de ellos, pero de un modo general se puede decir que, de esas variables, hay unas que dependen del medio y otras del individuo.

Los parámetros que intervienen en la sensación de confort, dependientes del medio natural o edificado, básicamente son: temperatura, humedad o presión de vapor, la radiación y el viento y el movimiento del aire.

Dependientes del individuo son los parámetros internos debidos a su metabolismo y aclimatación y los externos de actividad física y vestido.

Todas las escalas del quehacer arquitectónico tienen una componente bioclimática. Desde la ordenación urbana hasta la selección de los materiales pasando por el diseño de los espacios, pueden tener en cuenta las condiciones climáticas y desde la perspectiva del intercambio energético con el medio, modificar éste para crear mesoclimas y microclimas, en los que los valores de los parámetros bioclimáticos se aproximen o coincidan a los que producen para el hombre una sensación térmica agradable.

Lógicamente el planteamiento de un proyecto de arquitectura como bioclimático, pasa por el estudio pormenorizado de los parámetros citados.

En el caso de este Manual, se tiene la suerte de contar con unos datos sobre el clima y el territorio muy específicos sobre las condiciones canarias.

En las páginas siguientes se va a hablar de los elementos que regulan los factores climáticos en cada una de las escalas:

1. A nivel amplio, de ámbito de región natural, las **condiciones climáticas generales**.
2. En la escala del ambiente próximo, con las condiciones particulares de la zona, el **mesoclima**.
3. En los espacios inmediatos e interiores al objeto arquitectónico, el **microclima**.

*El proyectista no puede influir de un modo directo en las condiciones generales y en las del medio próximo, pero si escoger cómo se ubica en ellas. Sólo en los casos de ordenación territorial de una determinada escala (Planes Insulares, Planes Generales de Ordenación Urbana, etc.), podrá intervenir en el mesoclima, pero normalmente, sí puede actuar en el entorno inmediato y en las cualidades de la edificación propiamente dicha, y con ello en las condiciones térmicas específicas de los espacios vivideros de la arquitectura.*

*Sin embargo la edificación, aún la más pequeña, termina incidiendo en el ambiente global, ya que la obtención de materiales, el transporte, la fabricación, etc. lo afectan.*

Los términos que se señalan pueden ser mirados desde las dos perspectivas:

1. Desde el punto de vista del conocimiento y diagnóstico del microclima para ver su influencia en las arquitecturas existentes.
2. Desde las posibilidades proyectuales, utilizándolos como variables en el diseño para crear nuevas condiciones microclimáticas.

DATOS GENERALES	MESOCLIMA (clima general de la zona)		MICROCLIMA (clima específico del lugar)	
	Factores determinantes	Pueden modificar	Factores determinantes	Pueden modificar
1. Datos de los observatorios:  Temperatura Humedad Viento Precipitaciones Radiación solar	1. Forma y tipo del territorio	Temperatura Viento Radiación Albedo	1. Forma y tipo del suelo	Temperatura Viento Radiación Albedo
	2. Proximidad del mar	Temperatura Humedad Viento	2. Proximidad del mar	Temperatura Humedad Viento
	3. Masas de vegetación	Temperatura Humedad Viento Albedo	3. Vegetación	Temperatura Humedad Viento Albedo
2. Latitud				
3. Altitud. Relieve	4. Turbiedad del aire	Radiación Temperatura	4. Turbiedad del aire	Radiación Temperatura
	5. Núcleos urbanos	Temperatura Radiación Dirección y velocidad del viento	5. Construcciones	Temperatura Radiación Dirección y velocidad del viento

Tabla 11.1. Análisis climático. Esquema de aproximación al clima de un lugar concreto.

## EL CLIMA REGIONAL

### DATOS CLIMÁTICOS GENERALES

Básicamente hay tres elementos de fácil obtención que dan las condiciones bioclimáticas generales del lugar (tabla 11.1):

#### Datos de los observatorios

En la introducción de este libro aparece una descripción pormenorizada del clima canario, tomando áreas geográficas de mayor desarrollo urbanístico en combinación con su diferente posición geográfica con lo que se le presupone un clima específico.

A través de los valores de temperatura, humedad, precipitaciones, vientos y radiación medidos, se pueden obtener los valores de los parámetros bioclimáticos de la zona geográfica en la que se encuen-

tra el lugar en estudio, y conocer las temperaturas máximas y mínimas, pluviosidad y dirección de los vientos, las frecuencias de días calurosos y fríos y las de distintos meteoros (vientos fuertes, lluvias torrenciales, etc.). Hay que tener en cuenta que, muchas veces, al hacer una arquitectura adecuada al clima, son más interesantes estas frecuencias de valores extremos de las medias que los propios valores medios de cada parámetro.

Un factor a considerar en las regiones semiáridas es el rocío. Su importancia viene dada porque impide la evaporación de agua del suelo, con lo que aumentan las condiciones de humedad.

En general, en los registros climatológicos sólo se toma en consideración la presencia o ausencia de rocío y niebla, y se contabilizan las frecuencias, el número de días por mes en los que se da. Estos datos vienen siempre influidos por los parámetros geográficos de latitud y altitud que se expresan a continuación.

#### Latitud

Las Islas Canarias se encuentran entre 27° 37' N y 29° 23' N por lo que en esta publicación vamos a simplificar, unificando para trabajar con la carta solar de los 28° N.

La latitud establece la relación entre el lugar y el sol. Influye directamente en la radiación solar tanto directa como difusa, y por lo tanto en las condiciones más generales del clima. En particular señala la posición del sol con respecto al punto de estudio a lo largo del tiempo y establece los ciclos anuales con las estaciones y los ciclos diarios con la variación día-noche.

#### Altitud

Determina el volumen de atmósfera que han de atravesar los rayos solares. Influye directamente en la radiación y en las condiciones generales del clima. En general, al aumentar la altitud, la presión del aire disminuye, la radiación solar es más intensa al tener que atravesar una capa atmosférica menor y la radiación nocturna es también mayor. Ello da origen a oscilaciones diarias de temperatura mayores que en los lugares de menor altitud, y por tanto a temperaturas medias más bajas.

En Canarias el relieve posee altitudes muy diversas: desde el nivel del mar hasta los 3.716 m del Teide, con lo que también hay distintas condiciones climáticas en función de la altitud.

Es interesante observar cómo en la cara norte de las Islas de relieve más accidentado (Islas Occidentales y Gran Canaria), el mar de nubes altera este fenómeno.

### PRECISIONES A LOS DATOS GENERALES

En esta publicación se han incorporado Mapas Climáticos de Canarias y de distribución de la pluviosidad (1). Si se tratase de estudiar un lugar que no fuera ninguno de los seleccionados en este Manual, el valor en cada punto podrá tomarse analizando los gradientes entre las zonas estudiadas más próximas y con características similares.

La ponderación de los datos se hace por comparación de las características geográficas generales del área de estudio, en especial latitud, altitud y orientación.

Una de las correcciones más frecuentes es la de la temperatura por la diferencia de altitud del lugar. Ya se ha comentado el diferente comportamiento entre las vertientes Norte y Sur de las islas más accidentadas lo cual se refleja en la figura 11.1.

Aunque habitualmente se viene afirmando que la altitud produce un gradiente térmico medio de 0,55 °C por cada 100 m de ascenso, esta afirmación resulta incierta para su aplicación en el Archipiélago Canario, ya que la realidad es en él mucho más

diversa, creando condiciones particulares en cada isla, cada vertiente y cada estación, lo que no permite hacer afirmaciones generalistas, resultando más ajustado trabajar considerando condiciones de semejanza con puntos de los que el Manual contiene datos de cada isla; es por esto que este manual ofrece datos específicos de tantos lugares.

Básicamente los rasgos geográficos que intervienen en esta ponderación, además de las citadas anteriormente, son la forma del territorio y el grado de continentalidad.

### Forma general del territorio

La forma general del terreno, valle, área plana, zona de montaña, barranco, etc., es una de las características que modifica los valores climáticos produciendo una primera zonificación de los valores de temperatura, humedad, etc.

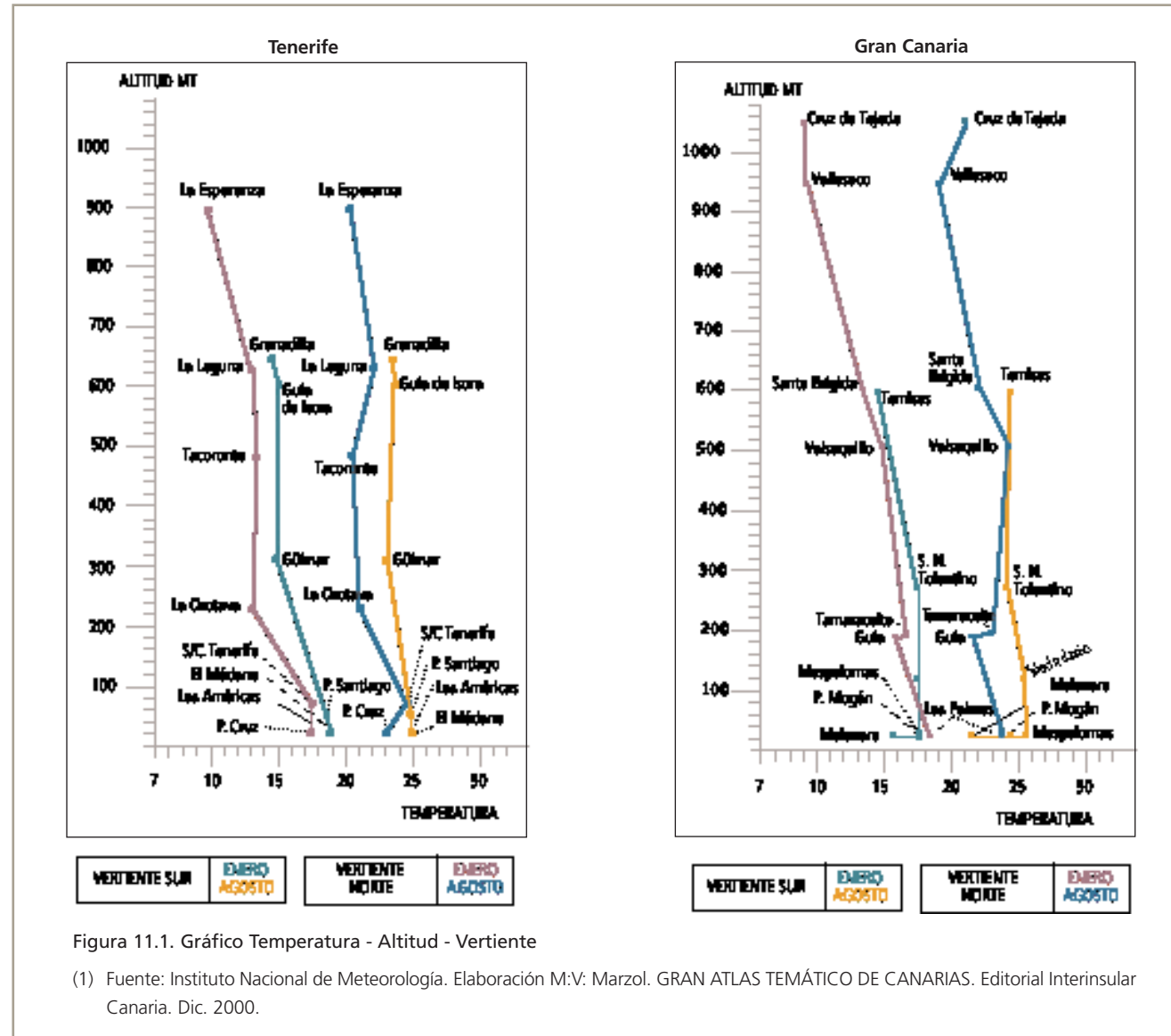


Figura 11.1. Gráfico Temperatura - Altitud - Vertiente

(1) Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. Elaboración M:V. Marzol. GRAN ATLAS TEMÁTICO DE CANARIAS. Editorial Interinsular Canaria. Dic. 2000.

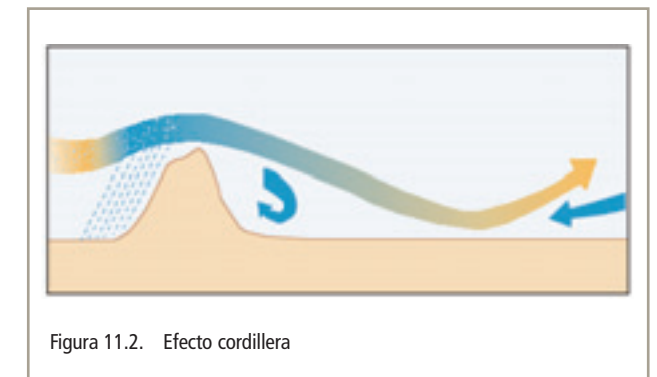


Figura 11.2. Efecto cordillera

Las cordilleras, como la de Anaga en Tenerife, los conjuntos de formaciones montañosas encadenadas, como Tamadaba, Fontanales y Tejeda en Gran Canaria, la Cumbre de los Andenes, Cumbre Nueva y Cumbre Vieja en La Palma, los relieves que acompañan al monte de El Cedro en La Gomera, Los Lomos y Los riscos de Tibataje en el Hierro..., separan dos zonas climáticas diferentes. En ellas, se produce una fuerte asimetría con respecto al viento en cada una de sus vertientes. El viento, al no poder contornear el obstáculo horizontalmente, crea diferencias entre las zonas de barlovento y sotavento.

Como el alisio es húmedo, también se crean diferencias importantes entre las dos vertientes en cuanto a la humedad. Los procesos hidrodinámicos se pueden complicar con la evaporación y la condensación según sean los vientos fríos o cálidos.

La asimetría de las vertientes se acusa más cuanto más alto sea el obstáculo interpuesto al viento. De ahí la diferencia paisajística entre las Islas Orientales, más llanas y uniformes climáticamente, y las Occidentales de relieve más marcado, con vertientes más verdes al Norte y más secas al Sur.

En Gran Canaria, Tenerife, La Palma, La Gomera y El Hierro, islas de orografía más accidentada, las precipitaciones son más frecuentes en las laderas norte de mediana; el aire, al remontar un obstáculo orográfico disminuye su temperatura, con lo que acelera la condensación del vapor de agua que contiene y origina precipitaciones que causan sombras pluviométricas; es decir, áreas en las que normalmente no se dan precipitaciones porque las condiciones de la ladera contraria hace que la condensación se produzca antes de llegar a ellas (figura 11.2).

#### Grado de continentalidad

El clima de un lugar se ve afectado por su mayor o menor proximidad al mar (grado de continentalidad).

Debido a su carácter de regulador térmico, el mar suaviza la temperatura y, como productor de vapor de agua, modifica el grado de humedad y la turbiedad del aire y, a consecuencia de ello, la cantidad de radiación directa y global.

El mar, con su mayor o menor proximidad, crea también regímenes de vientos y brisas propios que alcanzan una cierta pro-

fundidad tierra adentro dependiendo de la forma del terreno. De ello se hablará más detenidamente al analizar los mesoclimas.

#### MESOCLIMAS

Los parámetros atmosféricos obtenidos del estudio climático a nivel regional pueden ser modificados por las características del entorno geográfico del área que, en muchos casos, pueden crear mesoclimas propios con condiciones matizadas respecto al sector general en el que se enclava.

En las actuaciones arquitectónicas a nivel de Ordenación Territorial, se puede prever la modificación de algunos de los factores geográficos, como la vegetación o la conservación de suelos, en orden a aproximar las cualidades mesoclimáticas a las de confort humano.

En este apartado se incluyen también mesoclimas típicos de algunos conjuntos geográficos especiales, como valles, barrancos, bosques, montañas, etc.

#### FACTORES DETERMINANTES

Los factores cuya influencia modifican las condiciones climáticas antes obtenidas son: la forma del terreno con sus peculiaridades topográficas, el tipo de superficie, la vegetación, la presencia de agua y la naturaleza del área y de sus alrededores.

#### Forma y tipo del territorio

No sólo los relieves de las Islas Canarias son muy variados; también hay que tener en cuenta que las superficies que conforman dichos relieves no suelen ser planas, sino que en numerosas ocasiones están surcadas por barrancos, degolladas, etc., que pueden llegar a ofrecer distintas orientaciones dentro de una misma vertiente.

Con respecto a la radiación solar hay que tener en cuenta las formas geométricas del área en dos niveles: las orientaciones y valor de sus pendientes, que afectan al grado de insolación de las distintas superficies y, por tanto, a su temperatura, creando gradientes térmicos entre lugares próximos.

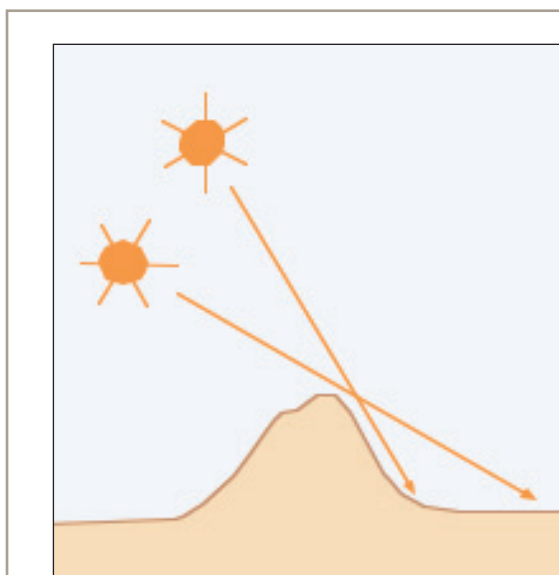


Figura 11.3. Obstrucciones solares

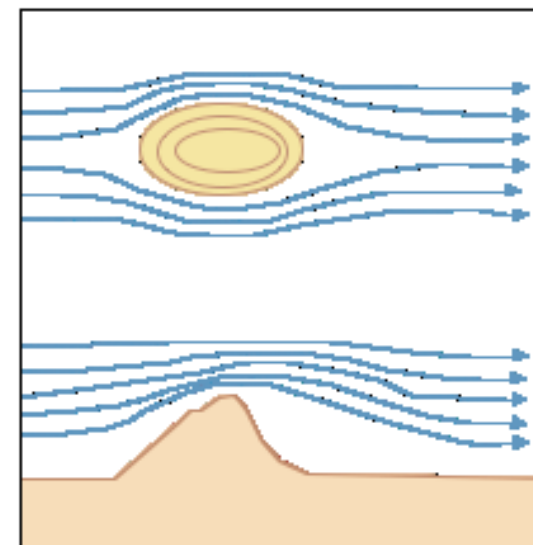


Figura 11.4. Acción del viento en una colina

Estas formas quebradas, dependiendo de su magnitud y orientación, pueden formar obstrucciones a los rayos solares dejando unas áreas en sombra y otras soleadas cuyas temperaturas serán distintas, marcando aún más los gradientes de temperaturas entre puntos muy próximos, en las que varían el número de horas de insolación, lo que veremos reflejado en los datos de radiación de poblaciones que se encuentran en laderas opuestas o en condiciones de solana y umbría (figura 11.3). Por ejemplo: en la isla de La Palma, Los Llanos de Aridane, situada en la vertiente sur-oeste, recibe 2.975 horas de sol al año, mientras que en Mazo, con orientación norte, se reciben 2.087 horas. Es necesario tener en cuenta la variación estacional y diaria de la trayectoria solar, pues de ella dependen algunos procesos zonales de tipo cíclico.

La diferencia de radiación en las distintas superficies de una misma área influye en la distribución de las temperaturas dentro de ella interviniendo en la formación de brisas. Las áreas sobrecalentadas crearán corrientes de aire de tipo ascendente, y los gradientes de temperatura provocarán brisas en el sentido de conseguir el equilibrio.

Nieve (a partir de los 2000 m)	20% - 70%
Dunas (en playas)	30% - 60%
Suelo arenoso, erosionado y jable	15% - 40%
Praderas	12% - 30%
Áreas urbanas (alta densidad de construcción)	15% - 25%
Bosque de coníferas (verano)	13%
Bosque termófilo (verano)	5% - 10%
Suelos de cultivo	7% - 10%
Superficies de agua	3% - 10%

Tabla 11.2. Niveles de albedo (Geiger, 1965) según el tipo de cubierta de la superficie del terreno. Los valores se expresan en tanto por ciento de radiación solar reflejada.



Las formas geográficas pueden variar las características de los vientos de modo que los vientos dominantes en el sector no coinciden en dirección e intensidad con los generales de la zona. Las características topográficas pueden crear áreas protegidas en las que la velocidad es prácticamente nula (Acantilado de los Gigantes, Puerto Mogán) y otras sobreexpuestas en las que el valor de la velocidad del viento es superior a la de los datos ofrecidos por el observatorio meteorológico (Pozo Izquierdo, El Médano y Jandía). La velocidad del viento en lo alto de una colina se acelera por compresión de las corrientes de aire (figura 11.4).

Uno de los fenómenos apreciables en las islas de más relieve, y que influirá en el diseño, es que las condiciones generales de la zona influyen mucho en la velocidad del viento. La intensidad aumenta al disminuir las obstrucciones, incrementándose progresivamente desde los terrenos con protección, pasando por los espacios abiertos en los que las superficies rugosas como monte bajo o matorral disminuyen más la velocidad del viento que superficies más lisas como eriales o campos de cultivo, a las costas, llegando al mar abierto, en el que la intensidad no sufre variación.

Otro factor a tener en cuenta es el tipo de material de que están compuestos los terrenos: incide en la reflexión de los rayos solares (albedo) y por tanto en la radiación incidente sobre el entorno (tabla 11.2). Por otro lado, por su capacidad de recoger agua y devolverla lentamente, influye en la humedad ambiental, y de un modo indirecto, en el tipo de vegetación que se encuentra o puede ser plantada en las proximidades.

En el caso de Canarias, como conjunto de islas volcánicas, los terrenos tienen básicamente un albedo variable, dependiendo del sustrato.

En esta escala de mesoclima, y antes de pasar al estudio puntual, hay que apreciar que en un terreno muy complejo, se puede dar un sistema con muchas variaciones.



## Agua

En los primeros asentamientos humanos canarios, el agua fue determinante en la posición y ubicación de la población por motivos de consumo y riego y, más tarde, como base para el comercio marítimo.

La presencia de agua, tanto superficial como subterránea, influye en las cualidades climáticas del área próxima. En general, su acción es la de modificar las condiciones de humedad y las de temperatura.

### Aguas Superficiales

En Canarias el mar es la única masa de agua capaz de modificar las temperaturas medias de su área de influencia, disminuyendo la oscilación diaria y anual de temperaturas e incrementando la humedad relativa.

Dado que las masas de agua no se calientan tanto como la tierra cuando están sometidos a radiación ni se enfrían demasiado durante la noche es por lo que actúan como reguladores térmicos (figura 11.5). La temperatura superficial, bastante estable,

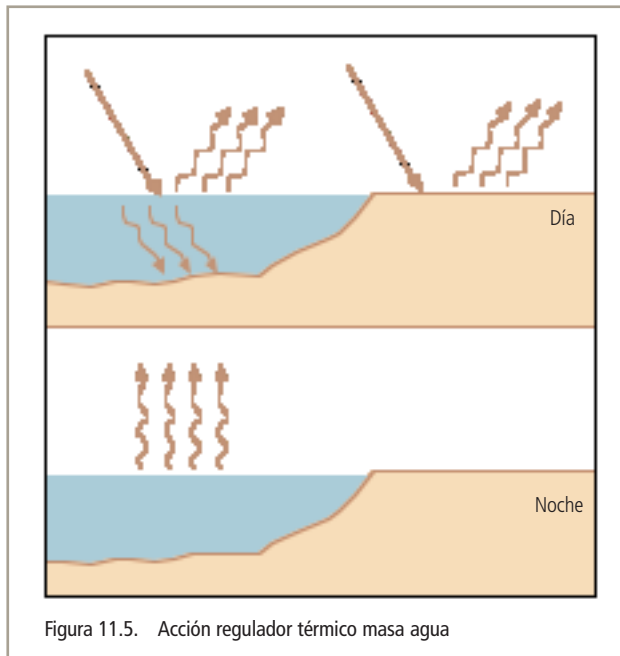


Figura 11.5. Acción regulador térmico masa agua

influye en la temperatura del aire adyacente, produciendo un enfriamiento durante el día y templándolo durante la noche.

### Aguas Profundas

Los pozos y galerías, que son los acuíferos subterráneos de los que se abastece la mayor parte de la población canaria, no producen en sí mismos alteraciones a las constantes climáticas. Su presencia, sin embargo, puede ser definitiva para la existencia de otros elementos como la vegetación, que sí interviene; en este sentido un aprovechamiento bien estudiado de estos acuíferos sí puede influir en las condiciones medioambientales de un terreno.

Muchas veces son también un factor determinante de la capacidad de un territorio para albergar determinados usos humanos, entre ellos el urbano.

Dentro de este factor es necesario tener en cuenta la vulnerabilidad, riesgo de contaminación de los acuíferos, pues un mal proyecto de desarrollo de las actividades puede eliminar absolutamente la capacidad de acogida de la zona para los usos previstos (figura 11.6).

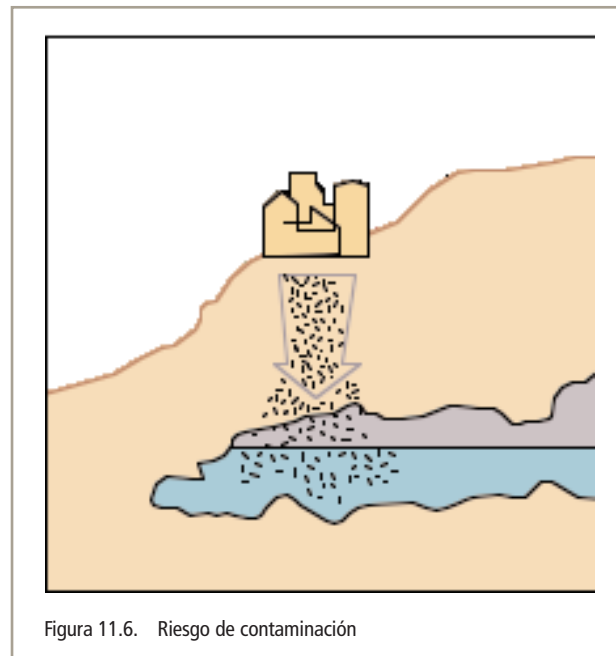


Figura 11.6. Riesgo de contaminación

## Masas de vegetación

La vegetación es un elemento modificador del clima en todos sus aspectos y en todas las escalas, desde los bosques que crean *mesoclimas* a las pequeñas terrazas de cultivo que modifican microclimáticamente su entorno.

La capa vegetal interviene en la modificación de la temperatura de la zona por su condición de absorber la luz solar, por el efecto de sombra y por la humedad de su transpiración, que modifica la temperatura del aire, corrigiendo las temperaturas medias y las oscilaciones máximas-mínimas.

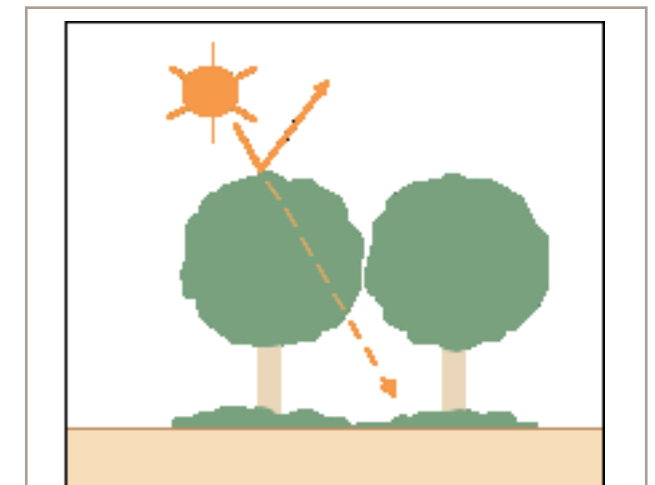


Figura 11.7. Absorción selectiva. Radiación solar

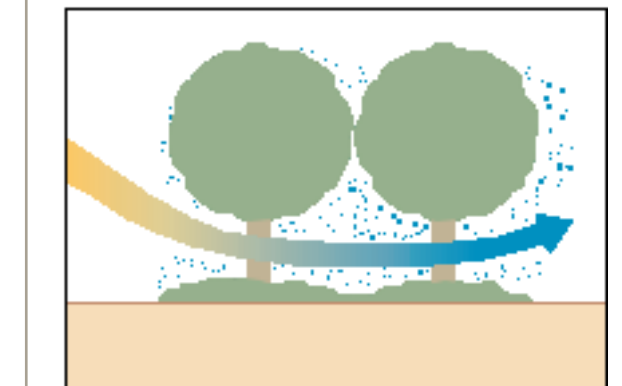


Figura 11.8. Humectación por evapotranspiración

Las áreas cubiertas de plataneras, cultivos y matorral bajo son ejemplos de zonas cubiertas de vegetación donde la temperatura de la superficie es enfriada por la evaporación del agua transpirada a través de las hojas. Como las superficies de las hojas no se calientan mucho por el sol, este proceso reduce la temperatura del aire sobre la vegetación a lo largo del día (figura 11.7).

La evapo-transpiración es el conjunto de pérdidas de agua en forma de vapor por la superficie del suelo (evaporación) y por la vegetación (transpiración); está influenciado por factores que dependen del tipo de suelo, de las condiciones climáticas y del tipo de vegetación (hay períodos en que las plantas necesitan mucha agua mientras en otros son poco sensibles a ella).

La humedad relativa del aire queda modificada por el fenómeno de evapo-transpiración, además de por la fijación de humedad que producen las plantas en sí mismas (figura 11.8).

Dependiendo del tipo de cubierta vegetal los vientos se modifican en cuanto a su intensidad, y en función de su densidad y altura pueden convertirse en obstáculos que en determinadas zonas cambian además su dirección.

Por otra parte, la vegetación cambia los contenidos del aire fijando el polvo, enriqueciendo su contenido en oxígeno y reduciendo la cantidad de anhídrido carbónico.

La vegetación es uno de los elementos importantes a ser integrado en el diseño bioclimático, aprovechando sus efectos generales, sus posibilidades por especies (tamaño, contenido en agua, captación de radiación, tipo de sombra) y sus distintos comportamientos estacionales (hoja caduca o perenne, cambio de color, etc.).

### Obstrucciones por turbiedad del aire

En Canarias, la calidad del aire es apreciable, no en vano se encuentran en estas islas prestigiosos observatorios astronómicos de diversos países, que aprovechan estas condiciones.

Aparte de fenómenos de contaminación localizados debidos a actividades industriales (refinería, polígonos industriales, centrales térmicas), el régimen de vientos y brisas en el litoral, donde se encuentran las mayores aglomeraciones urbanas, minimiza los problemas derivados de la urbanización a nivel de mesoclima.

El clima suave, que no obliga a unos usos y consumos intensivos de sistemas de climatización y su consiguiente contaminación atmosférica, también hace que la turbiedad del aire en zonas urbanas no sea un fenómeno aún grave.

Sin embargo, pueden llegar a ser apreciables la turbiedad por aerosol marino y la que se produce por la incidencia del Siroco, viento cargado de arena procedente del desierto africano (calima).

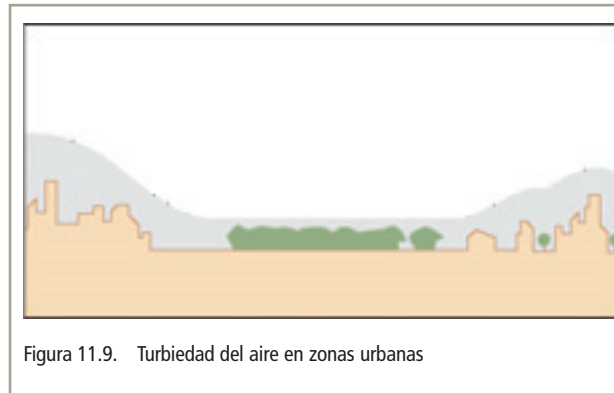


Figura 11.9. Turbiedad del aire en zonas urbanas



El estado de la atmósfera en cuanto a su limpieza es un factor importante con respecto a las condiciones de radiación en una determinada área. En parte aparecerá reflejado en los datos de radiación, recogidos en los observatorios al nivel del suelo.

La turbiedad consiste en la acumulación en el aire de partículas en suspensión, como gotas de vapor o de polvo, que parcialmente absorben o reflejan la radiación solar que penetra a través de la atmósfera y disminuyen la visibilidad (figura 11.9).

Generalmente, y en situaciones geográficas con poca densidad de actividad humana, es mayor la acumulación de dichas partículas en verano que en invierno, debido tanto a la escasez de precipitaciones que limpien la atmósfera como a la cantidad de partículas de vapor de agua levantadas por evaporación.

### MESOCлимAS ESPECÍFICOS CREADOS POR CONDICIONES GEOGRÁFICAS ESPECIALES

Como se ha indicado anteriormente, las características del entorno próximo al proyecto pueden variar de tal modo las condiciones climáticas, que se creen mesoclimas cuyas características se encuentran muy separadas de las del clima general obtenido de la información de los observatorios meteorológicos.

En la mayor parte de las ocasiones estas transformaciones climáticas son consecuencia de determinadas configuraciones. La extensión de éstas es muy variable y pueden ocupar áreas muy considerables o ser pequeños accidentes dentro de un territorio.

Las variaciones climáticas debidas a configuraciones orográficas muy extensas como valles y bosques estarán incluidas normalmente en los datos climáticos que se recogen de la red de observatorios. Sin embargo, en sistemas de relativamente poca extensión habrá que contar con ello.

Un caso particular se produce en las áreas urbanas de un cierto tamaño en las que se crean condiciones especiales dependiendo de la densidad y altura de la edificación, de la proporción de zonas verdes y su distribución, pudiendo incluso tener zonificaciones internas en las que las variaciones de los parámetros climáticos son importantes.

### Mesoclimas de montaña

Las condiciones climáticas de las áreas montañosas son significativamente diferentes de las de los vecinos terrenos planos. La radiación y la dirección de los vientos varían con la topografía, y por ello cada vertiente tendrá distintas características.

En una montaña aislada se aprecian procesos de calentamiento y enfriamiento más rápidos que en una planicie. Las oscilaciones de temperatura en la cima de una montaña son mayores que en el llano.

En las laderas de las montañas, dependiendo de su orientación, el sol puede incrementar la temperatura y las superficies recalentadas generan una corriente de aire superficial caliente ascendente por la ladera durante el día. Por la noche, cuando las superficies se enfrían, el gradiente de temperatura decrece y finalmente se invierte, circulando el aire, frío, en dirección contraria, es decir, descendente (figura 11.10).

El viento, en su interacción con el relieve, ejerce una influencia notable. Al incidir sobre una montaña, el viento se desvía vertical y horizontalmente. Las presiones son mayores en la zona de barlovento que en la de sotavento, apareciendo aquí incluso depresiones. Las mayores velocidades se alcanzan en la cumbre y las menores en las zonas más bajas a sotavento.

En Canarias, las lluvias son más frecuentes en las zonas de medianía. Este efecto se produce porque al ascender el viento llega a zonas de menor presión atmosférica con lo que se produce un enfriamiento por expansión y el vapor de agua se condensa (ejemplos son Valleseco, las Mercedes, la Orotava o Valverde).

Las vertientes norte, expuestas al alisio (viento dominante), son más susceptibles de recibir lluvia que las que se encuentran a sotavento.

### Mesoclimas de valles y barrancos

Debido a los gradientes de temperatura que se producen en las laderas, el aire tiene movimientos de ascenso (diurno) y descenso (nocturno) en laderas de valles y barrancos. A estos efectos, se añade el movimiento longitudinal en el fondo del mismo debido a los efectos de compresión-descompresión producidos por los desplazamientos laterales (figura 11.11).

Estos movimientos pueden verse incrementados o disminuidos por la posición del valle con respecto a los vientos dominantes. Una situación paralela a los mismos aumentará el efecto de corriente longitudinal en el fondo del mismo, una posición perpendicular disminuirá dicho efecto y dará más protección a las zonas inferiores del valle.

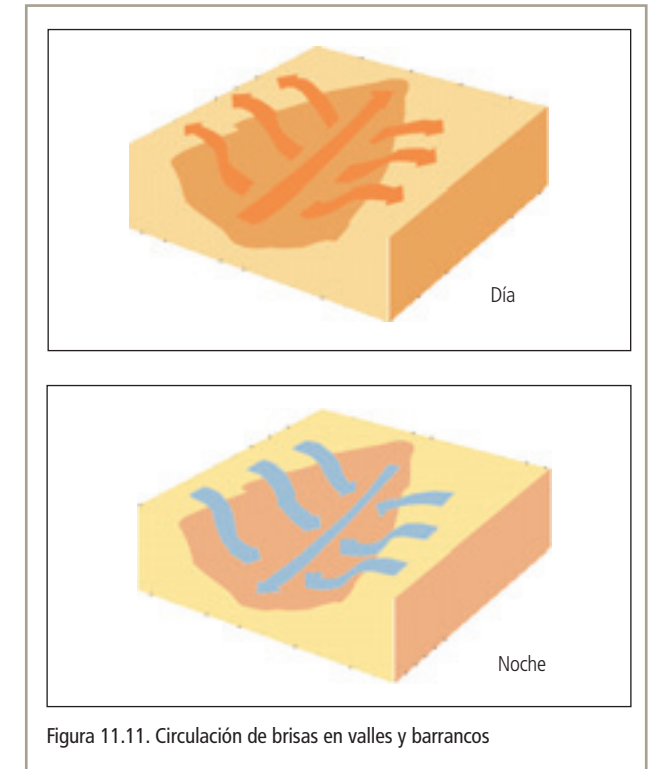
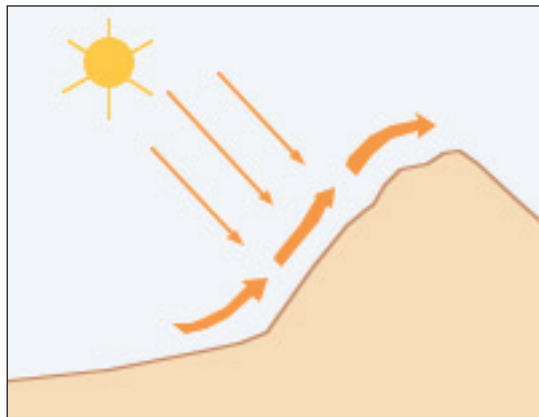
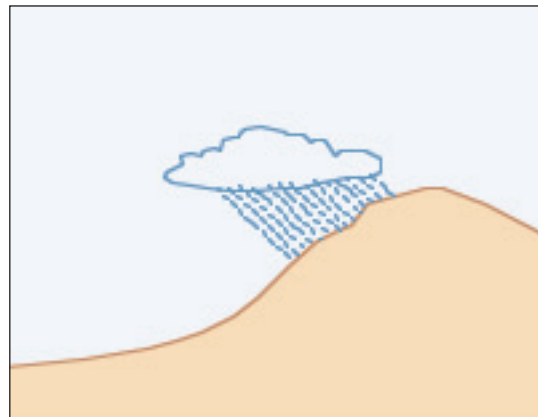


Figura 11.11. Circulación de brisas en valles y barrancos

Figura 11.10.



Acción viento y lluvia en montaña. Día



Acción viento y lluvia en montaña. Mayor frecuencia de precipitaciones



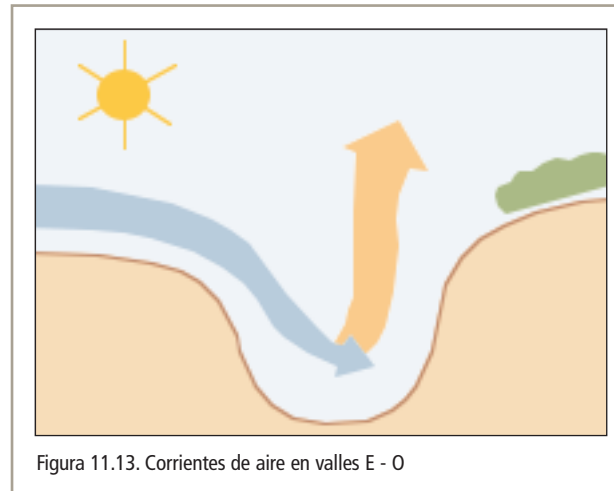
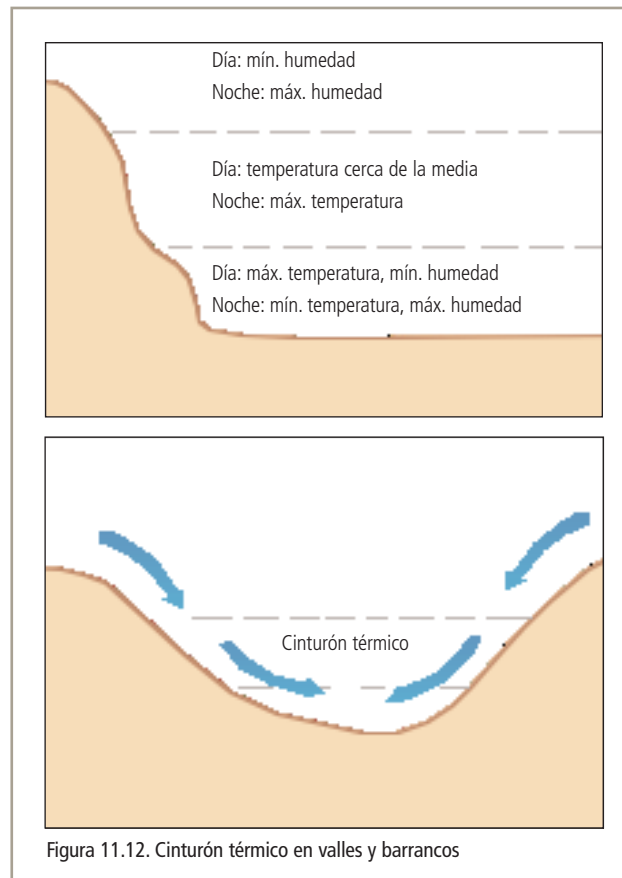
Acción viento y lluvia en montaña. Noche



Una particularidad de los movimientos del aire en los valles viene determinada por el embalsamiento nocturno del aire frío en el fondo del mismo, mientras que en la zona alta se concentra la mayor carga de humedad, acumulada durante el día (figura 11.12).

La orientación con respecto al sol confiere al valle características distintas. En los orientados E-O, las laderas solana y umbría tendrán diferente radiación, con temperaturas distintas y corrientes de aire desde la primera a la segunda (figura 11.13).

Por eso en los climas con mayores problemas de calor, los pueblos suelen colocarse en las zonas de umbría, y en los fríos en la solana.



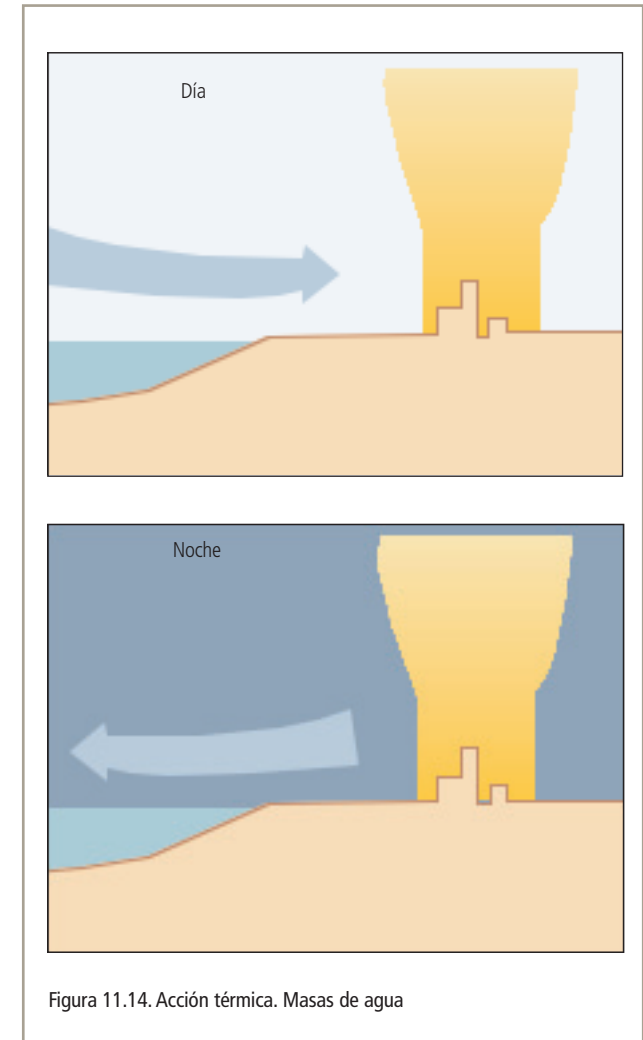
Un inconveniente de los fondos de valle, sobre todo de los que tienen cursos de agua, es que facilitan las nieblas diurnas.

#### Mesoclimas por proximidad al mar

La influencia general del mar en zonas costeras ha quedado señalada anteriormente y, normalmente, su influencia se refleja en los datos de los observatorios próximos. Dentro de una franja relativamente estrecha a lo largo de la costa, el mar tiene un efecto modificador en la variación diaria de temperaturas.

En un tiempo moderadamente soleado, la tierra está más caliente que el mar, lo que hace que exista una brisa marina que fluye desde el mar hacia la tierra. Este efecto es mayor por la tarde y es un rasgo significativo en las áreas costeras. La dirección del viento tiende a hacerse contraria durante la noche. Este efecto es más notorio en las épocas de primavera y verano (figura 11.14).

Existe además un gradiente de temperatura dirigido perpendicularmente hacia el mar, que se extiende a una franja relativamente estrecha. El gradiente varía de sentido al pasar del día a la noche.



En estos movimientos es importante también el efecto de refrigeración que se produce por el enfriamiento del aire debido a la evaporación de agua. La masa de aire seco en contacto con una superficie de agua pierde calor por evaporación mientras se satura de vapor de agua. La temperatura final de la mezcla (temperatura de saturación adiabática), con el aire saturado, es inferior a la temperatura inicial.

### Mesoclimas de bosques

En un bosque pequeño, como el *Bosque del Cedro* en La Gomera, el *Monte de las Mercedes* en Tenerife o *La Caldera de los Pinos de Gáldar* en Gran Canaria, las características climáticas sufren las siguientes modificaciones (figura 11.15):

- El bosque tiende a formar su propio sistema de circulación de aire, desempeñando el papel de islote frío, que obliga a las corrientes de aire a desviarse y a sobrevolarlo.

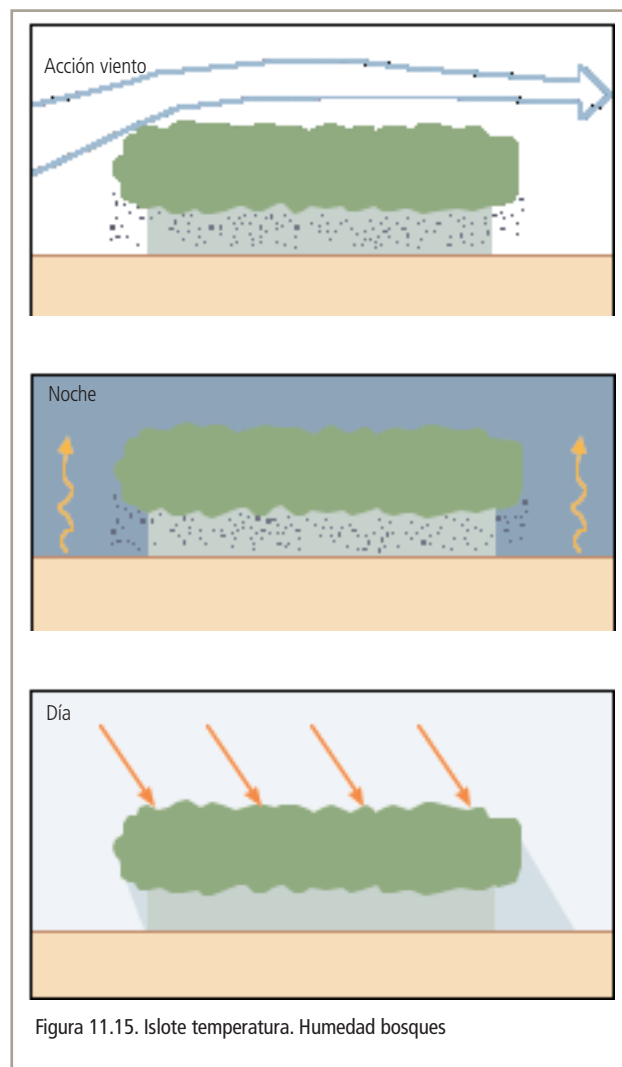


Figura 11.15. Islote temperatura. Humedad bosques

- En su interior, la humedad relativa es grande, debido a la transpiración continua y a la dificultad de transporte hacia el exterior.
- Se crea, de día, un segundo suelo efectivo, formado por la unión de las copas de los árboles en contacto.
- Entre los dos suelos disminuye la temperatura media diaria y la oscilación diaria.

Es decir, el bosque posee un clima más templado y húmedo que el que existe en el área que le rodea, y también se produce una modificación de la luz que penetra en él.

Los bosques de coníferas, como el pino canario, obstruyen fuertemente la luz solar, pero no la modifican cualitativamente. Los de plantas termófilas, laurisilva y plataneras, además de debilitarla, realizan una gran absorción selectiva.

### Mesoclimas en núcleos urbanos

El clima de las ciudades constituye un ejemplo de mesoclima artificial. El clima urbano está modificado fundamentalmente en características como la temperatura, la velocidad del viento, la contaminación del aire y la visibilidad.

Los grandes núcleos urbanos crean verdaderos mesoclimas independientes de su entorno. Los factores más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- La rugosidad del conjunto, que disminuye la convección natural del suelo.
- La disminución del albedo medio de las superficies, que conduce a fuertes calentamientos bajo el sol.
- El calentamiento de los pavimentos urbanos, muy marcado en el caso de estas islas por la verticalidad de la incidencia de los rayos solares en las horas centrales del día.
- La emisión de contaminantes, que aumentan la concentración de partículas sólidas en suspensión y modifican la transparencia de la atmósfera produciendo efecto invernadero.
- Las emisiones de calor debidas a la circulación de vehículos y a los sistemas de climatización.
- La reducción del porcentaje de cubierta vegetal y la impermeabilización de los suelos que alteran los procesos hídricos, modifican su balance y privan a la ciudad de un factor natural de enfriamiento por consumo de calor latente.

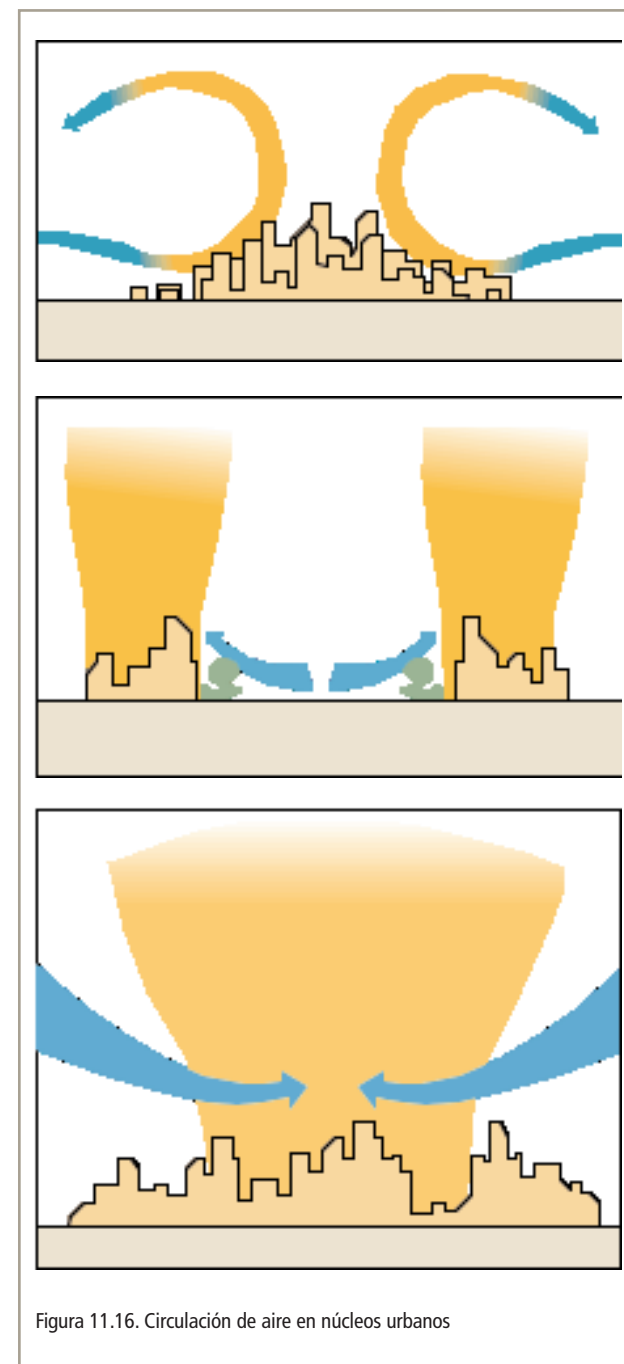


Figura 11.16. Circulación de aire en núcleos urbanos

La complejidad en la determinación de la dirección y velocidad del viento y por tanto, de los flujos y corrientes de aire en el interior de la ciudad. Esta característica es consecuencia de las turbulencias que se generan en el interior de las urbes a causa de los múltiples fenómenos físicos debidos a las formas y disposiciones relativas de los edificios, que actúan como sistema de barreras.

En general, todos estos factores contribuyen a elevar de forma sensible la temperatura media y a disminuir la oscilación diaria de temperaturas máxima y mínima en las grandes aglomeraciones en todas las estaciones, lo cual puede conducir a situaciones insoportables en los meses de verano.

Movimientos de aire particulares son los que se crean en los núcleos urbanos (figura 11.16). A la producción artificial de calor generada por la actividad humana se une la inercia térmica de los materiales de construcción. La diferencia de temperaturas con el entorno produce desplazamiento de aire hacia el interior de los núcleos urbanos desde las periferias en un movimiento de circulación por convección.

Este mismo fenómeno ocurre en menor escala también en el interior de las ciudades, entre los espacios urbanizados y los parques o zonas verdes, por lo que dependiendo de la extensión y distribución de éstas puede haber en la propia ciudad microclimas distintos bastante diferenciados entre ellos.

Condicionantes particulares de todos estos desplazamientos de masas de aire son tanto el tipo de superficie sobre el que se produce el rozamiento, como la cantidad y naturaleza de los obstáculos (efecto barrera) que se encuentran a su paso (figura 11.17).

En las ciudades, la polución producida por agentes contaminantes como escapes automovilísticos, combustiones en la industria y sistemas de climatización convencionales, aumenta la turbiedad del aire, de modo que disminuye la radiación directa, si bien aumenta la indirecta, como puede apreciarse en los días nublados.

De la unión entre los problemas derivados de la polución atmosférica y de la acumulación de partículas en suspensión en la época estival, se deduce que las peores condiciones de limpieza de aire se pueden producir en las ciudades y en los meses de verano.

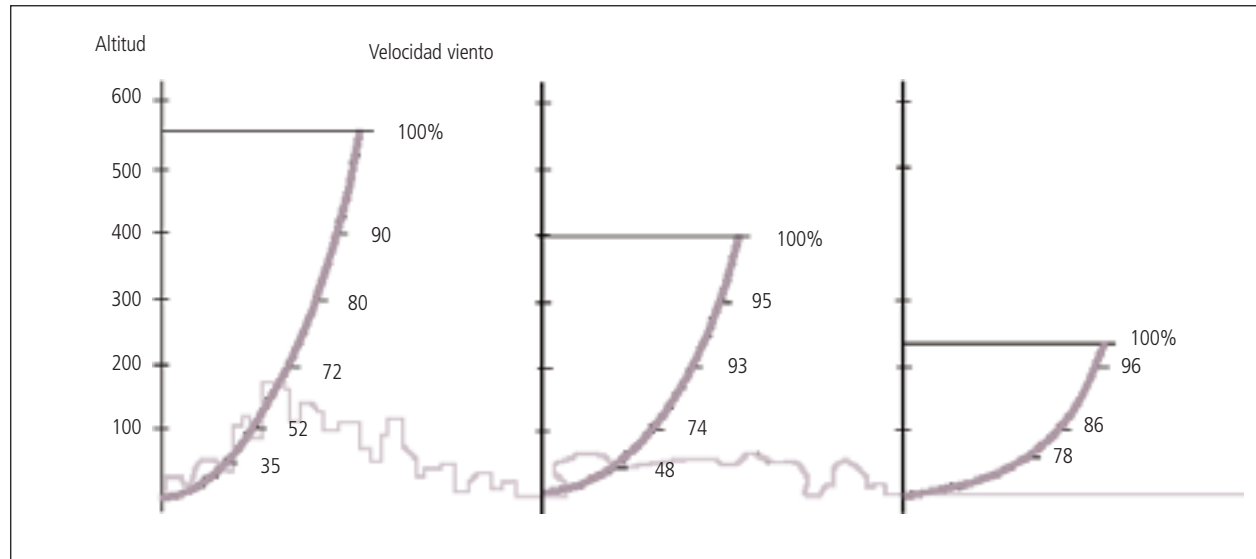


Figura 11.17. Influencia de la textura de las superficies en la distribución de los vientos

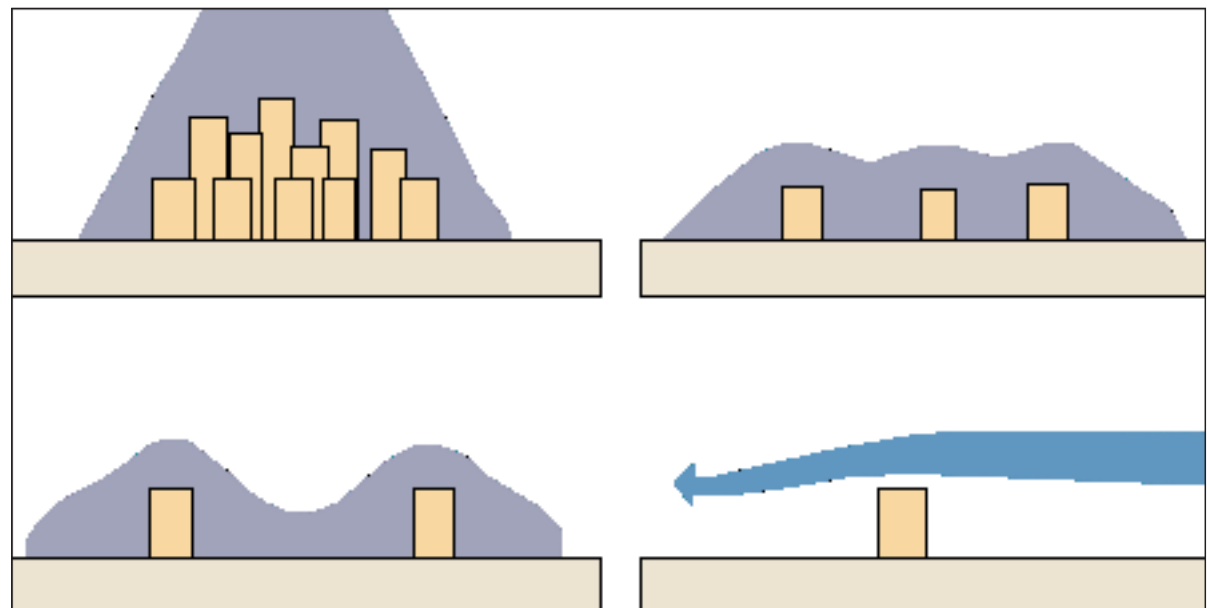


Figura 11.18. Influencia de la densidad de la edificación en las condiciones ambientales

Elemento	Comparación con medios rurales
<b>CONTAMINANTES</b>	
Núcleos de condensación y partículas	10 veces más
Gases	5 a 25 veces más
<b>NUBOSIDAD</b>	
Cubierta	5 a 10% más
Niebla (invierno)	100% más
Niebla (verano)	30% más
<b>PRECIPITACIÓN</b>	
Total	5 a 10% más
Días con menos de 5 mm	10% más
<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	
Invierno	2% menos
Verano	8% menos
<b>RADIACIÓN</b>	
Global	15 a 20% menos
Ultravioleta (Invierno)	30% menos
Ultravioleta (Verano)	5% menos
Horas de sol	5 a 15% menos
<b>TEMPERATURA</b>	
Media anual	0,5 a 1°C más
Mínima invernal (media)	1° a 2°C más
<b>VELOCIDAD DEL VIENTO</b>	
Media anual	20 a 30% menos
Ráfagas extremas	10 a 20% menos
Calmas	5 a 20% más

Tabla 11.3. Promedio de cambios en la comparativa urbanización-medios rurales (Landsberg, 1970).

La suciedad del aire, aparte de las medidas que se deban de adoptar para la disminución de la polución producida por el hombre, puede ser reducida por la presencia de vegetación. Las partículas en suspensión quedan atrapadas en su follaje hasta que su acumulación las hace caer al suelo por su propio peso. Por ello es importante la creación y conservación de espacios verdes en el interior de los núcleos urbanos. El aire en el centro de un espacio verde urbano con plantación de árboles es más puro que el aire cerca del perímetro.

Estas influencias son mayores cuanto mayor es la densidad y amplitud de la urbe. La estabilidad térmica del conjunto va aumentando con la concentración urbana, mientras que la ventilación, la iluminación y la posibilidad de intercambios energéticos disminuyen. En el caso de concentraciones urbanas de un cierto tamaño, se crean mesoclimas específicos dentro de la zona cuyas condiciones son bastante distintas de las de los campos circundantes, de los que se habla más adelante (figura 11.18).

En la tabla 11.3 se presentan los promedios de los cambios que la urbanización impone en las distintas características del clima respecto de las áreas rurales próximas (Landsberg 1970).

#### CONDICIONES DEL ENTORNO INMEDIATO. MICROCLIMAS

En las actuaciones arquitectónicas puntuales, será necesario descender hasta el nivel de microclima del entorno más inmediato para poder adaptar las condiciones del medio a las de confort humano. Una cuestión importante es que, en muchos casos, las condiciones de ese microclima pueden ser variadas por el proyectista creando espacios de cualidades intermedias, espacios de transición, que atemperan las condiciones mesoclimáticas del lugar, creando microclimas propios.

Del mismo modo que en el estudio mesoclimático las variables geográficas modificaban el clima local, aquí, la fisonomía del entorno inmediato establece una nueva variación.

Del mismo modo que en el estudio mesoclimático las variables geográficas modificaban el clima local, aquí, la fisonomía del entorno inmediato establece una nueva variación.



#### CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y TIPO DE SUELO

Hay tres elementos importantes en el estudio de las condiciones topográficas del lugar: la topografía propia, la posición relativa del punto de actuación con respecto a las colindantes y las obstrucciones materiales debidas a las formas del terreno (figura 11.19).

##### Pendiente

Del mismo modo que se vio en el apartado del entorno, la pendiente, en su valor y orientación, influyen directamente en la cantidad de radiación que puede recibir.

La pendiente interviene en otros factores no bioclimáticos pero sí muy importantes, como son la estabilidad (dependiente también del tipo de suelo) y la accesibilidad. La orientación de la pendiente será también importante en cuanto a la ventilación,

según se encuentre a barlovento o sotavento de los vientos principales en el lugar.

### Posición relativa

La posición relativa con respecto a las formas adyacentes le dará su condición de protegida o expuesta con respecto a los agentes atmosféricos. Normalmente se puede decir que cuanto más expuesta esté una edificación, tendrá oscilaciones térmicas

más acentuadas, temperaturas ligeramente más frías y mayores posibilidades de ventilación e iluminación.

### Obstrucciones

Las magnitudes relativas de determinados accidentes geográficos muy próximos y en las orientaciones precisas, pueden suponer obstáculos para la radiación y/o la ventilación. Lógicamente habrá que hacer el estudio pormenorizado de las

obstrucciones solares contando con las trayectorias diaria y estacional del sol para conocer en cada una de ellas cuál es el número de horas de soleamiento con que cuenta el punto.

### Agua

La proximidad al agua es un factor de enorme importancia. Como siempre ocurre, su presencia modifica las condiciones de humedad del aire y por medio de procesos de evaporación absorbe calor enfriando el ambiente.

Por otra parte, el alto valor del calor específico del agua la convierte en un elemento estabilizador de la temperatura disminuyendo la oscilación de la misma.

La presencia de agua superficial es siempre definitiva para el binomio temperatura-humedad del que básicamente depende el bienestar humano.

### Tipo de terreno

El tipo de terreno de los alrededores del proyecto arquitectónico y su respuesta energética tienen influencia en las posibilidades de obtención de confort dentro del espacio arquitectónico proyectado.

Dependiendo de su relación con el edificio puede afectar en mayor o menor grado a la inercia térmica del mismo, y con ello, a la respuesta interior a las oscilaciones y valores de la temperatura exterior.

Afecta por un lado a la reflexión de los rayos solares (albedo) y, por tanto, a la radiación incidente sobre el edificio; por otro su capacidad de recoger agua y devolverla lentamente influye en la humedad ambiental, y de un modo indirecto, influye en el tipo de vegetación que se encuentra o puede ser plantada en las proximidades, pues las distintas cualidades termofísicas, especialmente la capacidad calorífica y el porcentaje de reflexión de los rayos solares (albedo) de unos y otros, intervendrán en la distribución de las temperaturas superficiales y por tanto en los movimientos locales de aire.

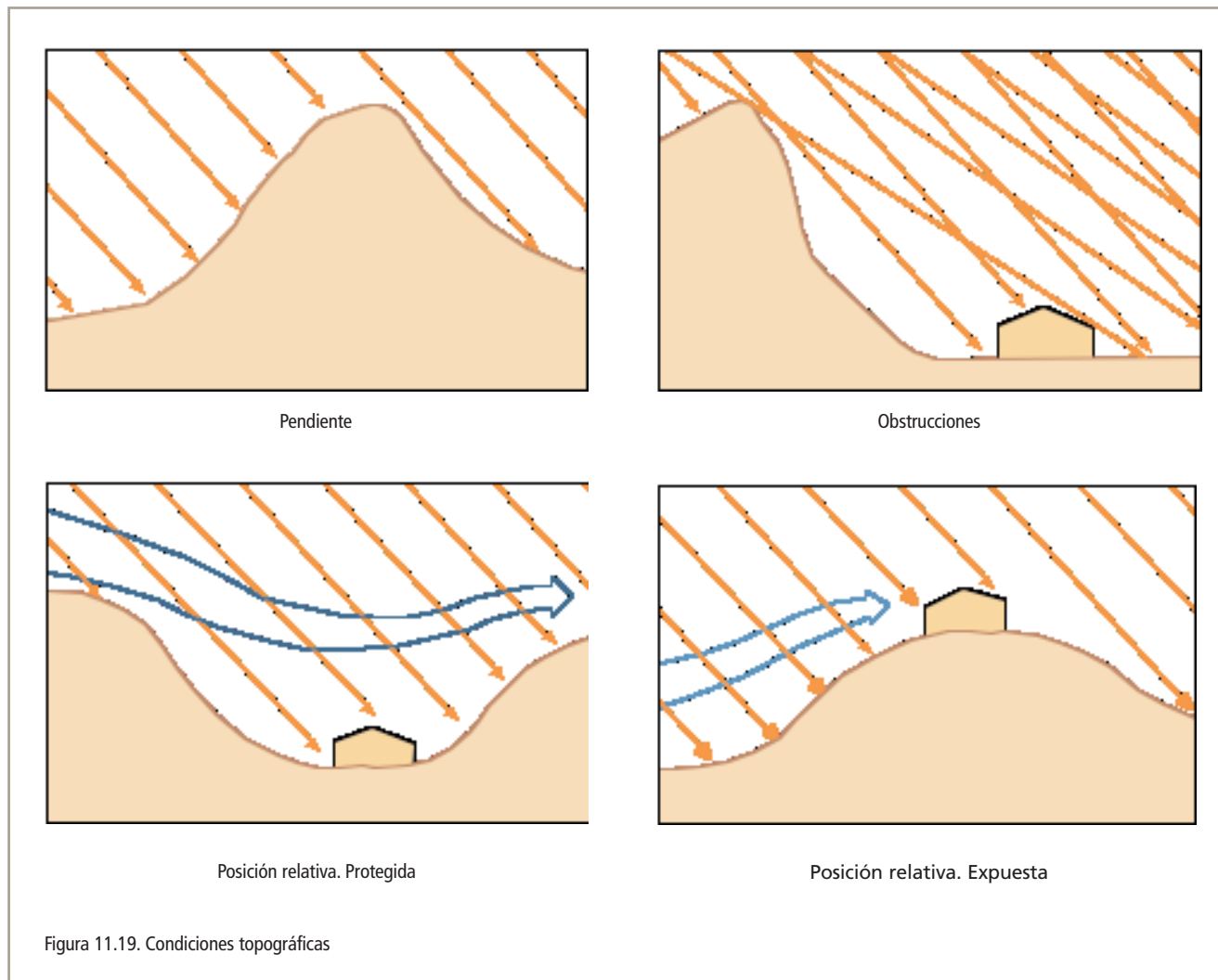


Figura 11.19. Condiciones topográficas

## TIPO DE CUBIERTA. ALBEDO

Como ya se comentaba al hablar de mesoclima, los niveles de albedo según el tipo de suelo son los indicados en la tabla 11.4.

TIPO DE CUBIERTA	ALBEDO
Nieve (a partir de los 2000 m)	20% - 70%
Dunas (en playas)	30% - 60%
Suelo arenoso, erosionado y jable	15% - 40%
Praderas	12% - 30%
Áreas urbanas (alta densidad de construcción)	15% - 25%
Bosque de coníferas (verano)	13%
Bosque caducifolio (verano)	18%
Suelos de cultivo	7% - 10%
Superficies de agua	3% - 10%

Tabla 11.4. Niveles de albedo (Geiger, 1965) según el tipo de cubierta de la superficie del terreno. Los valores se expresan en tanto por ciento de radiación solar reflejada.

Hormigón, ladrillos, grava, empedrados y otros materiales con una alta inercia térmica, cuando se encuentran colocados sobre un substrato de terreno, son todos ellos ejemplo de cubierta seca. La subida de temperatura de esas superficies depende de su color. El calor es almacenado durante el día y re-emitado por la noche. Esta emisión de calor radiante puede ser muy notoria en condiciones de calma que a menudo ocurren en verano, generalmente durante el mes de Septiembre.

## Vegetación

Como ya se ha dicho, la vegetación es un elemento que interviene en los factores climáticos a todas las escalas.

Dependiendo del tipo de vegetación, densidad y disposición con respecto a las direcciones de los vientos, puede formar pantallas de diferente permeabilidad.

La evapo-transpiración de las plantas, especialmente de las frondosas, aumenta la humedad relativa del aire y disminuye la temperatura.

Su efecto a pequeña escala puede crear diferencias de temperaturas entre dos zonas próximas, creando ligeras corrientes de aire que tenderán a equilibrarla.

El edificio, cuando está rodeado de vegetación, es más estable energéticamente y, en general, algo más frío y húmedo y más protegido del viento.

## Construcciones

Cuando el proyecto a realizar se encuentre en un entorno urbano de una cierta densidad, además de las consideraciones señaladas en el apartado de mesoclima urbano, habrá que tener en cuenta las condiciones próximas.

Del mismo modo que en el estudio a nivel de clima se ve que interviene la posición relativa de la edificación respecto a los accidentes geográficos, dentro de la ciudad la posición y altura relativa con respecto a los edificios colindantes podrá favorecer o disminuir las posibilidades de aporte energético y ventilación. En casos de mayor altura relativa del edificio, se favorecerán los citados efectos.

La densidad de la zona interviene en los intercambios energéticos entre la edificación y el ambiente, de modo que a mayor densidad disminuyen las posibilidades de intercambio. La temperatura será normalmente más estable, disminuyendo la oscilación de la misma y dificultando la ventilación.

La dirección de la trama es otro factor a tener en cuenta, pues interviene en las posibilidades de radiación y ventilación del edificio considerado.

Las alineaciones de dirección coincidente con los vientos dominantes producirán mayor exposición del edificio al viento, bajarán las temperaturas en invierno y disminuirán el grado de humedad.

Las alineaciones N-S dan fachadas a Este y Oeste. Proporcionan mayor insolación en verano y menor en invierno, con lo que las temperaturas en verano serán más altas y las de invierno más bajas, y darán mayor variabilidad de las mismas.

Las construcciones próximas pueden hacer el efecto de pantalla tanto a la radiación solar como al viento. Como influencia general, el edificio de proyecto tendrá un menor aporte energético externo, menor luminosidad y disminuirá a su vez las posibilidades de ventilación.

En el clima canario el plano de las cubiertas es fundamental, ya que el soleamiento es muy vertical durante las horas centrales del día.

La continuidad de la trama es otro aspecto a tener en cuenta. El viento tendrá menor turbulencia y una mejor canalización, con lo que las edificaciones tendrán una mayor posibilidad de aprovecharlo.

Aspecto de la mayor importancia es la sección de la calle en la que se encuentra el proyecto, pues a mayor proporción altura/anchura van disminuyendo las posibilidades de intercambio energético, tanto de captación solar como de iluminación, y disminuyen las posibilidades de ventilación. El edificio tendrá menor temperatura interior, mayor humedad y peor ventilación.

## Otras condiciones

Conseguir buenas vistas, evitar la contaminación acústica, aprovechar las lluvias, minimizar los residuos, facilitar la relación en el entorno sociológico o adecuarse a los equipamientos existentes o sostenibles son otros criterios de confortabilidad en la edificación.

## ANÁLISIS CLIMÁTICO: RESUMEN

### CLIMA REGIONAL

#### Datos climáticos generales

1. Datos de los observatorios próximos. Clima general.  
Los valores climáticos de la zona y los regímenes de temperatura, humedad, viento, precipitaciones y radiación son los valores básicos de los que partir para el conocimiento de las condiciones del lugar desde el punto de vista bioclimático.



2. Latitud  
Influye directamente en la radiación, tanto en la radiación solar directa, como en la radiación global.
3. Altitud  
Influye directamente en la radiación, tanto en la radiación solar directa como en la global.

### Correcciones a los datos generales

Los valores climáticos de la zona en general se obtienen de los datos de observatorio, matizándolos según las características geográficas de la zona.

1. Forma general del territorio  
Influye en la distribución, dentro de una zona, de los valores climáticos. En particular regula la distribución de temperaturas, la distribución de lluvia, la humedad, la frecuencia, dirección e intensidad de los vientos.
2. Grado de Continentalidad  
Modifica las condiciones de temperatura, tanto de temperaturas medias como de oscilación diaria y anual de las mismas. Varía las condiciones de humedad. Puede crear regímenes de vientos propios.

### CONDICIONES DE LA ZONA. MESOCLIMAS

Las condiciones del entorno de la zona de trabajo modifican los valores de las variables climáticas. En particular:

#### Factores determinantes

1. Forma y tipo del Territorio  
Su influencia es tal que puede llegar a crear mesoclimas dentro de una zona climática general, como ocurre en los valles. En general, influye en la distribución de las temperaturas dentro de la zona, modifica el régimen de vientos en dirección e intensidad, pudiendo en algunos casos crear corrientes propias. La pendiente general, en valor y orientación, condiciona la cantidad de radiación de la zona específica, en la dirección y velocidad del viento y para ambos parámetros señala sombras debidas a las obstrucciones.

El tipo de material del suelo interviene por el albedo en la temperatura sol-aire de la zona.

2. Agua  
Las aguas superficiales modifican las temperaturas medias de su área de influencia, disminuyen la oscilación diaria y anual de temperaturas e incrementan la humedad en el área.  
Las aguas profundas es conveniente tenerlas en cuenta, tanto por las condiciones de capacidad de absorción de ciertos usos, como por los riesgos de contaminación a que pueda llevar un mal proyecto de desarrollo de las actividades.
3. Vegetación  
Interviene en la modificación de la temperatura de la zona, tanto por efectos de sombra y absorción de los rayos solares como por enfriamiento adiabático, corrigiendo las temperaturas medias y la oscilación máxima-mínima.  
La humedad de la zona queda modificada por el fenómeno de la evapotranspiración, además de por la fijación de humedad que producen las plantas en sí mismas.  
Dependiendo del tipo de cubierta vegetal, los vientos se modifican en cuanto a su intensidad y, en función de la densidad y altura, pueden convertirse en obstáculos que en determinadas zonas cambian además su dirección.
4. Obstrucciones por turbiedad del aire

#### Mesoclimas específicos creados por condiciones geográficas especiales

1. Mesoclimas de montaña.
2. Mesoclimas de valles y barrancos.
3. Mesoclimas por proximidad al mar.
4. Mesoclimas de bosques.
5. Mesoclimas en núcleos urbanos.

### CONDICIONES DEL ENTORNO INMEDIATO. MICROCLIMAS

A nivel de entorno inmediato las características generales del terreno influyen en la creación del microclima en el que se va a enclavar la actuación arquitectónica.

#### Condiciones topográficas

La topografía en general, y particularmente la pendiente en valor y orientación, influirán en la cantidad de radiación y viento.

La pendiente influirá también en la estabilidad de las construcciones y en la accesibilidad a las mismas.

La altura relativa con respecto a los accidentes más próximos interviene en la exposición a los agentes atmosféricos.

Los accidentes del terreno próximos a la edificación pueden formar también obstrucciones, sea a la radiación, al viento o a ambos.

#### Agua

Las aguas superficiales modifican las temperaturas (medias y oscilación), el grado de humedad y pueden establecer brisas.

Con respecto a las aguas profundas hay que tener en cuenta los riesgos de contaminación.

#### Tipo de terreno

Afecta por un lado a la reflexión de los rayos solares (albedo) y por otro, su capacidad de recoger agua y devolverla lentamente influye en la humedad ambiental, y de un modo indirecto, influye en el tipo de vegetación que se encuentra.

#### Vegetación

Modifica la humedad y puede actuar sobre la cantidad de radiación y el régimen de vientos por formación de pantallas. Dichas pantallas pueden ser fijas o estacionales.

#### Construcciones

Las construcciones aisladas próximas pueden formar pantallas fijas a la radiación y al viento.

Dentro de los núcleos urbanos, la densidad, altura relativa, dirección de la trama, continuidad de la trama y la sección de las calles influyen en la estabilidad térmica, las posibilidades de iluminación y ventilación.





## 12. EL SER HUMANO Y EL CONFORT

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard

### DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS

El mantenimiento del equilibrio térmico entre el cuerpo humano y su entorno es una de las necesidades primordiales para mantener la salud y el bienestar.

Debido al proceso metabólico, el cuerpo produce trabajo y calor. Esta producción interna de calor debe equilibrar las pérdidas y ganancias de calor ambiente, puesto que la temperatura interna debe mantenerse invariable. Cuando no se consigue este equilibrio, la temperatura de las partes internas del cuerpo sube o baja según la pérdida de calor sea menor o mayor que la producción de calor, hasta que se consigue la estabilización en un nuevo nivel o, si no se consigue, hasta que el cuerpo sufre un colapso.

Los cambios de calor se producen por convección y por radiación con el aire ambiente y las superficies que le rodean, respectivamente. Además, se puede perder calor por evaporación del sudor y el agua de los pulmones.

Para el estudio de esta relación hombre-clima tan importante para la vida humana se han hecho numerosos estudios analizando las variables que intervienen y cómo intervienen.

Llegar a conclusiones en estas investigaciones es difícil, ya que son muchos los factores que influyen en los intercambios de calor entre el cuerpo humano y su medio, y todos ellos actúan de un modo simultáneo.

Es necesario pues, evaluar el efecto combinado de los factores ambientales sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales del cuerpo y expresar cualquier combinación de ellos en forma simple a través de lo que se ha dado en llamar Índice Térmico.

Un notable esfuerzo para establecer las relaciones entre las distintas variables térmicas y el confort humano son los llamados

Diagramas Bioclimáticos, que usan un sistema de representación gráfica de estas relaciones.

Básicamente se trata de diagramas psicrométricos que relacionan temperatura y humedad, y sobre los que se establecen las condiciones de confort en función de los índices térmicos.

Los más usados son el de Olgay y el de Givoni, el primero de los cuales cuantifica las correcciones de los parámetros bioclimáticos para la obtención del confort, y el segundo, cuenta con las modificaciones que en el clima puede producir la arquitectura y señala las cualidades que deben tener las edificaciones para conseguir la sensación de confort dentro de los mismos.

### CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY

El Climograma o Carta Bioclimática de Olgay es un diagrama en el que en el eje de abscisas se representa la humedad relativa y en el de ordenadas la temperatura como condiciones básicas que afectan a la temperatura sensible del cuerpo humano. Dentro de él se señala la zona que contiene los sistemas de valores temperatura-humedad en las que el cuerpo humano requiere el mínimo gasto de energía para ajustarse al medio ambiente, llamada "zona de confort" (figura 12.1).

La zona de confort señalada en el diagrama es aquella en la que, a la sombra, con ropa ligera y con baja actividad muscular, se tiene sensación térmica agradable.

La carta aquí presentada está adaptada a las condiciones canarias, válida en regiones templadas (latitud 28°, altitud media 300 m), en condiciones de exterior.

La zona de confort se ha adecuado a la adaptación y costumbre de los canarios al clima y al modo generalizado de vida y vestido.

En esta carta se representa el clima anual de una zona conociendo las condiciones de temperatura y humedad. Aunque suelen utilizarse las condiciones medias de temperatura y humedad mensuales, se obtiene una mejor imagen si se utilizan, como se ha hecho en este libro, las temperaturas y humedades medias de las máximas y mínimas de cada mes, pues señalan las oscilaciones diarias, con lo que se puede apreciar las necesidades horarias, a veces muy distintas.

Una vez representado el clima se pueden observar en él las condiciones medias de humedad y temperatura que se dan en cada momento y su desviación con respecto a la zona de bienestar.

Los puntos temperatura-humedad que están por debajo de la zona de confort (momentos infracalentados), pueden ser restituidos al confort por medio de la radiación, bien la solar directa o indirecta o de cualquier otro tipo.

El límite inferior de la zona de confort, 21,5 °C, establece una separación por encima de la cual es necesaria la utilización de la protección solar y por debajo de la cual se necesita radiación. A partir de este límite y hacia arriba la zona de bienestar asciende con el movimiento del aire y desciende por radiación solar.

El límite superior de la zona de confort, se ha fijado en 28°C con humedades relativas medias de hasta un 50%, disminuyendo gradualmente cuando la humedad aumenta.

Los puntos del diagrama que están por encima de la zona de confort, corresponden a las condiciones climáticas en las que hay un exceso de calor (momentos sobrecalentados). Para restablecer las condiciones de confort se podrán adoptar medidas correctoras como la creación de protecciones solares, el aprovechamiento del viento si lo hay, o la creación, mediante un diseño

adecuado, de corrientes de aire. Si las humedades relativas son bajas, se puede corregir con aumento de vapor de agua y aprovechar también el efecto refrigerante de la evaporación.

El factor ropa contribuye a ampliar la zona de confort admisible. La escala de medida del factor de corrección del vestido más admitida es el CLO. Ésta es una medida arbitraria de aislamiento por vestido. La escala va desde cero, cuando no hay ropa, hasta cuatro, que representa la gruesa indumentaria polar, pasando por la unidad que corresponde a traje y ropa interior normales. La unidad se define científicamente como la resistencia que encuentra el calor para transmitirse desde la piel hasta la superficie exterior de la ropa (tabla 12.1). En Canarias los valores oscilarían entre el 0 y el 1,5.

La carta de Olgay está diseñada para condiciones de exterior y no tiene en cuenta el edificio y las variaciones que éste produce en las condiciones temperatura - humedad interiores.

Sin embargo, dado que cuantifica las necesidades para la obtención del bienestar, puede utilizarse, como indicador de las condiciones que se deben crear en el interior de las edificaciones.

Factor ropa	Tipo de vestido
0	Desnudo
0,5	Ropa ligera de verano
1,0	Traje normal con chaleco
1,5	Ropa de abrigo medio
2,0	Ropa de abrigo grueso

Tabla 12.1. Escala CLO

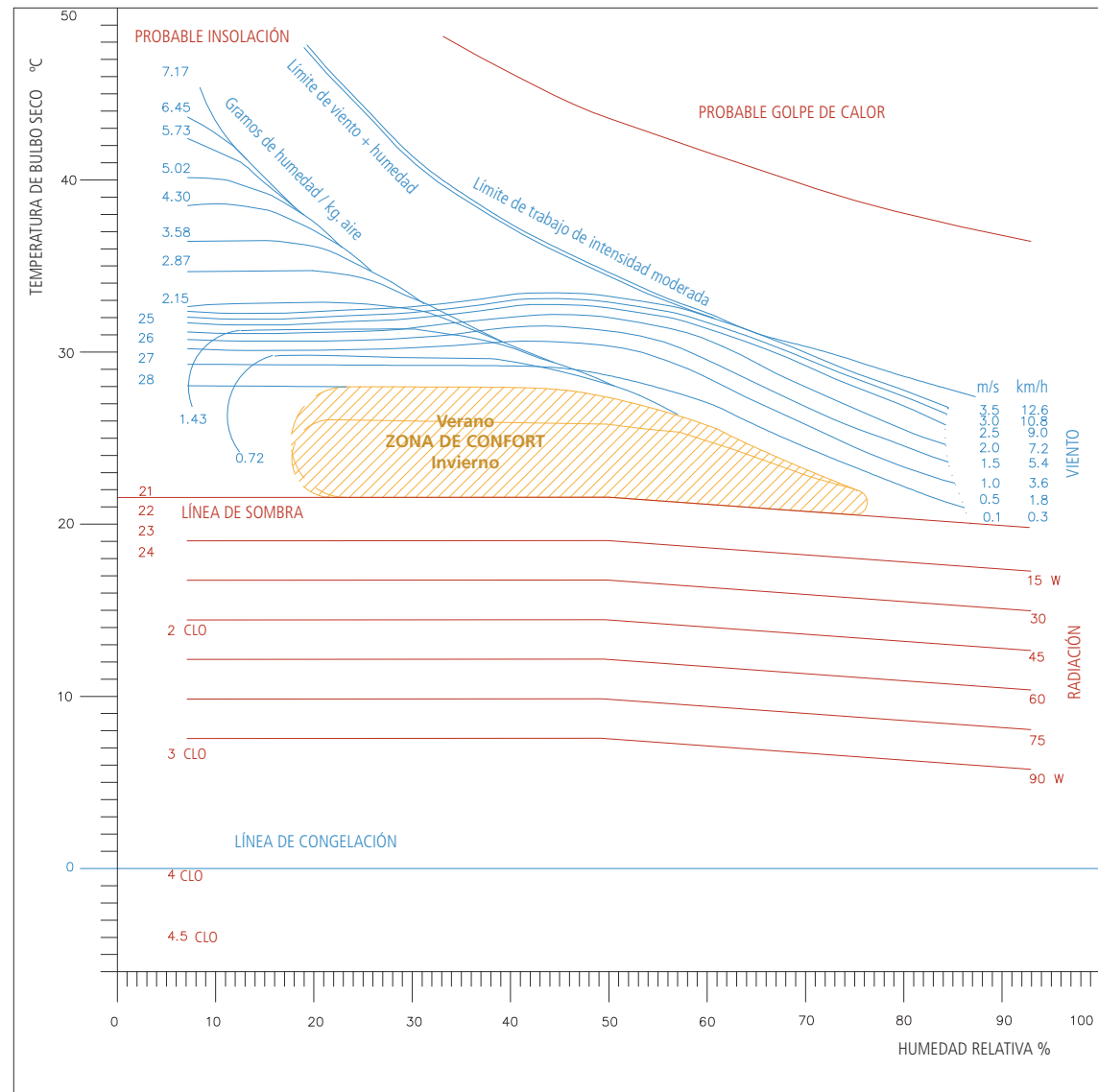


Figura 12.1. Carta bioclimática de Olgay (28° latitud Norte)

## CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI

La Carta Bioclimática de Givoni se basa en el Índice de Tensión Térmica (ITS) para delimitar la zona de bienestar, y su aplicación es muy adecuada en climas cálidos de las regiones áridas.

Este método tiene en cuenta las características de la construcción como modificadoras de las condiciones del clima exterior, y en sus recomendaciones habla del bienestar en el interior de las edificaciones.

Givoni propone una carta bioclimática en la que en el eje de abscisas se representan las temperaturas de bulbo seco (la que normalmente dan los observatorios) y las ordenadas representan la tensión parcial de vapor de agua contenido en el aire, y las líneas curvas, psicrométricas, representan la humedad relativa. Sobre la línea de máxima humedad 100% se representa la temperatura de bulbo húmedo (figura 12.2).

La representación del clima anual se ha realizado con las condiciones medias de las máximas y mínimas de cada mes, con lo que además de los valores medios queda plasmada la oscilación diaria de los parámetros temperatura-humedad, dato muy importante para el diseño de las cualidades termofísicas del edificio.

Se delimitan varias zonas cuyas características de temperatura y humedad indican la conveniencia de utilizar unas determinadas estrategias de diseño en la edificación. En aquellas zonas en las que se superponen distintas estrategias, se puede usar una, otra o la acción combinada del conjunto de las recomendadas. Hay que tener en cuenta también que el cumplimiento de las condiciones consideradas como insuficientes, favorecen y abaratan el uso de las necesarias. Así, si se necesita calefacción, un buen comportamiento pasivo disminuirá la cantidad de energía que se gaste en ella; o si se necesita refrigeración, el buen diseño pasivo minimizará la instalación.

### PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS

Una vez analizadas las condiciones del entorno que modifican los valores de las variables climáticas en cada una de las escalas (general, de entorno y de entorno próximo), y visto en los

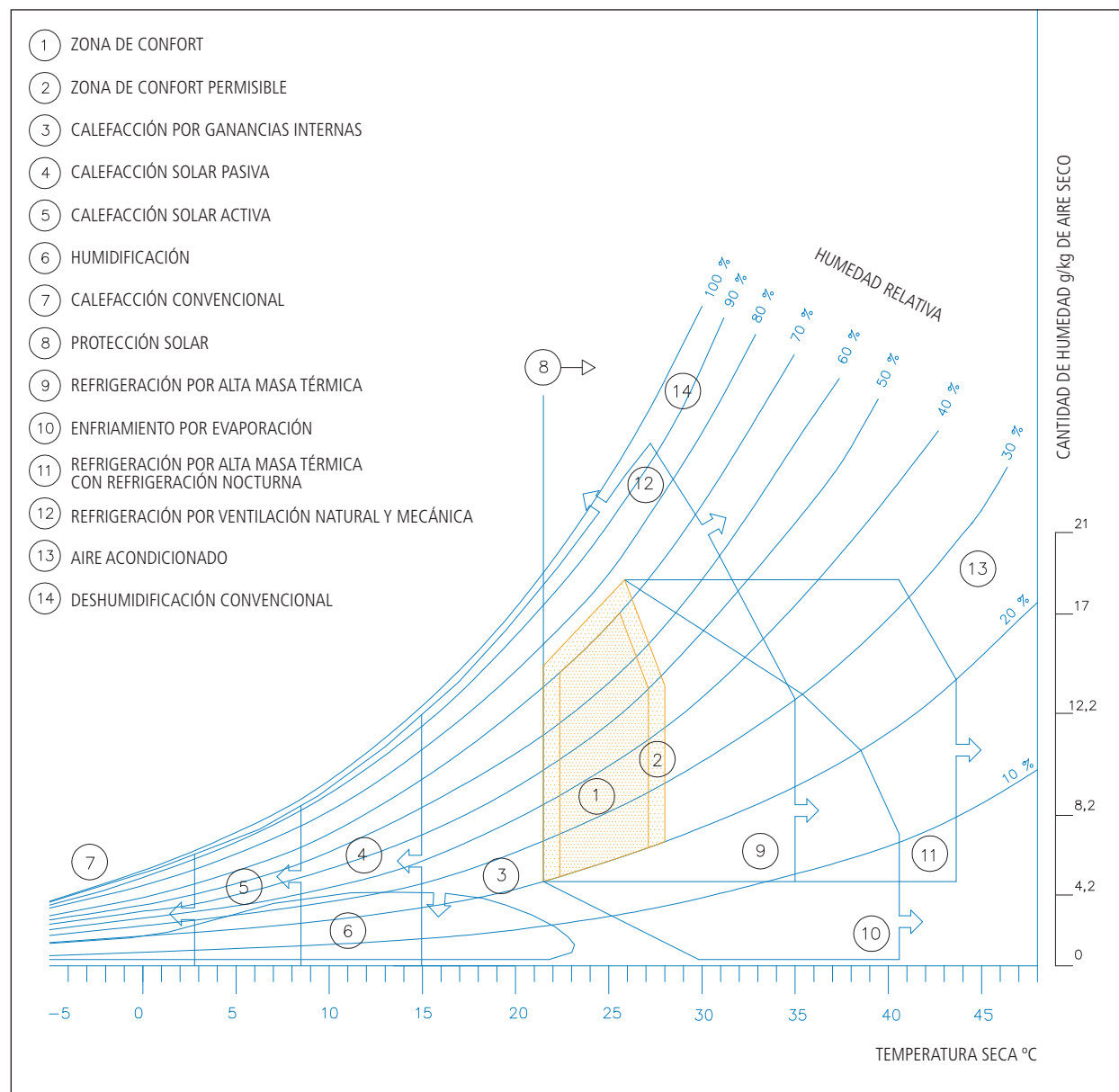


Figura 12.2. Carta bioclimática de Givoni (28° latitud norte)

diagramas bioclimáticos cómo estos parámetros influyen en el bienestar humano, se deberá analizar detalladamente cada una de dichas variables y los factores que más incidencia tienen sobre ellas.

*Los parámetros que intervienen en la sensación térmica, dependientes del medio, son básicamente temperatura, humedad, radiación y movimiento del aire.*

El siguiente capítulo se dedica a analizar cada uno de estos parámetros, su incidencia y relación con el edificio. Será sobre ellos, y sobre los factores que los modifican, en los que habrá que centrar las estrategias de actuación.

Los parámetros climáticos están interrelacionados entre sí, la variación de cada uno de ellos afecta a los demás y de la interacción entre todos depende la resultante final y, en definitiva, la sensación de confort. De entre todos ellos, el correspondiente a la temperatura es el de más difícil control, al depender de la acción del resto de parámetros. Por tanto, para el estudio que se realizará a continuación, se tomará la temperatura como una resultante, variable dependiente del resto de los parámetros (humedad, viento y radiación), y no como caso de estudio en sí mismo.

Cada una de las variables climáticas está sujeta a unas condiciones relativas en las cuales se desarrolla. Así, para que existan movimientos de aire deben existir diferencias de presión entre dos puntos (presiones o bajo presiones) que a su vez se pueden producir por calentamientos o enfriamientos de las superficies en contacto con el aire.

La alteración de los factores que inciden en el desarrollo de las variables climáticas puede servir para modificar, en el sentido requerido, los valores de dichas variables.

Normalmente resulta imposible influir en el clima regional, y muy difícil hacerlo en el de la zona, salvo que se tomen medidas de orden político en cuanto a la recuperación y ordenación del territorio a escala de Planes Generales. Sin embargo, es relativamente fácil actuar en el entorno más inmediato, el microclima, en el que se encuentran las edificaciones. La estrategia a utilizar

vendrá desde el propio diseño de la edificación y sus espacios adyacentes, lo que significa utilizar con determinado criterio los recursos constructivos para producir, por acción u omisión, las alteraciones de los parámetros climáticos requeridas para alcanzar la sensación de confort.

Antes de entrar en el análisis de las soluciones necesarias para alterar las variables climáticas, será interesante estudiar los parámetros climáticos, sus características y de qué modo influyen las condiciones del entorno construido en su regulación.

## HUMEDAD

El parámetro de humedad que se considera en el estudio bioclimático es el referido a la humedad relativa, o sea, la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire y cantidad de vapor en aire saturado a la misma temperatura. También puede utilizarse la relación entre gramos de humedad y kilogramos de aire. Como puede verse en el diagrama de Olgay, si la temperatura se mantiene entre los 21,5 °C y 28 °C, se puede disfrutar de sensación de confort dentro de unos límites de humedad relativa (entre el 20% y el 50%), disminuyendo la tolerancia de temperatura al ir aumentando la humedad relativa.

Muy importante es la influencia de la humedad relativa cuando aumenta la temperatura por encima de los 25 °C. En este caso, las necesidades de corrección para mantener una sensación de confort admisible variarán dependiendo del contenido de humedad:

- Si la humedad relativa es inferior al 40% habrá que aumentarla.
- Si es superior a ese valor habrá que disminuirla o incrementar la ventilación.
- Por encima del 80% de humedad relativa es siempre necesario disminuirla para alcanzar el confort.

Se trata de un factor de cuya variación se depende fundamentalmente en las situaciones en las que las temperaturas son elevadas, y con el que se puede contar en las estrategias de refrigeración.

La variación de humedad relativa en el aire se produce a través de dos fenómenos físicos: la evaporación y la desecación. Ambos procesos necesitan de la presencia de calor (por cesión o absorción).

Para evaporar 1 litro de agua se requieren unas 600 kcal, estando la velocidad de evaporación directamente relacionada con la velocidad del aire y con su contenido en vapor de agua. Por el contrario, el poder desecante del aire (y por tanto su capacidad para evaporar agua) es mayor cuanto más caliente y seco sea.

Cuando no existen aportes energéticos del exterior, los intercambios de calor se producen en el interior de un sistema cerrado aire-agua. Una masa de aire seco y cálido en contacto con una superficie de agua (funciona mejor cuanto más superficie de contacto exista, como en el caso de las pulverizaciones aéreas de agua) pierde calor por evaporación mientras se satura de vapor de agua (figura 12.3).

Este principio, denominado saturación adiabática, explica los fenómenos de refrigeración del aire en presencia de agua. La temperatura final de la mezcla, con el aire saturado, se llama temperatura de saturación adiabática.

La humedad es un valor relativamente fácil de aumentar, pero más complicado de disminuir de un modo natural. Suele ser elevada en zonas costeras y en presencia de masas vegetales.

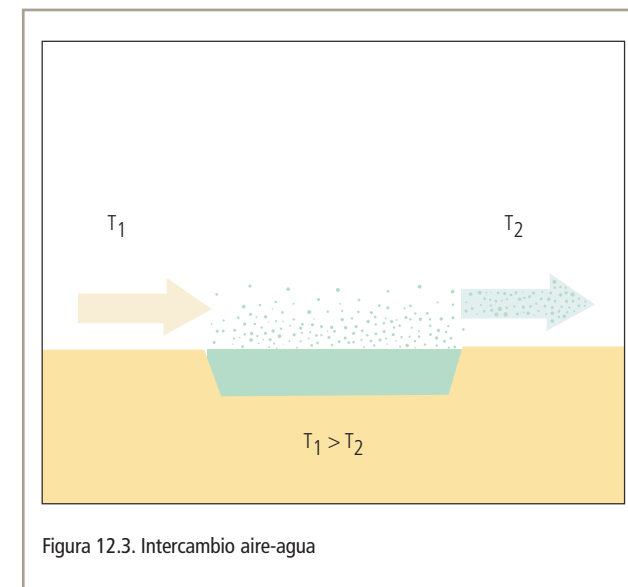


Figura 12.3. Intercambio aire-agua

Una de las concreciones arquitectónicas más sencillas de este principio físico es el patio con estanque y surtidores, como sucede en la Alhambra y el Generalife. Otro sistema muy utilizado es el riego de patios y terrazas, que además de enfriar el aire por evaporación, si los pavimentos son porosos, aumenta y mantiene la refrigeración, pues una vez saturados sueltan la humedad poco a poco.

La aplicación de este principio es simple cuando se trata de refrigerar lugares en donde es posible evaporar agua. Si a la refrigeración del aire mediante este último proceso se le une una ventilación forzada, es factible una eficaz disminución de la sensación de calor.

En Canarias el agua es un recurso escaso y los climogramas recomiendan la disipación de humedades.

El único problema que podría plantearse en este sistema es que la humedad generada por evaporación fuera excesiva. En esta hipótesis, sería necesario hacer pasar el aire, tras su humectación, por una zona de desecación. En realidad basta con poner en contacto dicho aire con materiales de alto poder desecante como el yeso, tradicional revestimiento interno de paredes y techos de los edificios.

Si la humedad es excesiva de modo natural y esto coincide con épocas de elevadas temperaturas, las estrategias a adoptar deben pasar o bien por la disminución de la humedad, por medio de sistemas de desecación, o bien por la disminución de la sensación de humedad, por medio de una suficiente ventilación.

## VIENTO

### Características del viento

El viento es uno de los factores climáticos de más difícil previsión, puesto que las variaciones de pendiente o relieve y las obstrucciones existentes en cada emplazamiento pueden alterar completamente los parámetros obtenidos en los observatorios meteorológicos en cuanto a regímenes habituales.

Las consideraciones en cuanto a la incidencia del viento están por tanto tan condicionadas a los factores locales que resulta difícil poder realizar un cuadro de situaciones tipo. Únicamente es posible dar una serie de datos, que habrán de matizar-

se en cada caso específico como consecuencia de las variaciones producidas por el entorno en cada una de sus escalas.

Las características del viento que pueden sufrir modificaciones son las relativas a velocidad (intensidad) y dirección, dado que la frecuencia depende de los factores generales del clima y no de las variaciones del entorno.

Para cuantificar en qué grado y de qué modo las modificaciones de los regímenes de viento son realmente significativas, conviene determinar en qué medida el viento incide en la sensación de confort y cuáles son sus efectos sobre el individuo.

La acción del viento sobre el hombre puede ser de dos tipos, acción mecánica o acción térmica.

### Acción mecánica

Para tener una idea de cómo este factor afecta a las variaciones de confort, puede servir la tabla 12.2, con intensidades medidas en metros/segundo y en kilómetros/hora:

Sensación débil	$V < 4 \text{ m/s (14,4 km/h)}$
Sin perjuicio grave	$5 \text{ m/s (18 km/h)} < V < 10 \text{ m/s (36 km/h)}$
Perjuicio grave	$10 \text{ m/s (36 km/h)} < V < 15 \text{ m/s (54 km/h)}$
Peligroso para los peatones	$V > 15 \text{ m/s (54 km/h)}$

Tabla 12.2. Intensidades-consecuencias del viento

### Acción térmica

La incidencia del viento permite mitigar los efectos del aumento de temperatura y humedad relativa por encima de los valores normales de confort. Esto significa que, cuando sea necesario y posible, se puede utilizar la acción mecánica del viento para producir una acción térmica que repercuta favorablemente en la sensación de confort.

Del diagrama de Olgay puede deducirse que los valores entre los cuales es efectiva la acción térmica del viento varían

según temperatura y humedad. Con humedades relativas entre el 20% y el 50% se puede suavizar la sensación de calor existente entre los 28 °C y los 35 °C. A partir de grados de humedad relativa superiores al 50%, el efecto refrigerante del viento pierde su eficacia progresivamente con el aumento de la temperatura, de modo que con humedades del 90% sólo se pueden suavizar eficazmente temperaturas del orden de los 28 °C.

La velocidad del viento (siempre dentro de los valores que no producen molestias) influye también en la reducción de la sensación de calor. Con una humedad constante, para reducir la sensación de calor en 1 °C es necesario un aumento en la velocidad del viento de 0,5 m/s (1,8 km/h) si las temperaturas están entre los 25 °C y los 30 °C y de 1 m/s (3,6 km/h) si están entre los 30 °C y los 35 °C.

Como ya se ha indicado, no basta con aplicar las intensidades de viento obtenidas por observatorios en una determinada zona para saber en qué medida el efecto del viento puede incidir en la sensación de confort. La variabilidad de las obstrucciones y de la forma de los obstáculos que éste encuentra a su paso modifica sustancialmente las condiciones de los vientos que efectivamente inciden en las fachadas de las edificaciones.

A efectos de diseño bioclimático los elementos necesarios para evaluar la incidencia real del factor de viento son los siguientes:

- Conocer las condiciones meteorológicas locales y sus parámetros variables, por medio de las mediciones realizadas por los observatorios correspondientes.
- Evaluar los elementos físicos del entorno capaces de variar dichos parámetros, tales como:
  - Altitud
  - Rugosidad
  - Obstrucciones naturales y artificiales

Cada uno de estos parámetros implicará una corrección de los valores obtenidos en los observatorios en el nivel de escala correspondiente.

Los parámetros iniciales necesarios para conocer la problemática del viento en el emplazamiento de actuación son los de velocidad, dirección y frecuencia.

### Variaciones en los flujos de aire

Los flujos de viento pueden sufrir modificaciones sustanciales no sólo debido a factores orográficos generales sino también debido a condiciones particulares de los emplazamientos.

Es habitual que la intensidad de viento varíe en una misma zona según el tipo de geografía existente. La intensidad de viento aumenta al disminuir las obstrucciones, aumentando progresivamente desde los terrenos con protección, pasando por los espacios abiertos, las costas y llegando al mar abierto.

Las modificaciones en las condiciones de viento se encuentran determinadas fundamentalmente por los factores de obstrucción física, en los que influye tanto la forma como la composición del tipo de obstáculo. Dentro del campo de la arquitectura las obstrucciones más frecuentes son las que se producen entre edificaciones en un mismo entorno urbano. Conviene recordar que el edificio construido es en sí mismo una masa que actúa como barrera frente al viento y que, por tanto, está sometido a los mismos efectos (figura 12.4).

#### 1. Efectos según la forma de la edificación

De los resultados obtenidos por los efectos que el viento ejerce sobre los sólidos que se interponen en su camino, se pueden establecer una serie de clasificaciones. Las que se exponen a continuación están relacionadas con los efectos de obstrucción que los edificios producen entre sí.

##### a. Efecto de esquina.

La velocidad del aire en las esquinas de la construcción aumenta al ponerse en contacto la zona de sobrepresión de la cara expuesta con la depresión que se produce en el lateral del edificio. El efecto se produce independientemente de la altura del edificio, aunque aumenta con ésta y es mayor en los edificios de planta rectangular que en los de planta cuadrada (figura 12.5).

El incremento de velocidad para una altura de 15 m (5 plantas) es de 1,2 veces en edificios de planta rectangular.

Este efecto se ve acentuado por un gradiente horizontal de velocidades que se produce en la esquina, con valor mínimo en

ese punto, y que va creciendo a medida que es mayor la separación.

##### b. Efecto Venturi

Cuando dos elementos de barrera se encuentran implantados de manera que formen un colector, se crea una aceleración a nivel de suelo. El factor se refuerza cuando las esquinas de

dichos elementos acaban en formas curvas en el estrechamiento o cuando se prolongan detrás de él divergiendo (figura 12.6).

Sus condiciones de existencia son tales que la dirección del viento ha de ser coincidente aproximadamente con la bisectriz del ángulo que se forma en el estrechamiento y la separación entre edificios esté comprendida entre 0,5 y 4 veces la altura de los edificios.

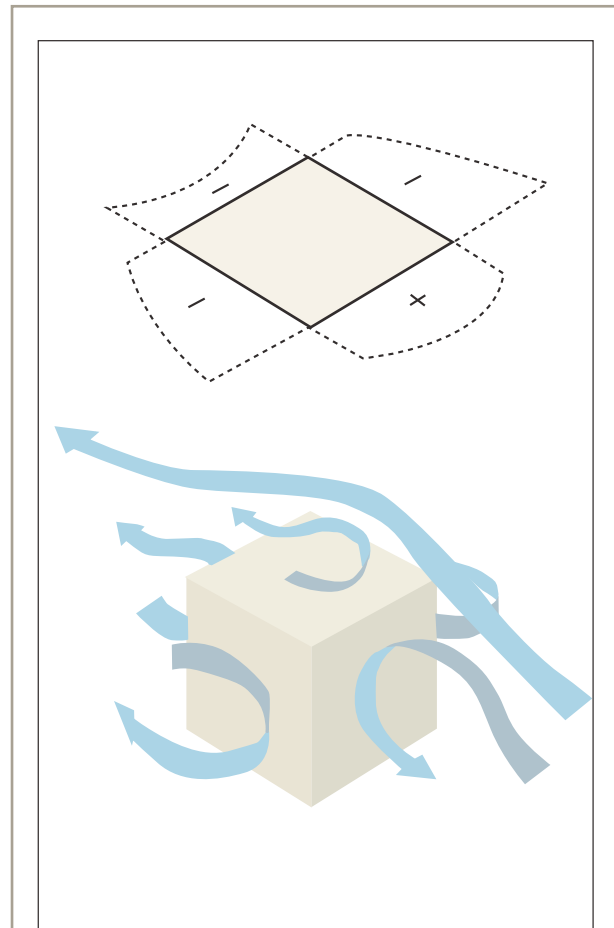


Figura 12.4. Efecto del viento sobre un volumen prismático: caras con sobre y bajo presión

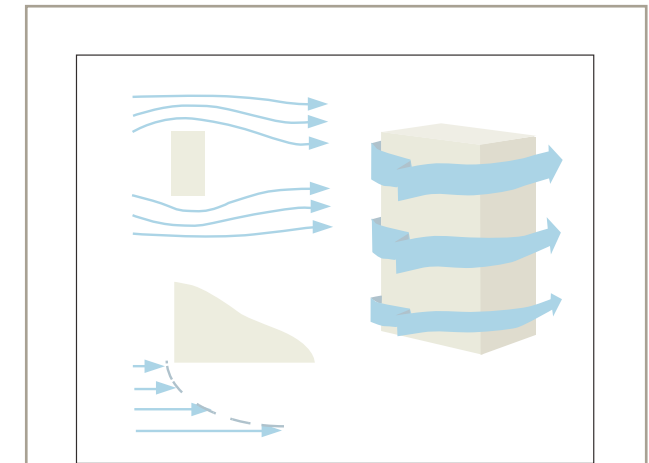


Figura 12.5. Efecto de esquina

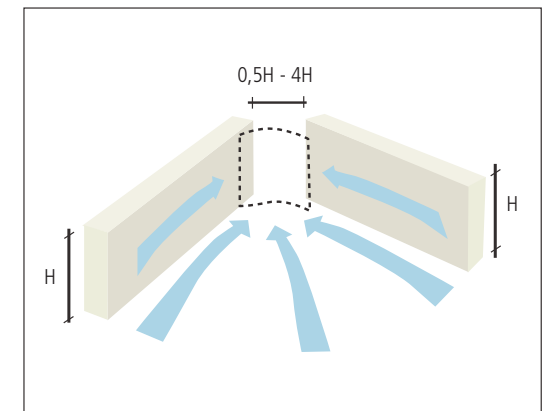


Figura 12.6. Efecto Venturi

El efecto aumenta proporcionalmente a la altura y a la longitud de las edificaciones.

#### c. Efecto de abertura

El viento rodea el obstáculo, elevado con respecto al suelo, y se reparte entre la zona baja de la edificación (con mayor intensidad) y la zona superior (con menor intensidad) (figura 12.7).

El efecto aumenta con la altura del edificio, siendo mayor cuanto más perpendicular a la fachada sea la dirección del viento. En las aberturas con pantallas el efecto es mayor que en los pasadizos, extendiéndose la zona afectada en una dimensión igual a la de la abertura: como ejemplo para una altura de 5 plantas, el incremento de la velocidad del viento en la zona afectada es de 1,2 veces con respecto a la velocidad inicial.

#### d. Efecto de rodillo

Se produce un flujo en torbellino en la base de la cara expuesta al viento. La dirección del flujo de aire en dicha cara es perpendicular al suelo, para elevarse posteriormente en un movimiento circular (figura 12.8).

La condición de existencia es que la altura media del edificio sea superior a los 15 metros, extendiéndose la superficie afectada a lo largo de la base del edificio en una anchura prácticamente igual a la mitad de su altura.

#### e. Efecto de rebufo

Se produce un movimiento en torbellino detrás del edificio, por las diferencias de presión entre las caras, siendo el fenómeno proporcional al tamaño del edificio. La zona afectada se extiende hasta cuatro veces la altura del edificio, y en un ancho a cada lado igual a dos veces el ancho de la construcción (figura 12.9).

#### f. Efectos de barrera

La profundidad de las zonas protegidas es proporcional a la altura de las barreras. En las barreras limitadas longitudinalmente, como pueden ser los edificios, según aumenta la separación a la línea de barrera, la zona protegida disminuye desde los ángulos hacia el centro (figura 12.10).

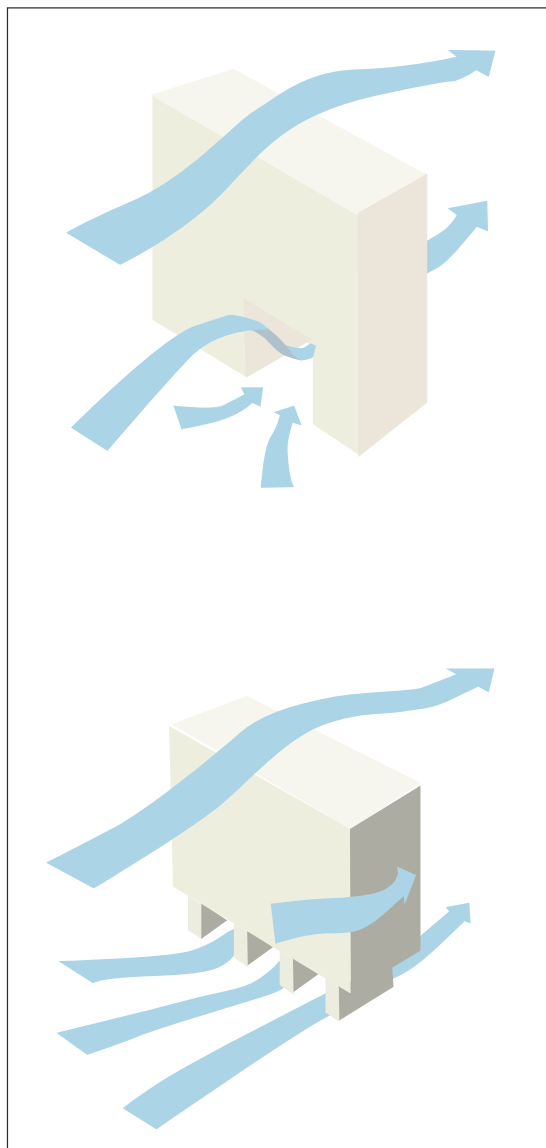


Figura 12.7. Efecto de abertura

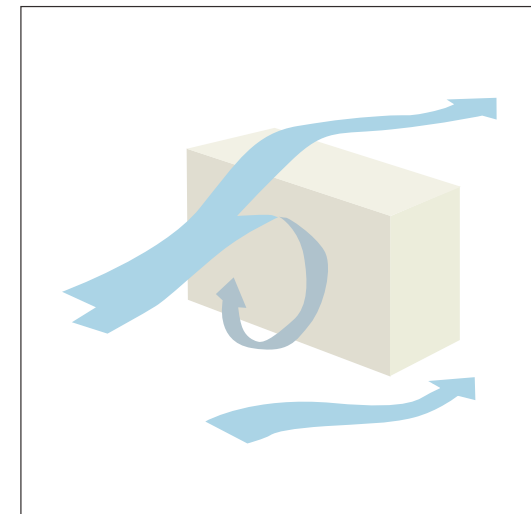


Figura 12.8. Efecto de rodillo

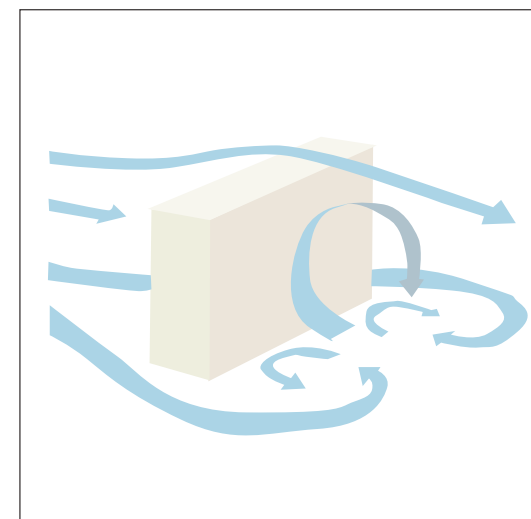


Figura 12.9. Efecto de rebufo



La relación entre altura y anchura de las barreras es tal que la profundidad de la zona protegida aumenta también con la longitud de la barrera. La mayor protección se obtiene cuando la longitud de la barrera es al menos diez veces su altura. La profundidad de la zona protegida se sitúa en un máximo de ocho veces la altura de la barrera.

## 2. Obstrucciones al viento

La mayor parte de las obstrucciones al viento responden al principio del efecto barrera. Los elementos que conforman barreras de viento, voluntaria o involuntariamente, son de dos tipos según su constitución material, vegetales o artificiales.

### Barreras vegetales

Las barreras vegetales son las formadas por masas de árboles o especies vegetales con suficiente altura y frondosidad como para modificar los parámetros del viento. Pueden encontrarse naturalmente o estar realizadas por el hombre (figura 12.11).

En términos generales pueden ser de dos tipos, de hoja caduca y de hoja perenne. En el primero de los casos se tiene una

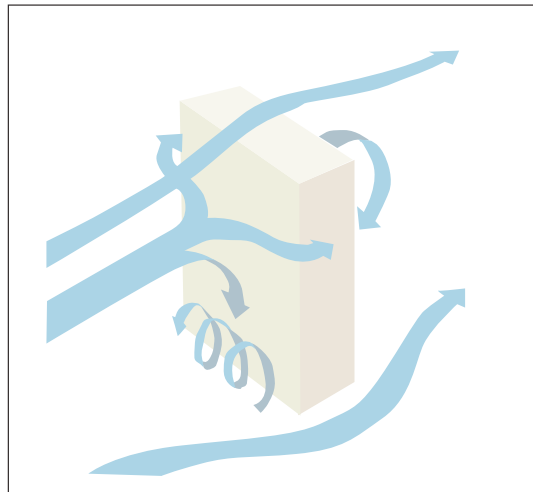


Figura 12.10. Efecto de barrera

barrera selectiva en cuanto a su duración temporal y aprovechando las diferentes floraciones de algunas especies vegetales se pueden conseguir unos efectos de barrera adecuados a cada época anual (figura 12.12).

Durante las épocas de caída de hoja desaparece este efecto de barrera, aunque esto se pueda amortiguar en parte con plantaciones de mayor densidad. Una de las ventajas de las plantaciones de hoja caduca es la capacidad de dejar paso a la radiación solar en las épocas de caída de hoja y el efecto barrera sobre esta misma radiación en las épocas de floración.

La eficacia del efecto de frenado (disminución de la velocidad del aire por efecto de la rugosidad) depende de la porosidad efectiva del follaje, es decir, de la relación de superficie de los orificios sobre la superficie total de la masa foliar ponderada por un

coeficiente de pérdida de carga. Esta porosidad varía según las estaciones y las especies elegidas.

### a. Barreras artificiales

Como barreras artificiales se entienden las que se realizan con materiales de construcción. Su eficacia en cuanto a la disminución de la intensidad de viento se determina por su altura y el factor de permeabilidad.

En general, las barreras masivas, realizadas con materiales de construcción, son más eficaces en la reducción de la velocidad del viento. Sin embargo, las barreras de carácter vegetal, pese a dispensar una menor protección en términos de intensidad, tienen la ventaja de aumentar la profundidad de las zonas protegidas.

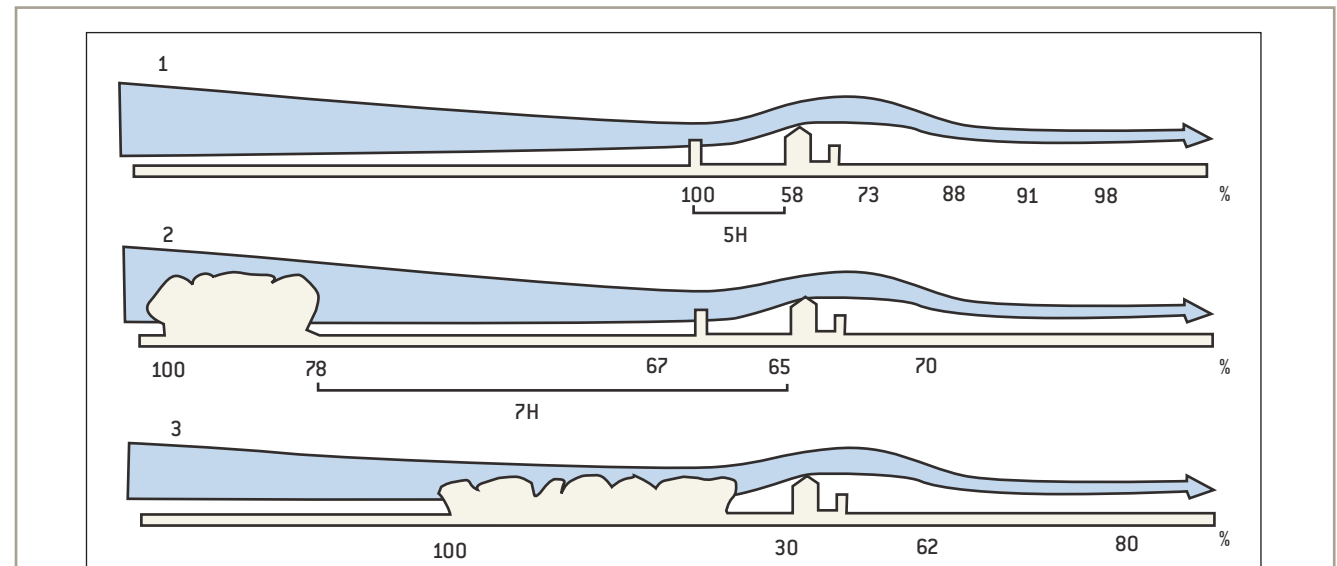


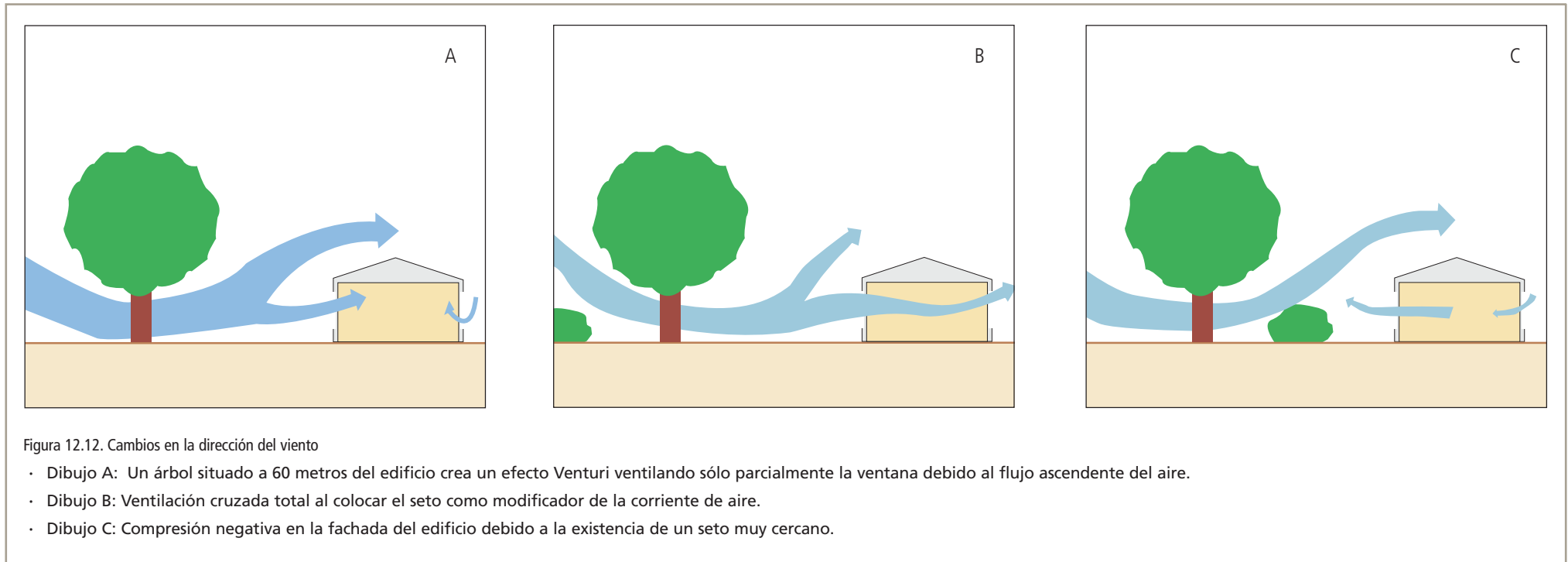
Figura 12.11. Efectos de las obstrucciones

### Reducción de la velocidad del viento

Efecto de reducción de la velocidad del viento (expresado en tanto por ciento) según el tipo de barrera y la distancia.

- Dibujo nº 1: Barrera formada por un muro de construcción.
- Dibujo nº 2: Barrera formada por árboles de gran tamaño.
- Dibujo nº 3: Barrera formada por seto denso.





La barrera artificial más habitual está constituida por las propias edificaciones que forman la ciudad. La velocidad y dirección del viento son modificadas cuando se encuentran con un edificio. El viento tiende a rodearlo, creando una zona de fuerte presión en la cara expuesta y de depresión en la cara protegida, debido a los efectos de barrera y rebufo.

Dado que la velocidad del viento aumenta en relación a la altura con respecto al plano del suelo, se deduce que la velocidad del viento entre los espacios edificados es menor que entre las zonas arboladas y mucho menor que en los espacios abiertos.

Debido a la cantidad de obstrucciones que producen los edificios colocados de muy diversa manera en los núcleos urbanos, las corrientes de viento en el interior de ellos resultan particularmente turbulentas y variables y, en general, de difícil previsión.

Particularmente fuertes suelen ser las corrientes de aire situadas en la base de los edificios elevados, especialmente cuando éstos se encuentran situados en avenidas largas.

### Conclusiones sobre la incidencia del viento

Una vez analizados los factores que inciden en los cambios de velocidad, dirección y frecuencia de los vientos dominantes en el emplazamiento, y teniendo en cuenta todos los factores que modifican los regímenes habituales en función del microclima y de las obstrucciones, se pueden diseñar las estrategias arquitectónicas a seguir según las necesidades de ventilación, protección al viento o combinación de ambas, necesarias para conseguir condiciones de confort.

En términos generales, conviene proteger las paredes expuestas a vientos dominantes fuertes, especialmente si se asocian con lluvia, así como a vientos secos y de carácter cálido, como pueden ser los vientos de origen sahariano. Si los vientos son flojos y templados, se pueden utilizar en la refrigeración interior de la vivienda; en este caso conviene disponer de aberturas practicables de suficiente dimensión, situadas de modo ligeramente oblicuo al ángulo de incidencia. Si dichos

vientos mantiene un cierto grado de humedad relativa, por encima del 50%, aumentará la sensación de refrigeración. En caso contrario se pueden utilizar sistemas de intercambio de calor (saturación adiabática) para humedecer el aire y disminuir su temperatura.

Seguidamente se desarrollan, de modo genérico, las estrategias específicas con respecto a la incidencia del viento, según las necesidades sean de ventilación o protección.

### Ventilación

Es necesaria para alcanzar el grado de confort cuando existe calor excesivo y humedad relativa alta.

La velocidad de viento ha de aumentar progresivamente al aumento de la humedad relativa y la temperatura. El gráfico de Olgay da los valores de velocidad dentro de la zona de confort según la variación de estos dos parámetros. A partir de velocidades superiores a los 4 m/s (14,4 km/h) los efectos benéficos del

viento en la moderación de la sensación térmica se ven contrarrestados por los perjuicios derivados de su acción dinámica.

Estos mismos principios que se utilizan en los edificios para generar ventilaciones cruzadas pueden ser aplicados a escala urbana.

Para favorecer la ventilación entre una serie repetitiva de edificaciones situadas en paralelo, la disposición de las mismas ha de realizarse de modo que, situándose perpendicularmente al viento, su zona posterior de protección no llegue a cubrir la edificación siguiente, evitando de este modo el efecto barrera. Una buena relación sería dejar entre edificaciones un espacio correspondiente a cuatro veces la altura de la edificación precedente.

Dado que en el urbanismo habitual en España no se dispone de tanto espacio esta relación, resulta muchas veces inviable. Se puede en estos casos combinar tanto con efectos conseguidos por el uso de la radiación solar, ya descrito anteriormente, como por el uso de corrientes inducidas por efectos del tipo "Venturi" o "pilote".

En el primer caso, si existe alguna componente en la dirección del viento paralela a fachada, se pueden aproximar las edificaciones (teniendo siempre presente los problemas que esto puede generar a efectos de obstrucciones solares) de modo que se genere entre ambas y paralela a fachada una corriente de aire (efecto "Venturi") diferente a la existente en la fachada expuesta. El caso extremo de esta solución serían unos edificios colocados paralelamente a la dirección del viento.

En el segundo caso se puede favorecer una ventilación más fuerte bajo el edificio si éste se eleva sobre pilotes, o si se colocan grandes perforaciones en planta baja. La aceleración producida debe ser suficiente para permitir una diferencia de presiones entre ambas caras de la edificación.

Además de la acción mecánica del viento para conseguir ventilación, es posible aumentar el efecto de refrigeración disminuyendo su temperatura. Esto es posible utilizando el proceso descrito de saturación adiabática: poner en contacto, en un recinto, aire sin saturar con agua. El aire, por evaporación del agua, disminuye su temperatura al tiempo que incrementa su humedad.

Si a la ventilación natural se une la refrigeración del aire mediante este último proceso es factible una eficaz disminución de la sensación de calor. Para conseguirlo sería necesario combinar los sistemas ya descritos para obtener diferencias de presión entre partes de la edificación que permiten generar corrientes de aire y/o hacerlo correr por zonas más frías (sótanos, cámaras, conductos).

### Protección al viento

Cuando los problemas para alcanzar la zona de confort se producen por la existencia de corrientes de aire, con sus consiguientes efectos de aumento de sensación de frío o de perjuicio físico por acción dinámica, se necesitarán protecciones adecuadas. El efecto dinámico es perjudicial siempre con velocidades superiores a los 10 m/s (36 km/h), e influye negativamente incluso con velocidades pequeñas en todo tipo de clima y condiciones de humedad si la temperatura es inferior a los 20 °C.

Ya se han explicado los tipos de barrera existente y su grado de protección. En la práctica, la colocación de barreras de viento externas a la edificación, tanto de tipo artificial como vegetal, está muy condicionada por el planeamiento vigente en el emplazamiento. Cuando su colocación no es posible, o se puede realizar de modo parcial (es el caso de las barreras vegetales, que al ser menos densas de las construidas necesitan una mayor profundidad) han de paliarse estas deficiencias con orientaciones poco expuestas de las edificaciones, y si esto no es posible, con la adopción de medidas adecuadas de corrección en la propia edificación.

Las barreras vegetales producen una disminución efectiva de la velocidad del viento tras ellas que es proporcional a la distancia. El efecto de rebufo es pequeño debido a su cierta permeabilidad y baja densidad, por lo que los mayores efectos de protección se observan en distancias inmediatamente próximas a dichas barreras. Aumentando la altura de las mismas aumenta el rebufo, pero siempre se mantiene en márgenes tan escasos que puede considerarse despreciable.

Las barreras artificiales, realizadas con los habituales materiales de construcción, masivos y densos (muros, vallas metálicas), producen sus máximos efectos de disminución de velocidad del viento incidente a una distancia igual a su altura, y no inme-

diatamente tras ellas, a causa del efecto de rebufo. A partir de ese punto su eficacia disminuye proporcionalmente a su distancia de colocación.

Es importante utilizar los datos sobre la dirección del viento dominante y más frecuente, tanto en invierno como en verano, ya que pueden ser distintos, y permitir que el edificio aproveche los movimientos del aire en los meses cálidos y se cierre a los de los fríos con volúmenes, formas y/o elementos fijos en la construcción.

### RADIACIÓN SOLAR

De la observación del diagrama de Olgay se deduce que, para obtener la sensación de confort, cuando las temperaturas son superiores a los 20 °C, es necesario protegerse de la radiación solar, mientras que por debajo de esa temperatura, se necesita el aporte de energía por radiación para conseguir el mismo efecto.

En zonas en las que la radiación solar es muy alta a lo largo de todo el año, definir las estrategias que protejan de ella durante los meses sobrecalentados, y las que la aprovechen y distribuyan en los momentos infracalentados, es decir, diseñar sistemas que conduzcan a un buen aprovechamiento bioclimático, incidirá de un modo definitivo en el ahorro de energías no renovables.

Para el estudio de la radiación solar global hay que tener en cuenta tres componentes:

- La radiación solar directa que depende del espesor y limpieza de la atmósfera.
- La radiación difusa que variará de acuerdo con la turbiedad de la atmósfera y la altura solar.
- La radiación reflejada que depende de la reflectividad o albedo de las superficies adyacentes.

En los estudios de radiación para captación solar directa, este último factor, el de la radiación reflejada, no se suele tener en cuenta. Sin embargo, su influencia puede llegar a ser muy importante en áreas urbanas, donde disminuye significativamente el albedo debido a la alta capacidad calorífica de los materiales de construcción.

Se ve que las necesidades de radiación varían según las condiciones de cada lugar y edificio. Por medio de las cartas de radiación solar es posible determinar la cantidad de la misma que incide en una determinada superficie según día, hora, latitud, orientación e inclinación del plano incidido (figura 12.13).

En la cuantificación real del balance energético en una edificación, entran en juego los factores de acumulación y redistribución de calor, en los cuales la influencia de los materiales y de la forma de la edificación son determinantes, por lo que sólo puede hacerse con cierta exactitud a posteriori y mediante sistemas de simulación por ordenador.

Como recomendación general y práctica, en el caso de necesitar ganancias solares directas para entrar en la zona de confort, el sistema de actuación más fácil es el siguiente:

- Cerciorarse de la posibilidad de obtener dichas ganancias, comprobando que lo permiten la orientación del edificio y las obstrucciones durante un período de tiempo suficiente.
- Dimensionar los huecos de ventana con la suficiente amplitud para permitir unas ganancias adecuadas a la cantidad de volumen que se desea calentar.
- Orientar dichos huecos de modo que la captación directa de radiación solar sea la mayor posible durante el día.
- Prever las medidas complementarias adecuadas para conseguir tanto una buena acumulación como redistribución del calor proveniente de la captación por medio de la adecuada colocación y empleo de los materiales constructivos.
- Prever medidas que impidan la pérdida de calor por radiación de los materiales hacia el exterior en las horas nocturnas.

#### Factores de consideración sobre la radiación solar

La radiación solar que recibe un elemento determinado, un edificio, por ejemplo, depende de tres factores: la latitud, la orientación y las obstrucciones.

El primero de los factores es intrínseco al lugar, el segundo y el tercero pueden ser o no manejables según los condicionantes de cada proyecto específico.

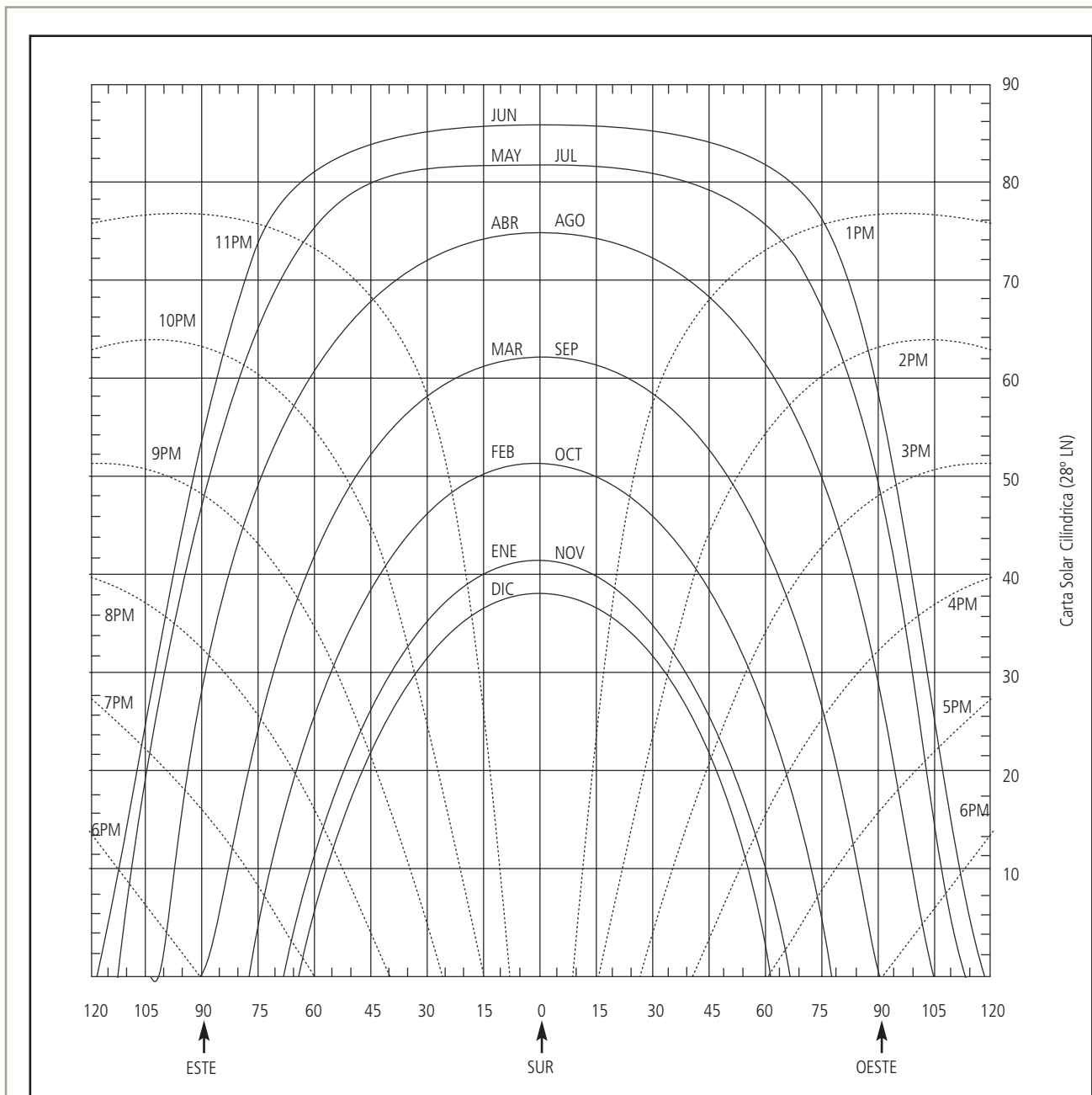


Figura 12.13. Carta Solar Cilíndrica (28° LN)

### Latitud

Las cartas solares correspondientes a cada latitud indican la posición del Sol con respecto al observador según las horas del día. La intensidad de la radiación solar se encuentra reflejada en tablas y mapas específicos para cada zona y varían incluso dentro de la misma latitud, pues este factor depende de parámetros más complejos, como la altitud, el albedo o la turbiedad del aire. Para verificar exactamente estos datos se recomienda consultar los mapas climáticos descritos en los capítulos anteriores.

### Orientación

La intensidad de radiación varía en relación a la orientación y a la época del año. Durante los meses de invierno, aproximadamente el 90% de la energía solar que se recibe lo hace entre las 8 h y las 16 h, horas solares.

De las cartas solares se deduce que la mayor cantidad de energía directa se recibe, en invierno, en la orientación Sur, disminuyendo hacia las orientaciones este u oeste, de modo proporcional a la disminución de su ángulo de elevación sobre la horizontal, manteniéndose baja la radiación cenital. En verano se recibe la mayor radiación en los planos paralelos al suelo, siendo la radiación recibida a este y oeste incluso mayor que la recibida al sur.

Como se muestra en la figura 12.14, en un edificio de forma prismática, la intensidad de la radiación varía según la época del año al variar el ángulo de inclinación del Sol.

De todo ello se deduce que, en los meses en los que se necesitan ganancias solares directas y una vez dimensionados los huecos captadores necesarios para recibir radiación directa en invierno, es necesario asegurar por medio de su correcta orientación que reciban la cantidad necesaria de radiación continua y durante un número de horas suficiente.

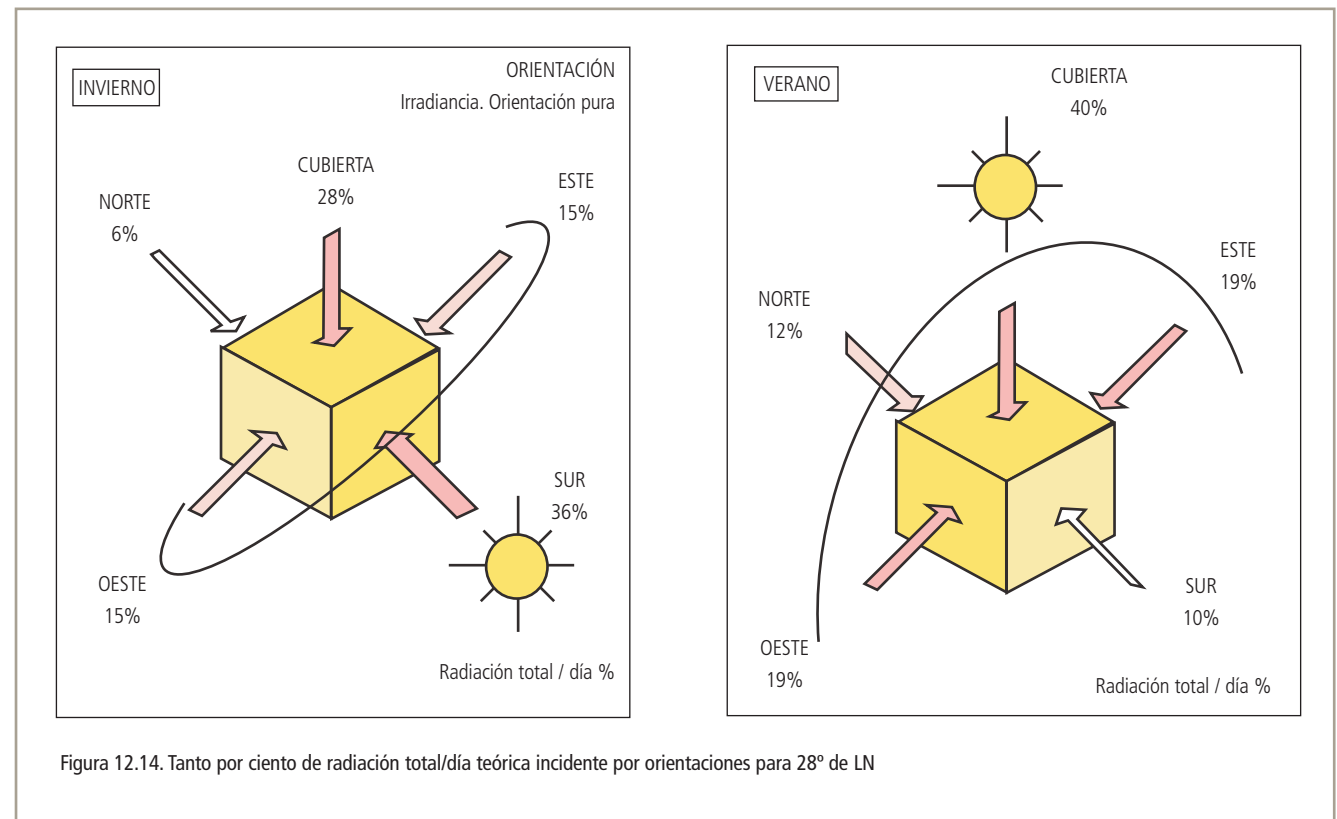
Según aumenta la temperatura media en invierno disminuye la proporción de ventana captora necesaria, pero puede suceder que en determinados lugares con diferencias térmicas diarias muy acusadas o con pérdida de la sensación de confort en verano por exceso de calor se tengan problemas de sobrecalentamiento a través de los huecos captadores. Para evitar estos problemas es preferible el uso de sistemas de protección que impidan la penetración de la radiación sobrante, y no la reducción del tamaño de huecos, aconsejado para las condiciones desfavorables.

Dado que según la orientación cambia la cantidad de radiación y el ángulo de incidencia, habrá que determinar los valores de ambos factores a través de las cartas solares cilíndricas y de las tablas de radiación, teniendo en cuenta no sólo los ángulos de incidencia, sino la cantidad de tiempo que se mantiene el soleamiento para garantizar un mínimo de efectividad, por debajo de la cual las ganancias solares pueden ser insuficientes.

Puede ser que debido a condicionantes intrínsecos al lugar (vistas, vientos, obstrucciones, ordenanzas) no sea posible, caso de ser necesario, la orientación óptima de los huecos para captación directa.

Como referencia se aporta en la figura 12.15 un gráfico comparativo de los valores de radiación en días claros en función de su orientación, calculada para una latitud de 28°N, que procede de los trabajos de Edward Mazria.

En las condiciones para Canarias, la mejor orientación es la sur, no sólo por la mejor capacidad de captación en invierno (cuando así se requiera), sino porque es más sencillo evitar los sobrecalentamientos de verano que en otras orientaciones (Este y Oeste).



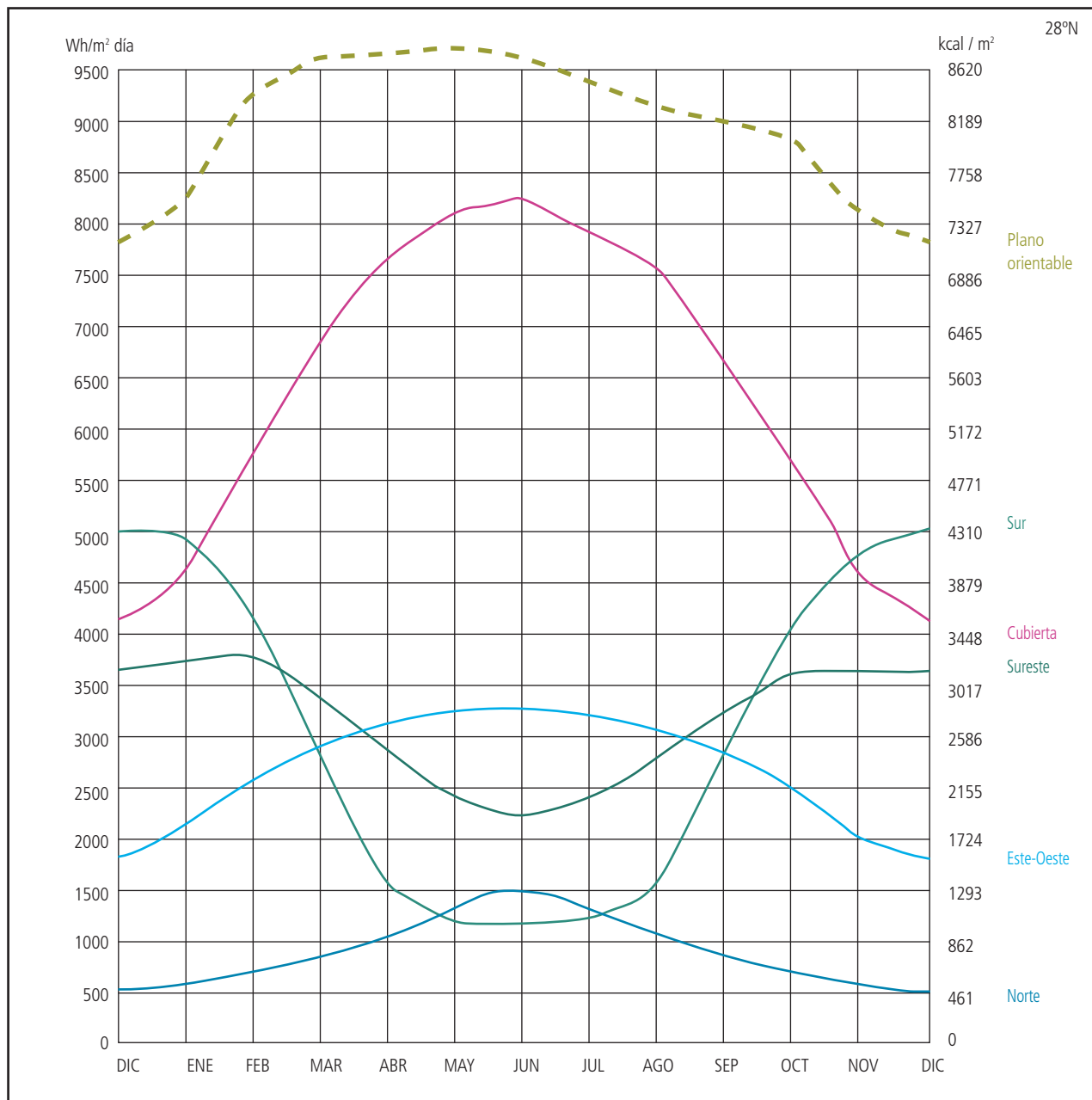


Figura 12.15. Valores de irradiancia a través de 1 m2 de vidrio con distintas orientaciones

### Obstrucciones solares

Las obstrucciones a la radiación solar dependen de los obstáculos que ésta encuentra en su trayectoria. Dichas obstrucciones pueden ser de dos tipos: debidas a factores que alteren la densidad y composición del aire (turbiedad del aire) o debidas a la interposición de obstáculos físicos.

La incidencia de la turbiedad del aire en la recepción de la radiación es significativa a unos niveles de escala amplios, relativos a núcleos urbanos o a determinadas zonas con alta concentración de partículas en suspensión. En cualquier caso, las tablas de radiación e irradiancia aportadas y los resultados que se encuentran en ellas expresan normalmente unos valores que ya tienen corregidas estas desviaciones.

A efectos prácticos, lo realmente significativo son las obstrucciones que producen los obstáculos físicos, pues son las que determinarán la posibilidad de utilizar o no radiación directa para captación.

Las obstrucciones por obstáculos físicos pueden producirse de dos formas diferentes, debidas a obstáculos topográficos como montañas, masas de árboles o laderas de valles y colinas o bien debido a obstáculos artificiales construidos por el hombre.

En ambos casos las soluciones a los problemas de obstrucción solar no suelen pasar por la eliminación física del obstáculo, por ello habrá que tenerse en cuenta dicho factor a la hora de evaluar las posibilidades de captación solar directa de cada edificio. Las obstrucciones solares son un factor determinante en las estrategias del diseño solar pasivo, pues determinan hasta qué punto es posible el uso del sol como fuente de captación directa. También es interesante conocer cuáles son los límites entre los que se han de situar los obstáculos a la radiación en los supuestos en los que se necesite protección frente a un soleamiento excesivo.

La posición de las obstrucciones para permitir el paso de la radiación o impedirlo son de una complicación notablemente inferior en el caso de que las medidas correctoras en una determinada zona sean de un tipo (captación) o de otro (protección). En dicho supuesto la estrategia de diseño estará definida en una sola dirección.

Habitualmente, éste no suele ser el caso de la mayoría de las localizaciones, que suelen requerir de captación solar en invierno y protección frente a la radiación en verano.

Entre estos dos supuestos siempre es más interesante analizar en profundidad los condicionantes que afectan más a los problemas de captación directa, puesto que en los casos de radiación excesiva se puede recurrir a sistemas de protección incluidos en el diseño del propio edificio, prescindiendo de factores exteriores.

En la edificación urbana el aspecto más relevante, en cuanto a obstrucciones se refiere, es el efecto de barrera solar que producen unos edificios con respecto a otros, mucho más habituales que las obstrucciones de carácter vegetal o topográfico.

Las obstrucciones a tener en cuenta serán no sólo las producidas por los edificios construidos en el entorno de actuación, sino también se habrá de tener en cuenta los efectos que se producirán por los de futura construcción, por edificación de solares o por transformación urbana debido a cambios de normativa.

Los condicionantes de actuación con respecto al problema planteado por las obstrucciones solares es radicalmente distinto si las edificaciones en las que se quiere incorporar medidas de corrección a través de captación directa se realizan en áreas urbanas ya edificadas y, por tanto, con una morfología ya determinada en cuanto a orientación de las calles y altura de los edificios, que cuando se planifica una actuación urbanística de nueva planta, en donde el diseño urbano y fundamentalmente la relación existente entre anchura de calle y altura de la edificación se puede realizar a partir de los supuestos de necesidad de captación directa.

En el caso de las edificaciones a realizar en áreas urbanas consolidadas, el estudio de las obstrucciones solares puede servir para la elaboración de los perfiles de sombra. Éstos consisten en el trazado sobre la carta solar de los límites de altura y profundidad por debajo de los cuales no existe radiación directa y, viceversa, saber la cantidad de tiempo en que las superficies situadas por encima de la línea de sombra reciben dicha radiación.

En el caso del planeamiento urbanístico de nueva planta, el estudio puede convertirse en un instrumento de diseño fundamental para la elaboración de un nuevo tipo de relaciones entre los espacios edificados y los libres, de manera que las nuevas edificaciones reciban una adecuada cantidad de radiación durante el tiempo suficiente para que resulte factible un abaratamiento de los costes energéticos en calefacción y refrigeración.

### Conclusiones sobre la incidencia de la radiación solar

Del análisis del comportamiento solar según las diferentes orientaciones en Canarias, se pueden extraer las siguientes conclusiones, según las necesidades de cada lugar sean la captación solar o de protección.

#### Captación solar

Dado que la media de temperatura tiene sus valores más bajos en Canarias (meses más fríos) en enero y febrero, conviene trabajar con los valores de las cartas solares relativos a estos meses, que son ligeramente más favorables que los de diciembre.

- Para un adecuado aprovechamiento de la energía de radiación, como se ha explicado en el estudio de la radiación incidente, la cantidad de tiempo necesaria para la captación oscila entre las tres y las cinco horas, escogiendo en este estudio un óptimo de cuatro horas.
- La mejor orientación de las edificaciones, en cuanto a la correcta respuesta a estos dos condicionantes de captación, es la sur, situando los edificios en calles de dirección este-oeste.
- Las orientaciones sureste y sudoeste representan ligeras desventajas con respecto a las orientaciones sur, en cuanto a la necesidad de anchura de calle. Para la peor hora (inicial o final del recorrido, según la orientación) se necesitaría en enero una anchura de en torno a dos veces la altura de la obstrucción.
- Las orientaciones este y oeste presentan fenómenos parecidos en cuanto a la relación altura de la obstrucción-anchura de calle.

En orientaciones este y oeste surgen además problemas añadidos, debidos a una disminución de las horas de radiación y a la menor intensidad de la misma, al concentrarse en las horas de mañana (orientación este) o de tarde (orientación oeste) y no repartirse en las horas centrales del día solar.

En este tipo de orientaciones pueden existir factores adicionales de complejidad, por ejemplo, las molestias que puede causar visualmente el sol por deslumbramiento en orientaciones a oeste en invierno.

Cuando no se cumplan las relaciones entre anchura de calle y altura de la edificación sólo caben dos opciones: o conseguir aportaciones de radiación mediante otros sistemas (radiación reflejada, captación cenital) o renunciar a la misma y utilizar un eficaz aislamiento para optimizar el rendimiento de sistemas de calefacción tradicionales o sistemas solares activos.

#### Protección solar

Urbanísticamente es incompatible la relación del ancho de las calles y la altura de la edificación para solucionar tanto la necesidad de captación (en los meses fríos) como la necesidad de protección (en los meses cálidos). No existe una relación adecuada en ninguna orientación que asegure una eficaz solución de ambas necesidades.

Como habitualmente es más difícil eliminar obstáculos que crearlos (especialmente cuando éstos son edificios o accidentes geográficos) y la radiación solar se puede detener pero nunca generar artificialmente, siempre primará la necesidad de conseguir suficiente captación. En estos casos, las protecciones solares se habrán de resolver mediante elementos arquitectónicos del propio edificio, que impidan la entrada de radiación en verano pero la posibiliten en invierno.

## **BLOQUE V**

# CONFORT TÉRMICO Y DISEÑO

Margarita de Luxán García de Diego  
Araceli Reymundo Izard  
(autoras)

M<sup>a</sup>. Cruz Bango Yanes  
Jackeline Hernández Tejera  
(colaboradoras)





# 13. CARTAS BIOCLIMÁTICAS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, M<sup>a</sup>. C. Bango Yanes, J. Hernández Tejera

## CARTAS BIOCLIMÁTICAS DE LAS ÁREAS ELEGIDAS COMO REPRESENTATIVAS DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE LAS ISLAS CANARIAS

Para facilitar la utilización de este manual, se ha optado por realizar las Cartas Bioclimáticas más significativas de Olgay y Givoni de una serie de lugares representativos del clima de cada isla (uno de cada vertiente de las islas menores y diez en total para las islas mayores).

También se indica entre paréntesis la zona climática que en el Código Técnico de la Edificación-HE1 correspondería a cada lugar a partir de valores tabulados en el mismo.

Hay que tener en cuenta que lo variado de la geografía canaria condiciona situaciones climáticas que pueden diferenciarse aunque las poblaciones estén cercanas; en todo caso, siempre conviene utilizar los datos climáticos más particularizados que se alcancen a conseguir. Si esto no fuese posible, cabe partir, básicamente, de estos climogramas y realizar las correcciones y diferenciaciones que se estimen lógicas y pertinentes.

Para la elaboración de estos diagramas se han utilizado las temperaturas medias, máximas y mínimas en cada lugar y los valores de humedad relativa corresponden a las 7 h (humedad máxima) y a las 13 h (humedad mínima).

Las zonas seleccionadas para la elaboración de los climogramas se indican en las páginas siguientes.

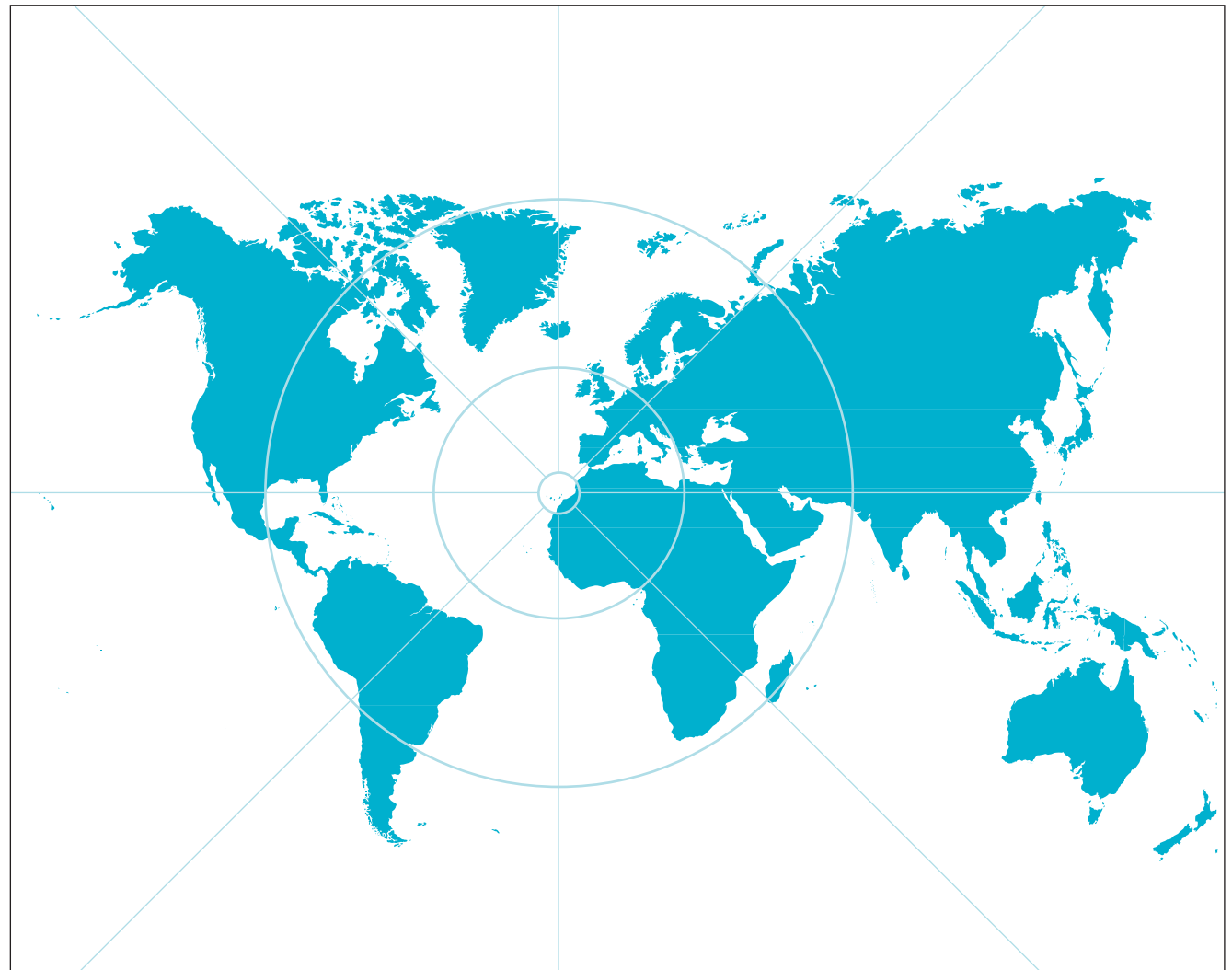




Figura 13.1. Localización de los lugares estudiados en las Islas Canarias

LA PALMA		GRAN CANARIA	
Santa Cruz de la Palma	(Zona A3)	Las Palmas de Gran Canaria	(Zona A3)
Los Llanos de Aridane	(Zona A3)	Tamaraceite	(Zona A3)
Breña Alta	(Zona A3)	Vecindario	(Zona A3)
Barlovento	(Zona A3)	Maspalomas	(Zona A3)
EL HIERRO		Guía	(Zona A3)
Frontera	(Zona A3)	Valleseco	(Zona B3)
La Restinga	(Zona A3)	Santa Brígida	(Zona A3)
Valverde	(Zona A3)	Valsequillo	(Zona A3)
LA GOMERA		Puerto Mogán	(Zona A3)
San Sebastián de la Gomera	(Zona A3)	Cruz de Tejeda	(Zona B3)
Valle Gran Rey	(Zona A3)	Melenara	(Zona A3)
Agulo	(Zona A3)	San Nicolás de Tolentino	(Zona A3)
FUERTEVENTURA		Temisas	(Zona A3)
Corralejo	(Zona A3)	TENERIFE	
Antigua	(Zona A3)	Santa Cruz de Tenerife	(Zona A3)
Puerto del Rosario	(Zona A3)	La Laguna	(Zona A3)
Morrojable	(Zona A3)	Puerto de la Cruz	(Zona A3)
LANZAROTE		Granadilla	(Zona A3)
Arrecife	(Zona A3)	El Médano	(Zona A3)
Teguise	(Zona A3)	Las Américas	(Zona A3)
Playa Blanca	(Zona A3)	Puerto de Santiago	(Zona A3)
		Tacoronte	(Zona A3)
		La Esperanza	(Zona B3)
		Güímar	(Zona A3)
		Guía de Isora	(Zona A3)
		La Orotava	(Zona A3)

Tabla 13.1. Núcleos urbanos estudiados y zona climática correspondiente según CTE

ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS DE CONFORT Y RECOMENDACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA CADA UNA DE LAS CARTAS BIOCLIMÁTICAS

LA PALMA

Santa Cruz de La Palma. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,9°C y medias de las máximas superiores a los 21°C en los meses más fríos (enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,4°C y máximas en torno a los 22°C y para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra durante las horas del mediodía. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre hay que permanecer a la sombra casi todo el día ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 25°C.

En los mediodías de agosto y septiembre se necesitaría, además de la sombra, una velocidad del aire de 0,1 m/s.

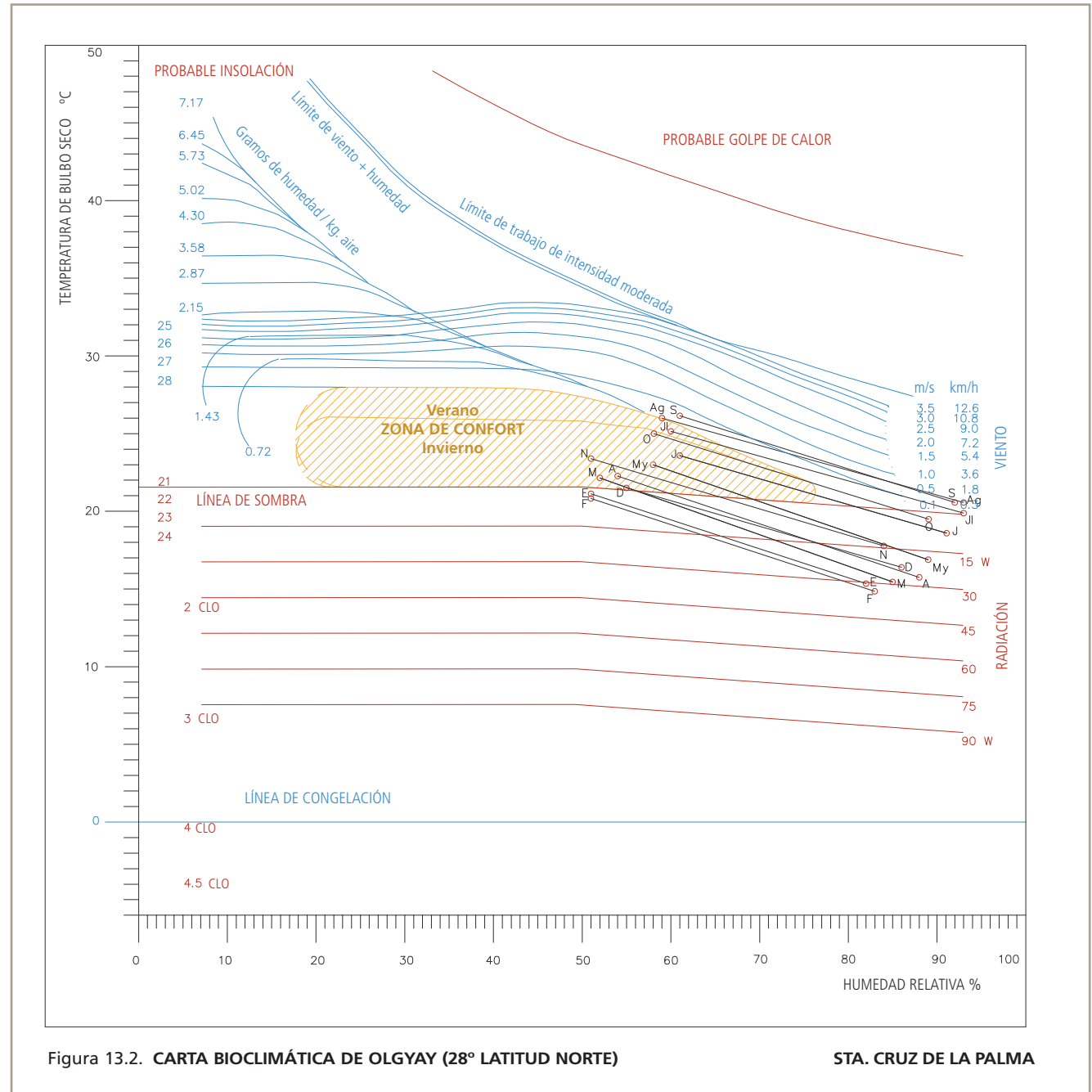


Figura 13.2. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

STA. CRUZ DE LA PALMA

Santa Cruz de La Palma. *Carta Bioclimática de Givoni*

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante el mes de febrero, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de unas 9 a 12 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de noviembre, diciembre, marzo y abril y durante todo el día en mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

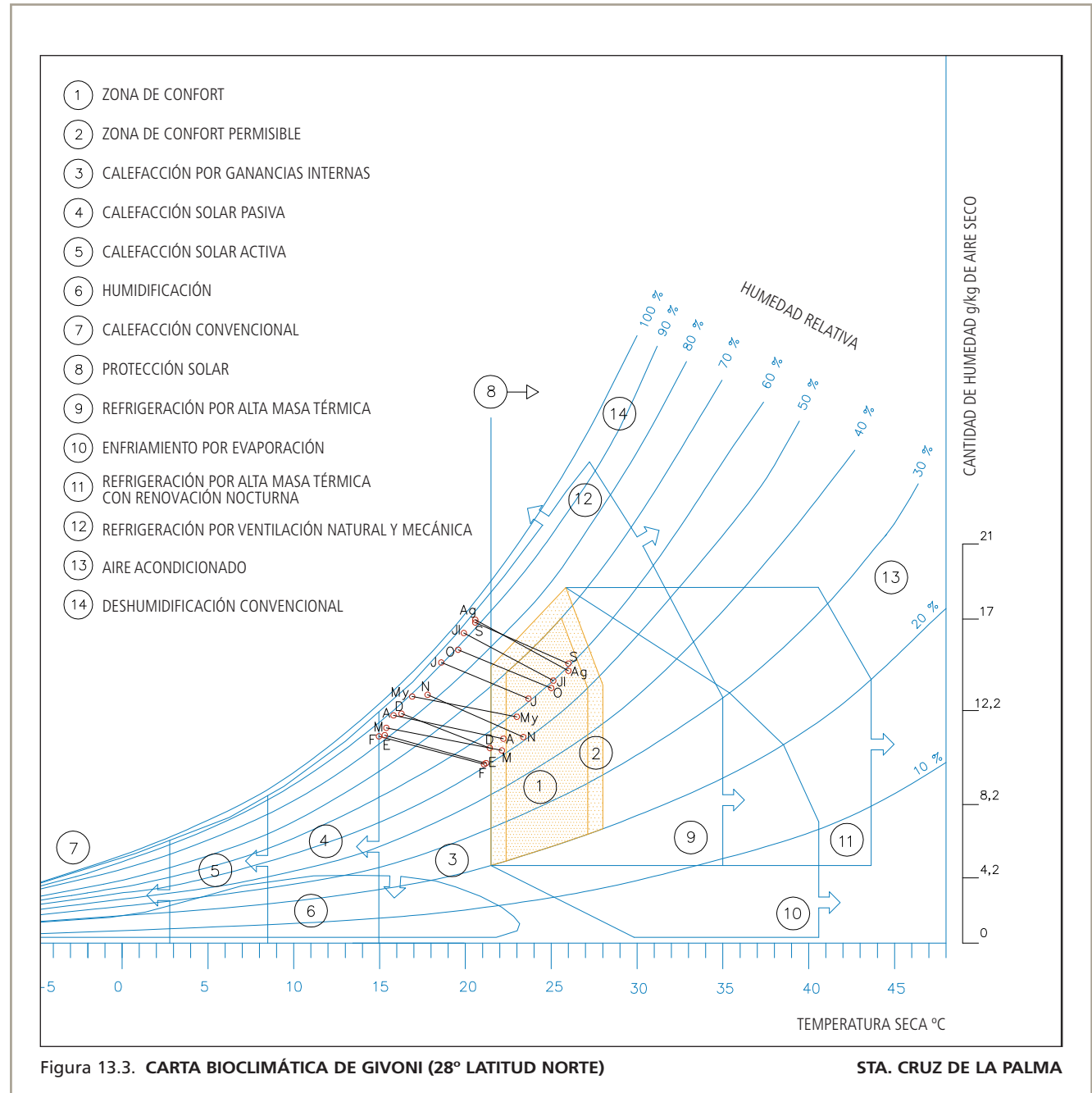


Figura 13.3. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

STA. CRUZ DE LA PALMA

Los Llanos de Aridane. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es bastante benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 12°C y medias de las máximas en torno a los 19°C. Durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort en los meses más fríos (enero y febrero). Los meses de marzo, abril y diciembre, más moderados, también precisan radiación solar para estar en confort.

En los meses de junio, octubre y noviembre se necesitaría estar a la sombra en las horas de mediodía y en el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar térmico.

En julio, agosto y septiembre, para alcanzar el confort, hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas en torno a los 28°C y se necesitará un movimiento del aire de en torno a 0,1 m/s para disipar humedad.

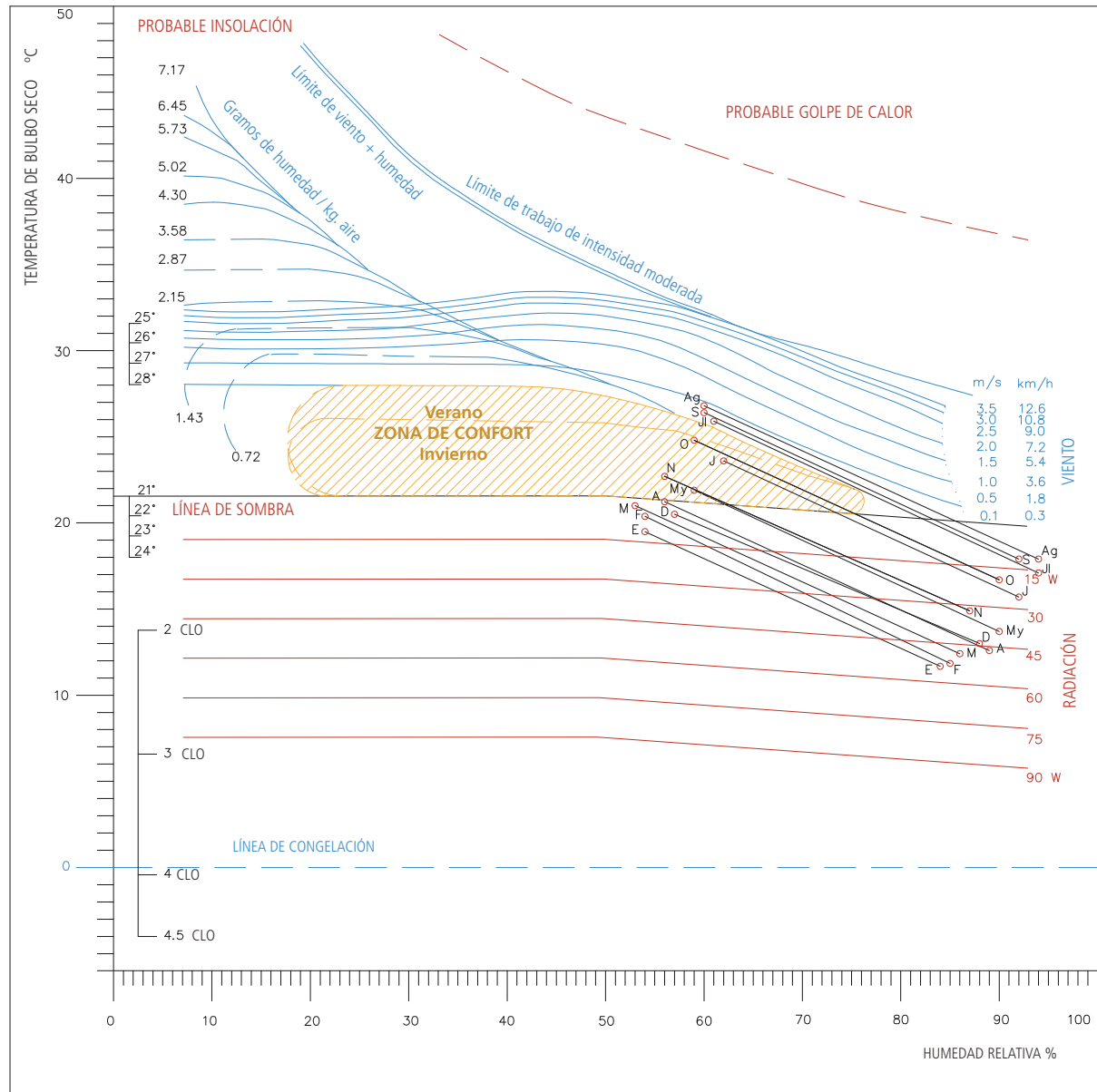


Figura 13.4. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LOS LLANOS DE ARIDANE

Los Llanos de Aridane. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de unas 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente, por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas. Estas protecciones serían necesarias los mediodías de mayo, junio, octubre y noviembre y, durante todo el día, los meses de julio agosto y septiembre.

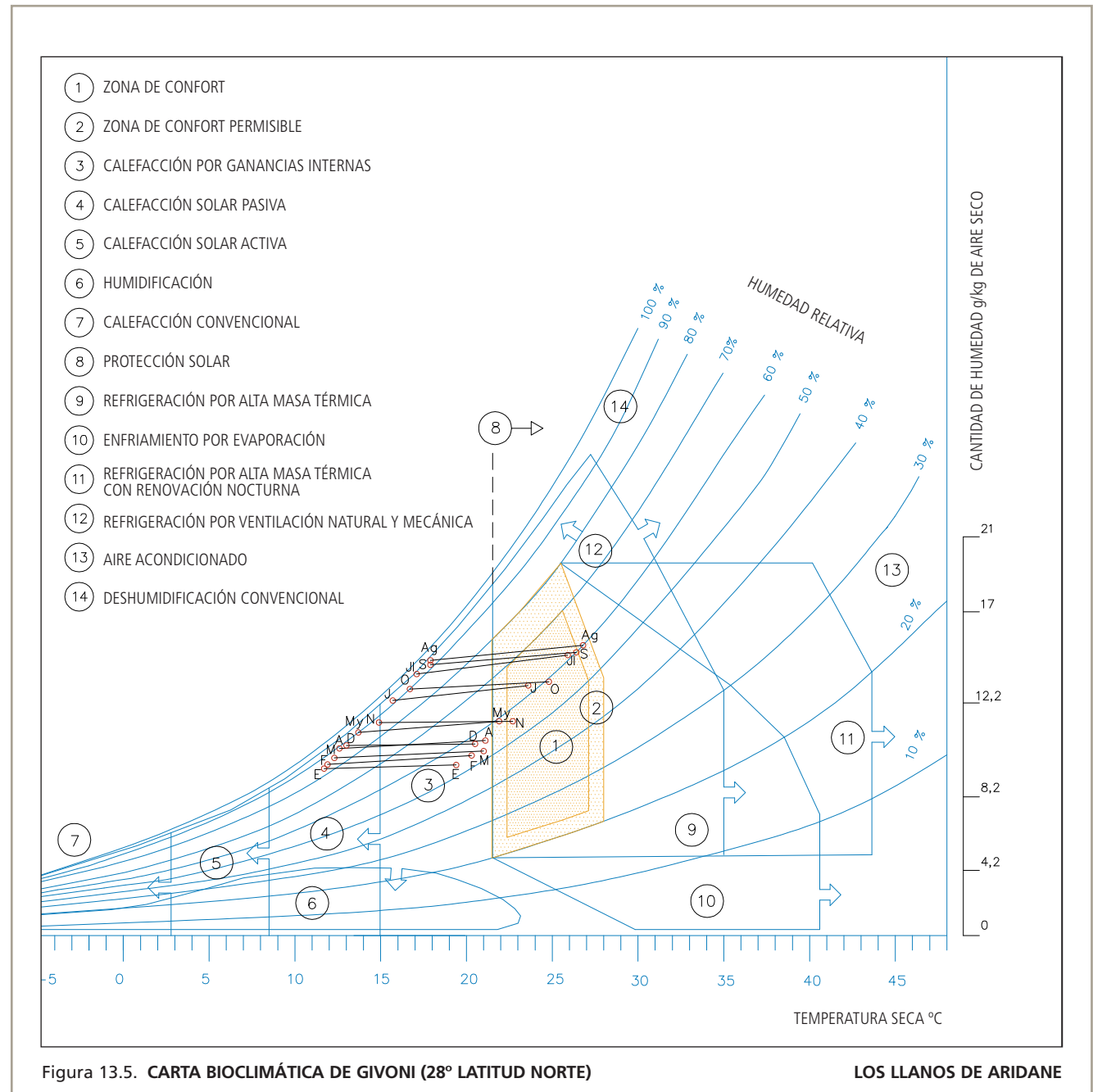


Figura 13.5. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LOS LLANOS DE ARIDANE

Breña Alta. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 14°C y medias de las máximas superiores a los 19°C en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril, mayo y noviembre, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,7°C y máximas en torno a los 21,6°C y para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra durante las horas de medio día. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En junio, julio, agosto, septiembre y octubre hay que permanecer a la sombra ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 23,3°C.

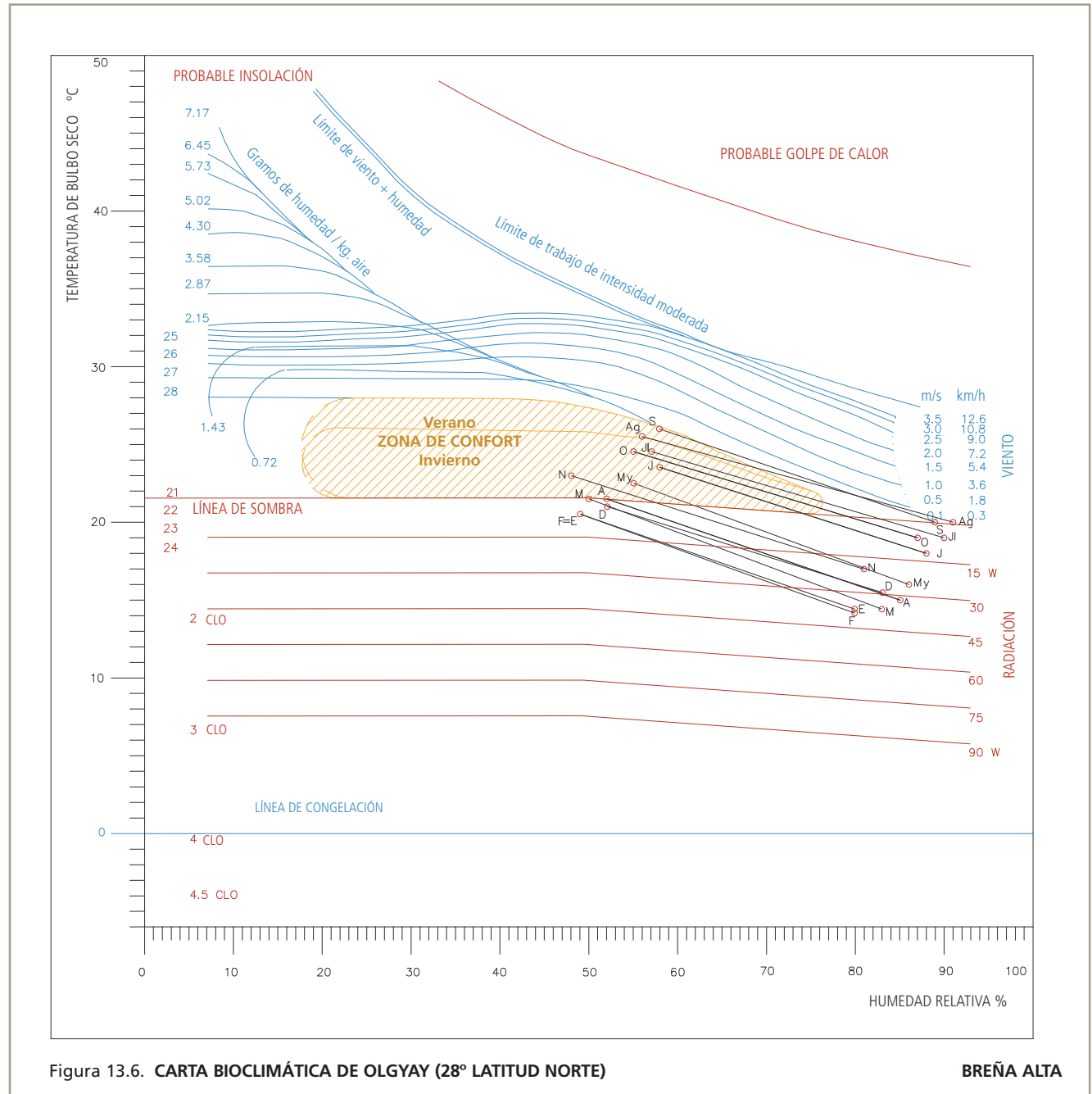


Figura 13.6. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

BREÑA ALTA



Breña Alta. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de unas 6 a 9 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de noviembre, diciembre, marzo, abril, mayo y junio y durante todo el día en julio, agosto, septiembre y octubre.

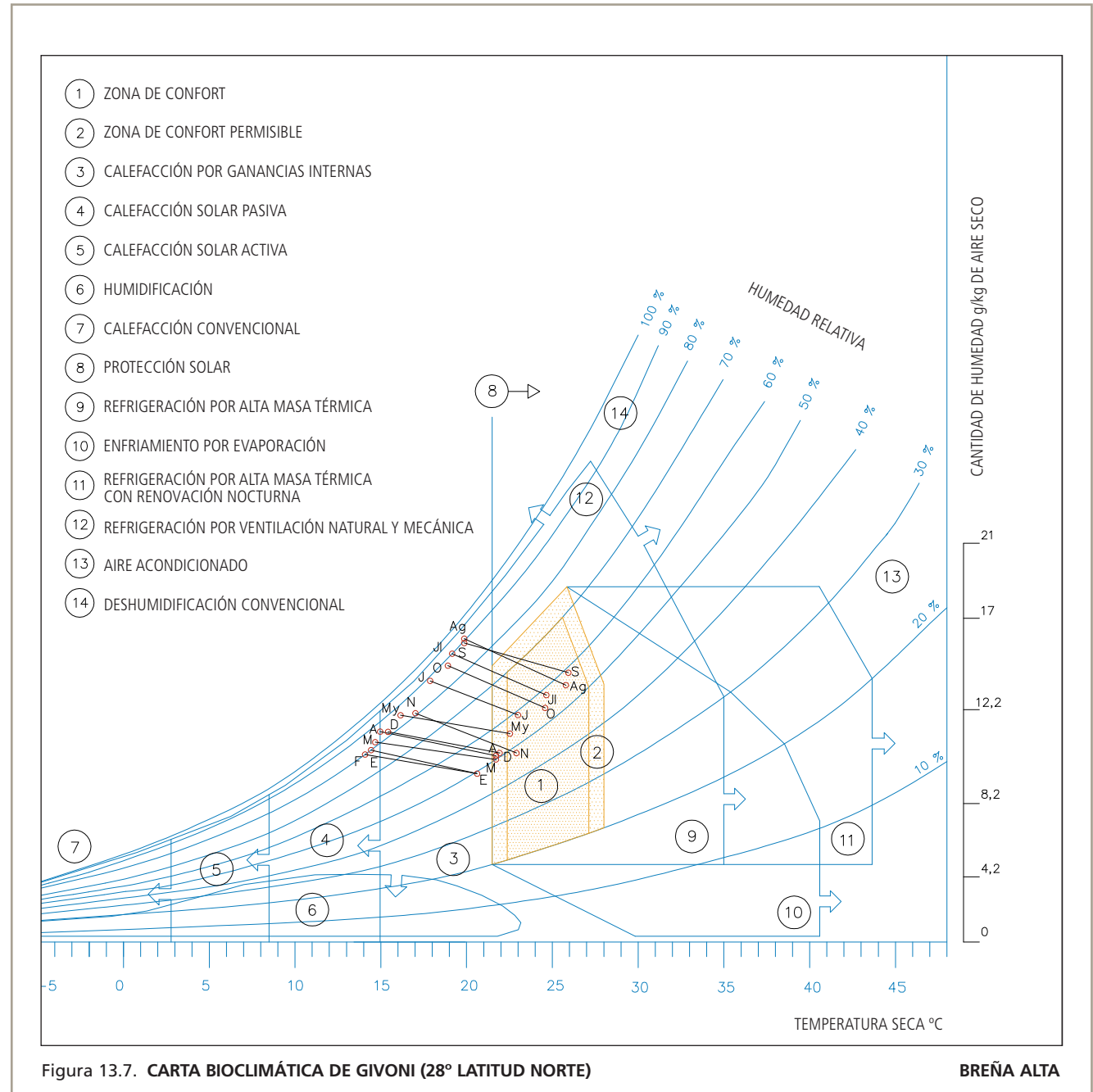


Figura 13.7. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

BREÑA ALTA

Barlovento. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 11,8°C y medias de las máximas superiores a 16,2°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril, mayo y junio, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,5°C y máximas en torno a los 17-20°C.

En el mes de octubre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 22-23°C.

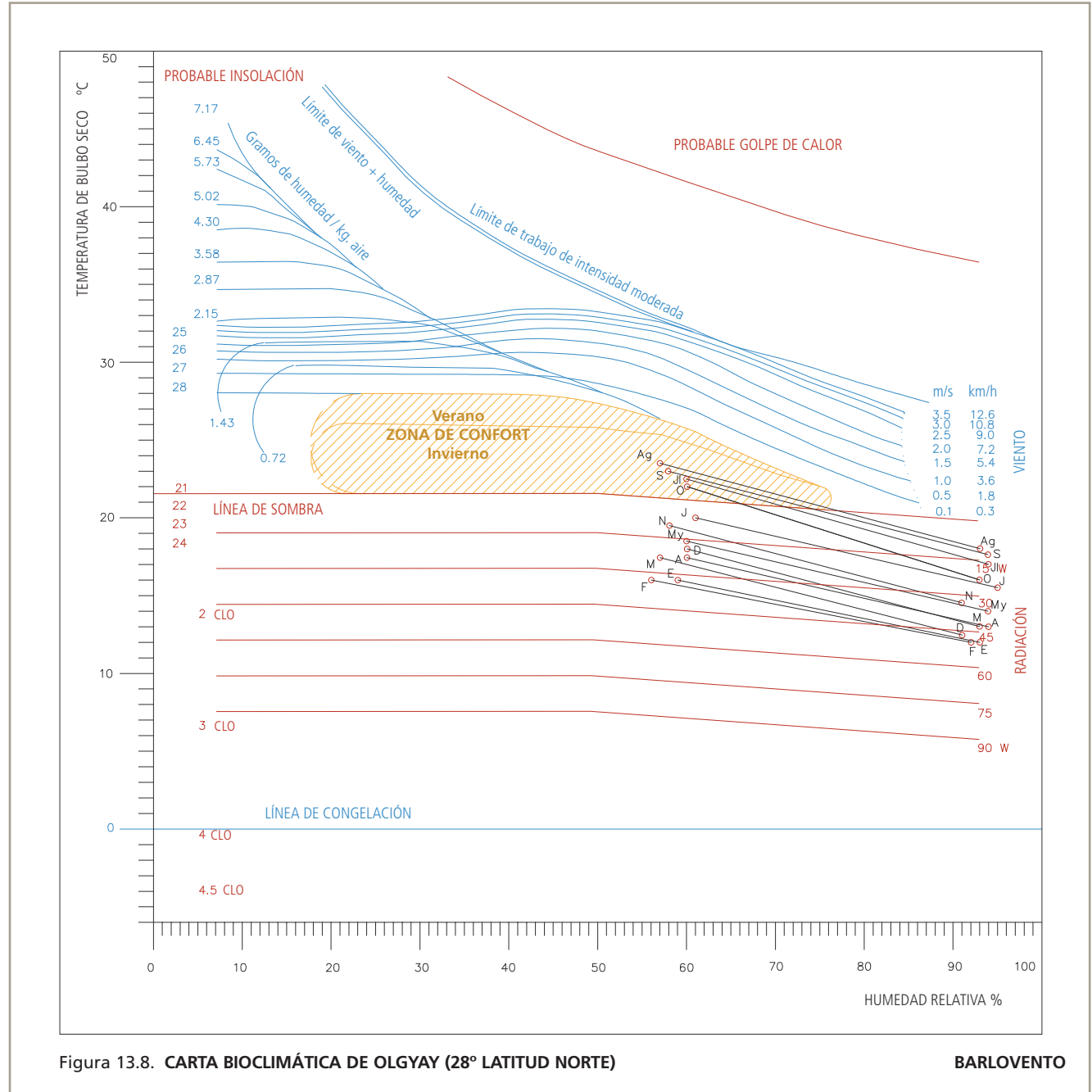


Figura 13.8. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

BARLOVENTO

Barlovento. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de julio y octubre y durante todo el día en agosto y septiembre.

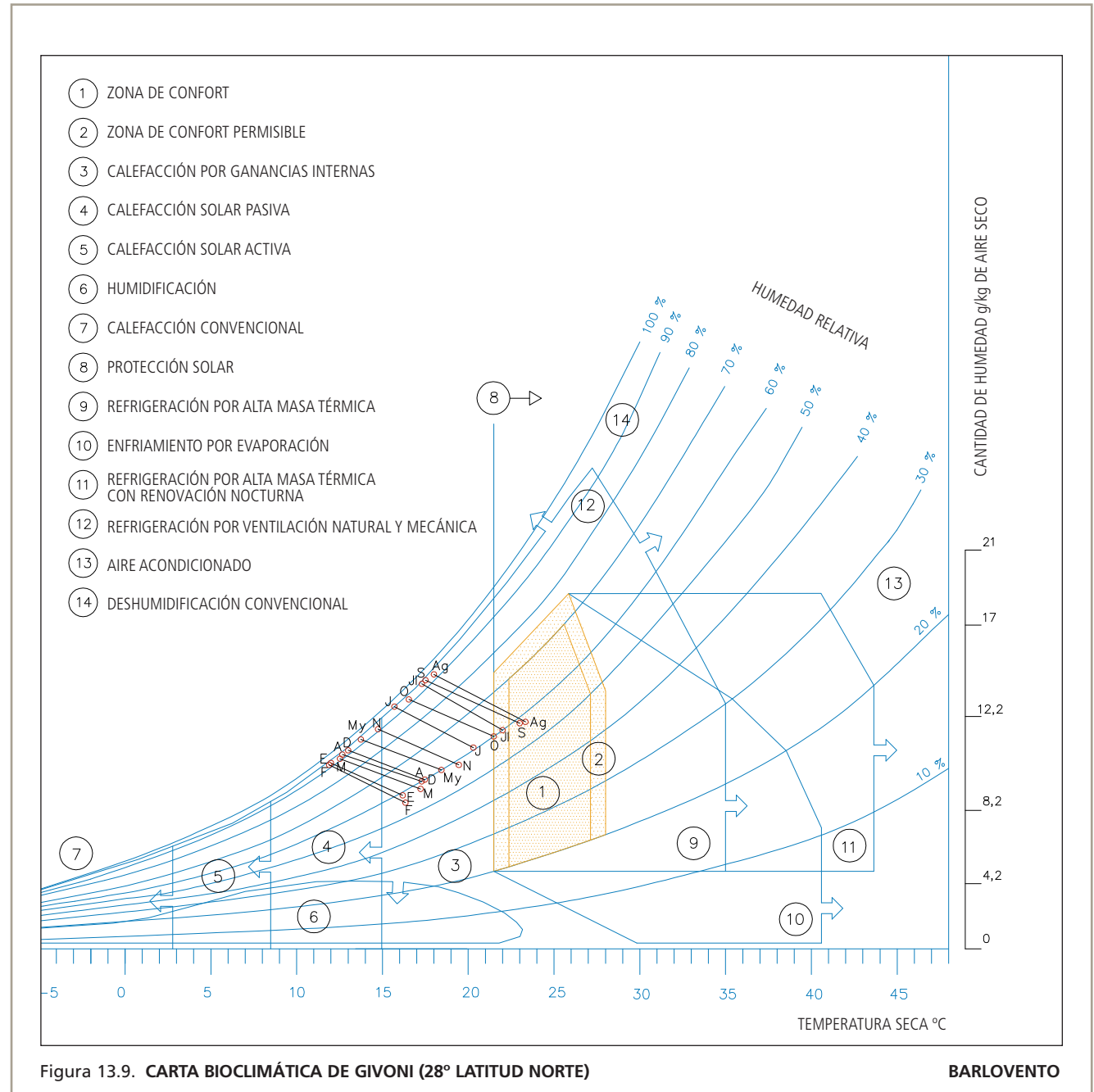


Figura 13.9. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

BARLOVENTO

## EL HIERRO

### Frontera. Carta Bioclimática de Olgyay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,3°C y medias máximas superiores a 21,4°C en los meses más fríos (enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort. También es necesario estar a la sombra las horas centrales del día.

Durante los meses de diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 15,7°C y máximas alrededor de los 22°C, y se necesitará igualmente estar a la sombra, en las horas centrales del día.

En mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, para alcanzar el confort, es necesario estar a la sombra prácticamente todo el día, ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 24°C y humedades por encima del 62% de mínima.

Durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de estar a la sombra, se necesitará una velocidad del aire entre 0,5 y 1,5 m/s para estar en confort.

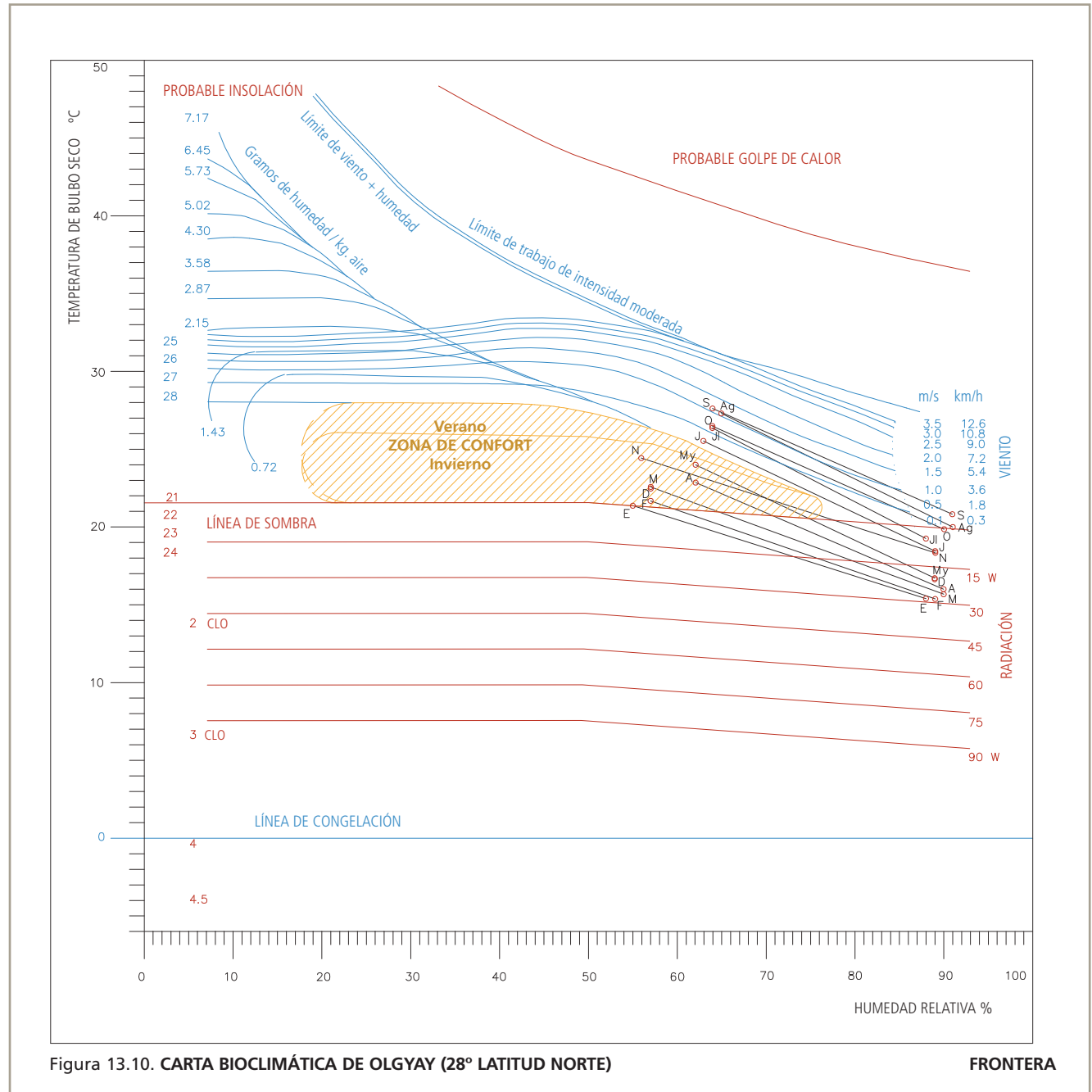


Figura 13.10. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGYAY (28° LATITUD NORTE)

FRONTERA

Frontera. Carta Bioclimática de Givoni

Una adecuada inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos del año (agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos, con unas protecciones solares adecuadas.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

Las protecciones solares en este caso serán necesarias todos los meses del año.

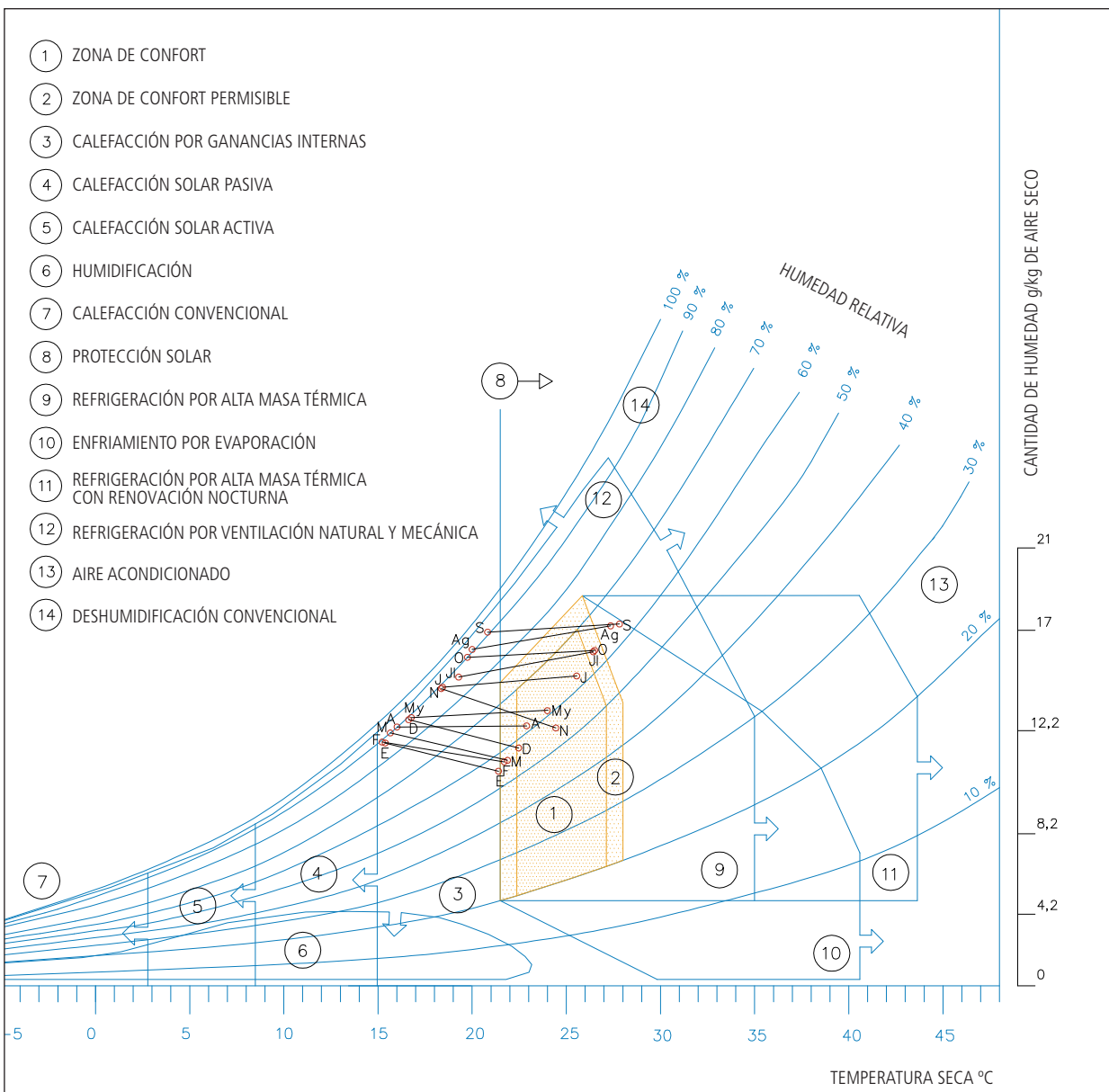


Figura 13.11. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

FRONTERA

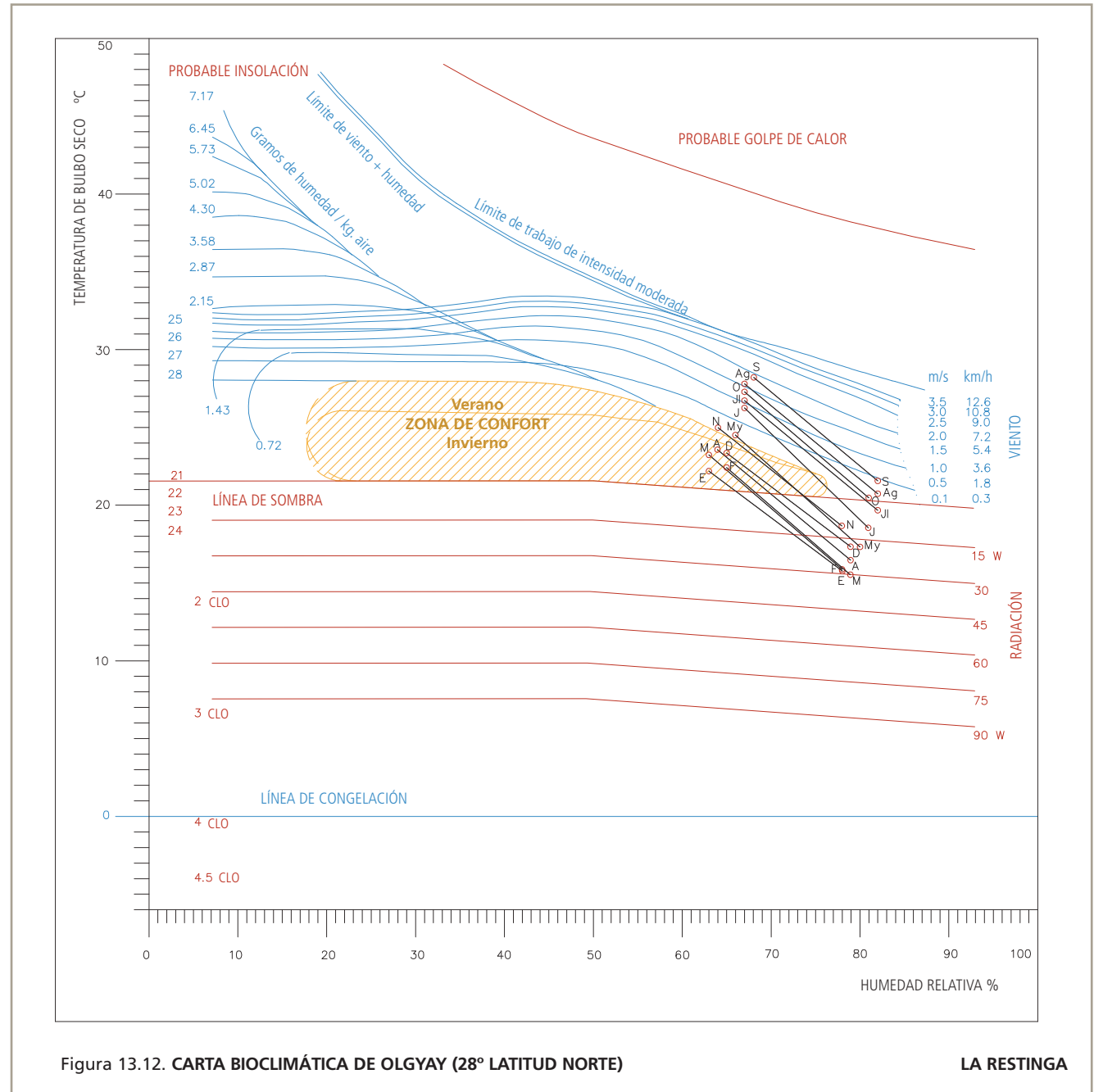
La Restinga. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,6°C y medias de las máximas superiores a los 22°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort; incluso se necesitaría estar a la sombra a mediodía para estar en condiciones de confort.

El resto del año, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra prácticamente todo el día, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 23°C y 28°C.

Durante los meses de mayo, junio y noviembre se necesitará, además de la sombra, una velocidad de aire durante casi todo el día de 0,1 a 1 m/s.

En julio, agosto, septiembre y octubre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 33,5°C, por lo que se necesitarán velocidades del aire de hasta 2,5 m/s, velocidad perfectamente tolerable para actividades al aire libre.



La Restinga. Carta Bioclimática de Givoni

Durante todo el año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas. Estas protecciones solares serán necesarias durante todo el día durante todo el año, si bien en enero y febrero sólo serán necesarias en las horas centrales del día.

Una adecuada inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (agosto, septiembre y octubre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

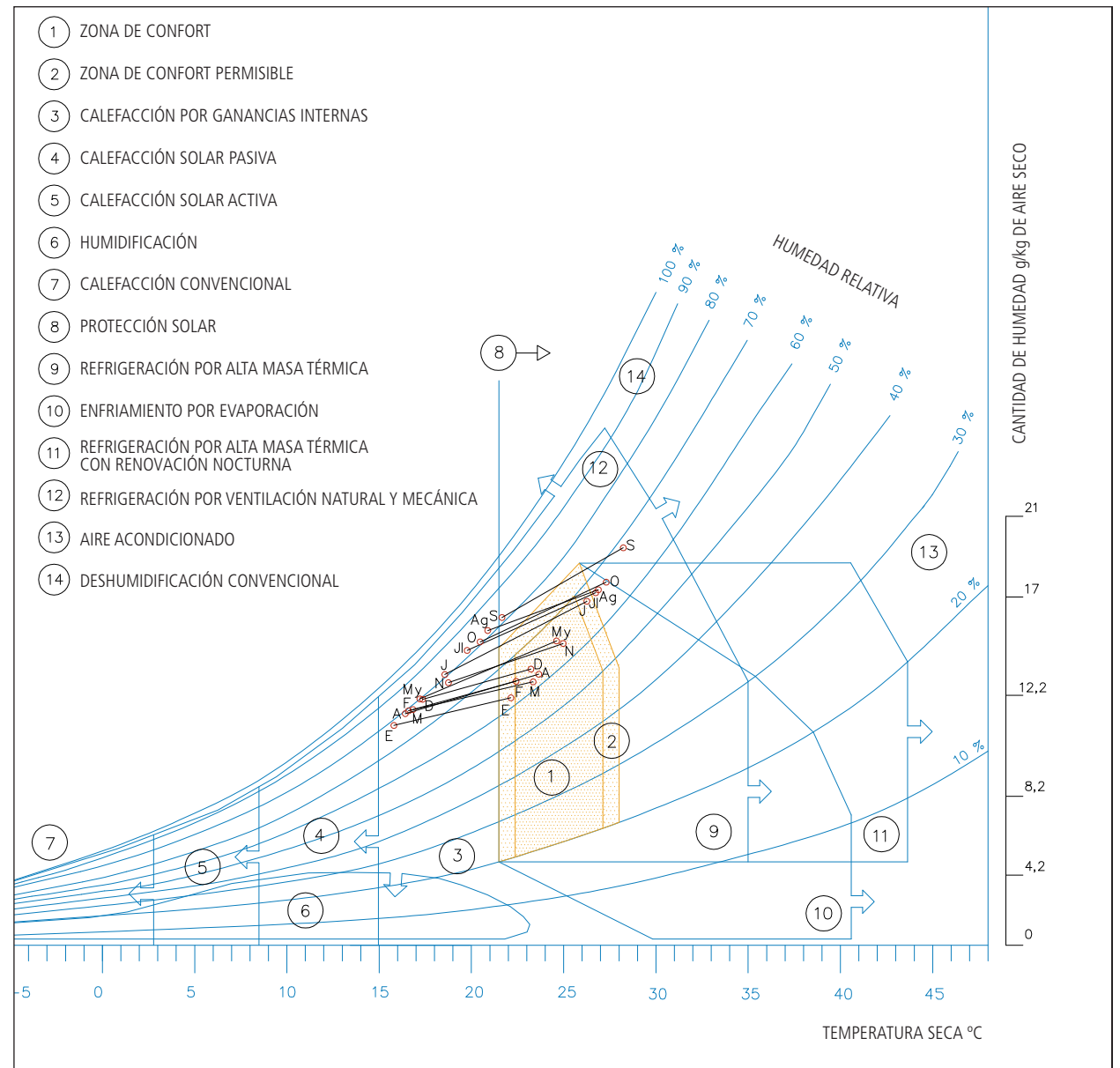


Figura 13.13. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LA RESTINGA

Valverde. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a 11,7°C y medias de las máximas superiores a 15,9°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril, mayo y junio, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,5°C y máximas en torno a los 17-20°C.

En los meses de julio y octubre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En agosto y septiembre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 22-23°C.

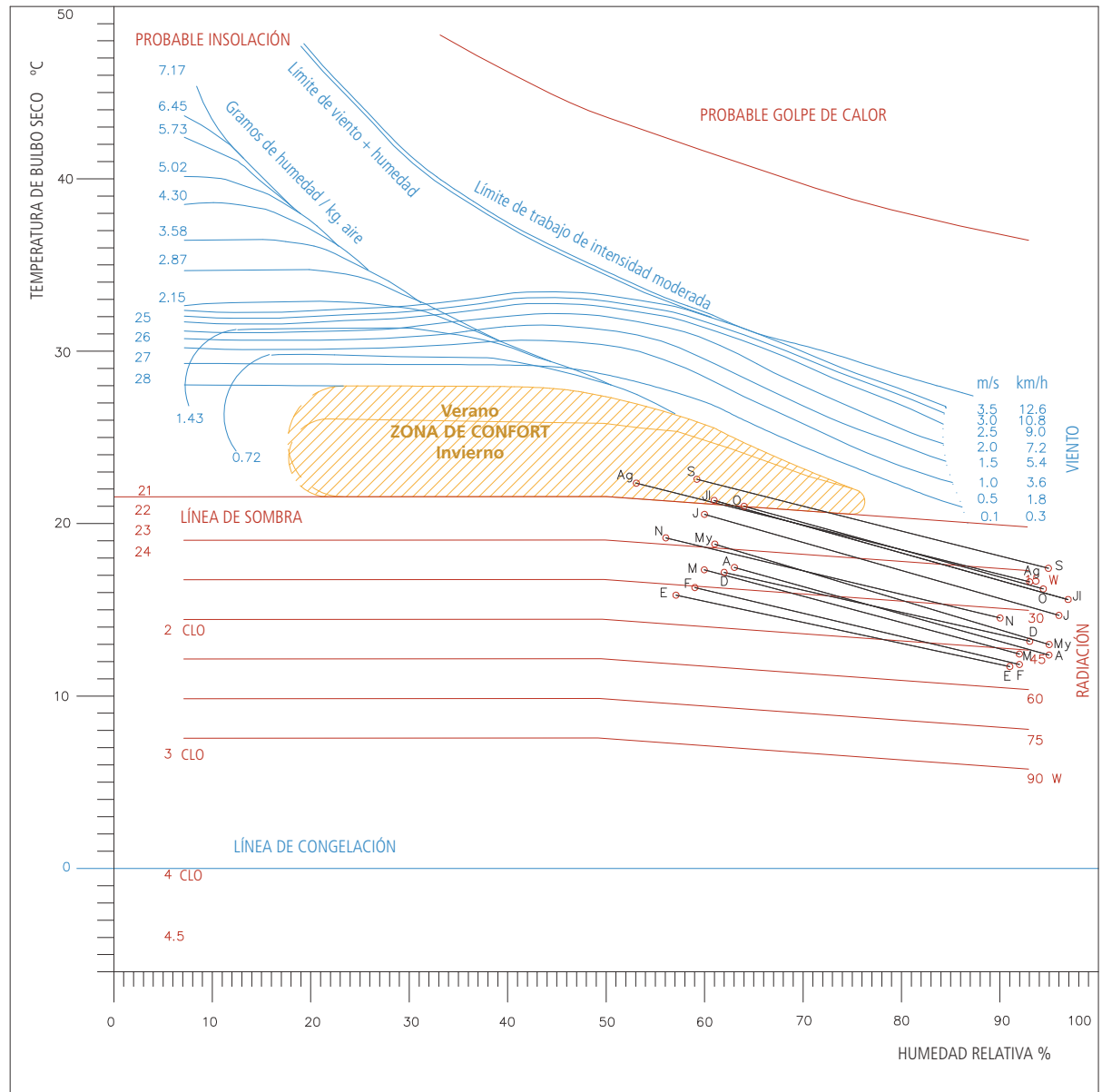


Figura 13.14. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

VALVERDE



Valverde. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de agosto y septiembre.

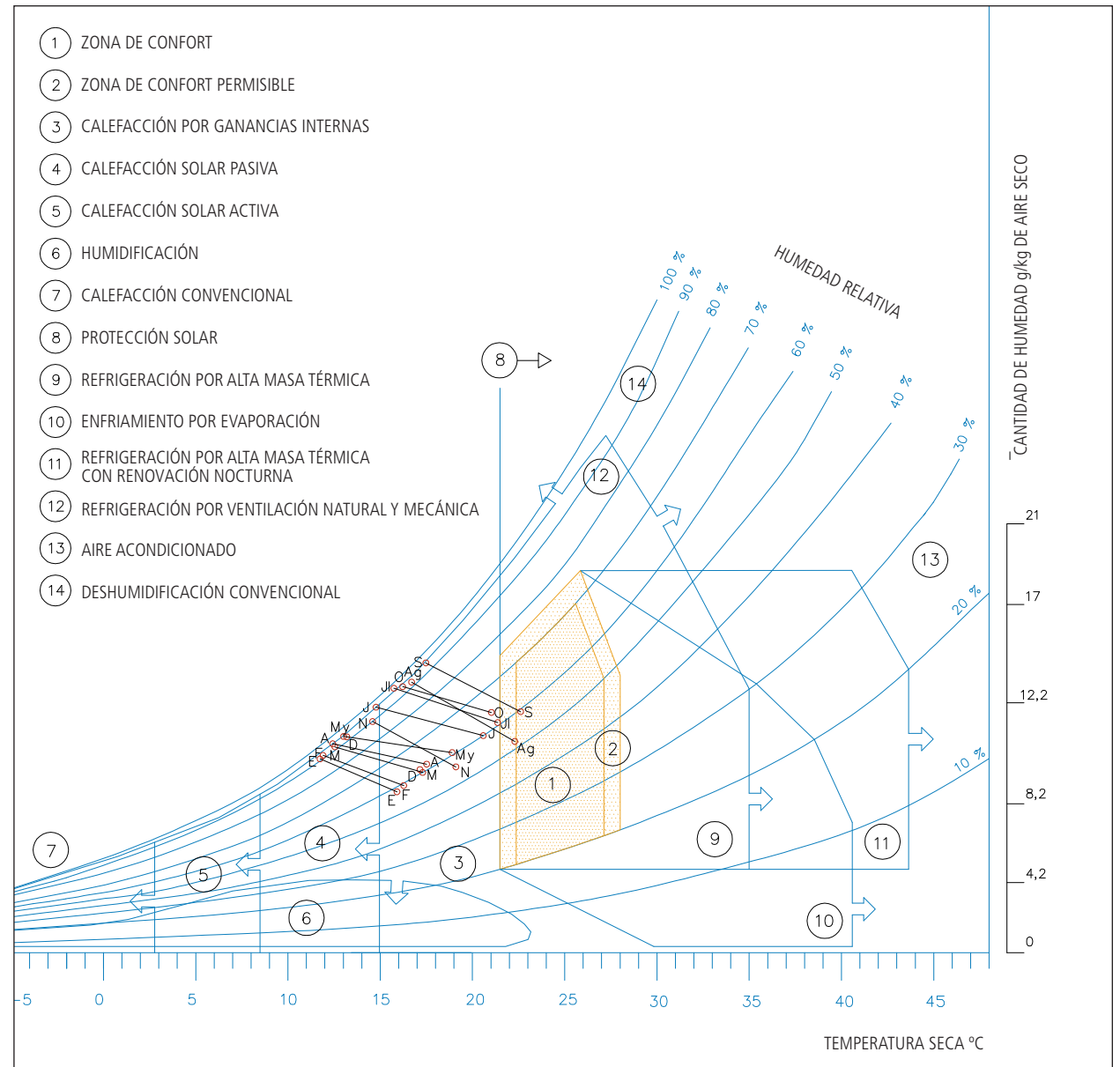


Figura 13.15. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

VALVERDE

## LA GOMERA

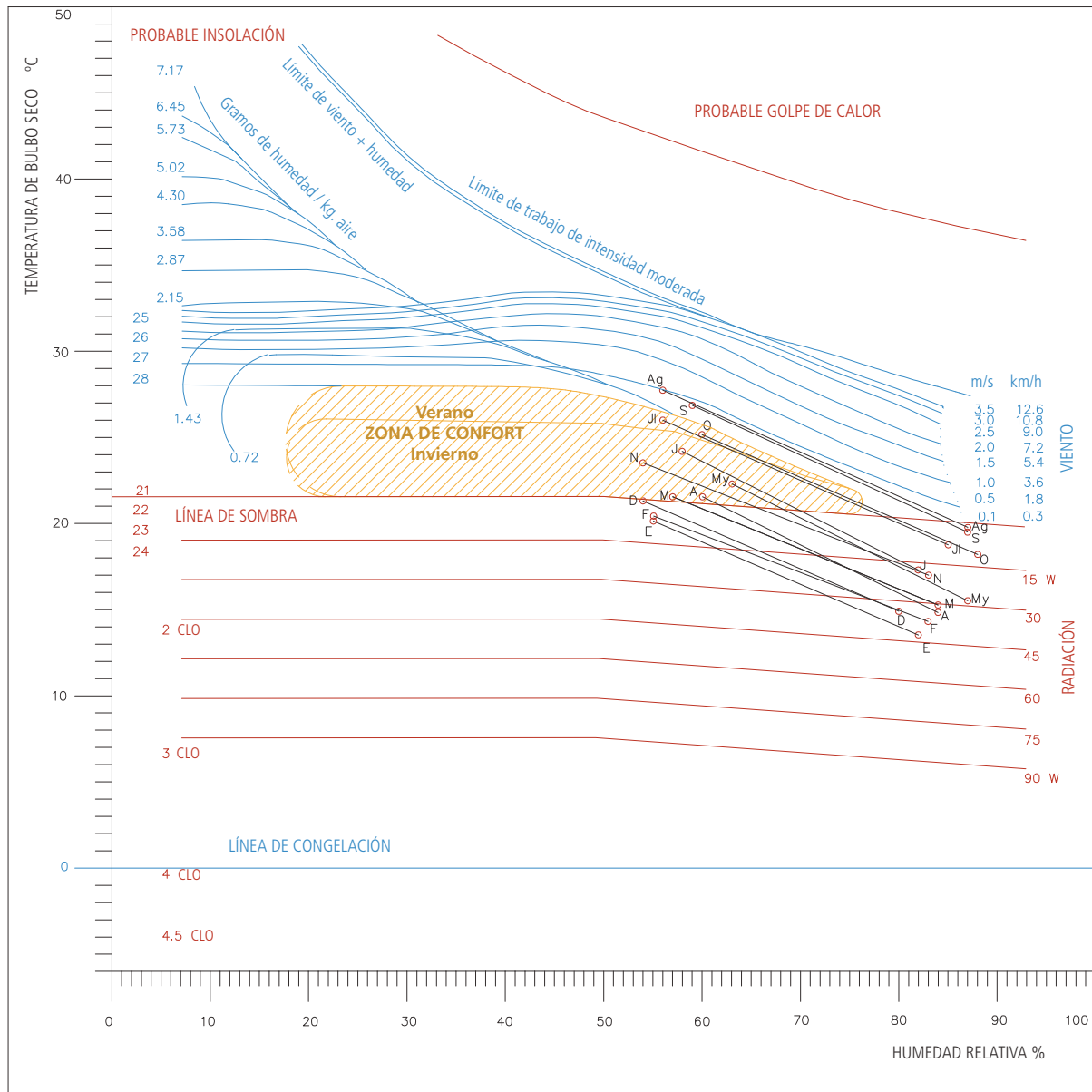
## San Sebastián de La Gomera. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 13,6°C y medias de las máximas superiores a los 20,2°C en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 15°C y máximas en torno a los 21,5°C, y para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra durante las horas de mediodía. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En junio, julio, octubre y noviembre hay que permanecer a la sombra casi todo el día ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 24,2°C.

En agosto y septiembre se necesitaría además de la sombra, una velocidad del aire de 0,1 m/s.



San Sebastián de La Gomera. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de noviembre, marzo, abril y mayo y durante todo el día en junio, julio, septiembre y octubre.

En el mes de agosto, además de estar a la sombra durante todo el día, se necesitarán la inercia térmica del edificio y una adecuada ventilación para estar en confort.

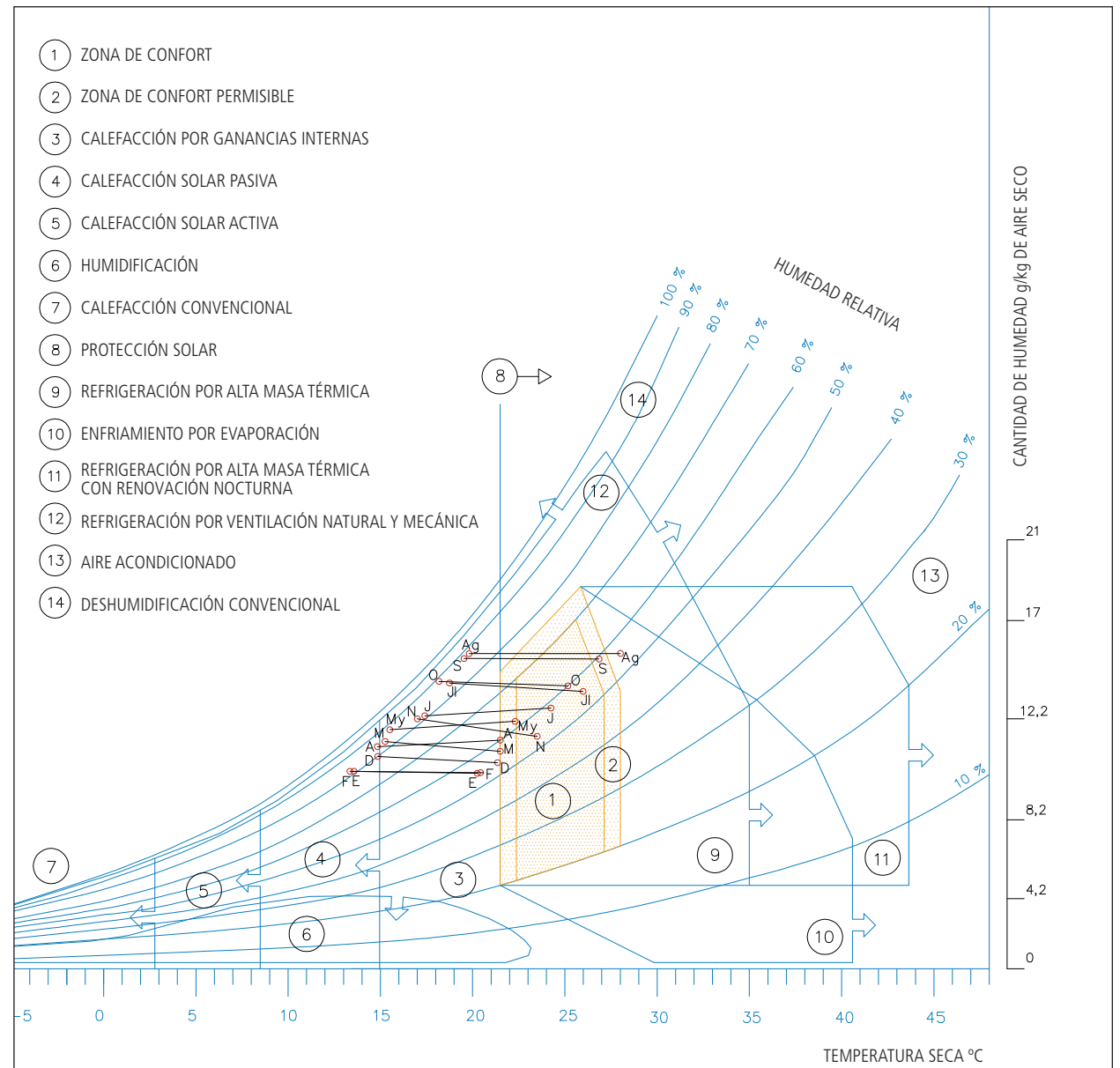


Figura 13.17. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA

Valle Gran Rey. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 13,2°C y medias de las máximas superiores a los 19,9°C en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,4°C y máximas en torno a los 21,4°C, y para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra durante las horas de mediodía. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En octubre y noviembre hay que poder permanecer a la sombra casi todo el día ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 24,3°C.

En junio, julio, agosto y septiembre se necesitaría, además de la sombra, una velocidad del aire de 0,1 a 1,5 m/s para estar en confort.

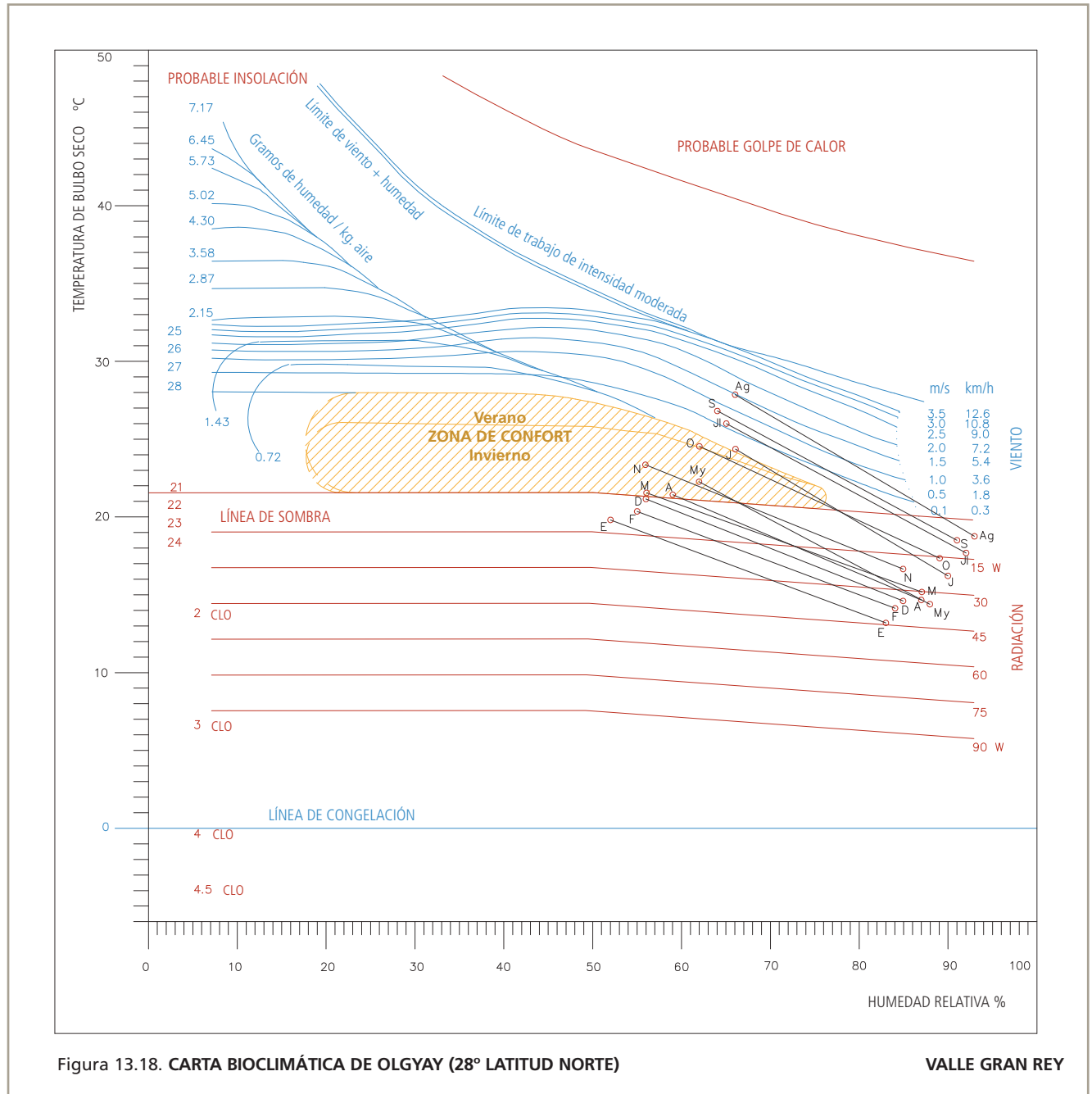


Figura 13.18. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

VALLE GRAN REY

Valle Gran Rey. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de noviembre, marzo, abril y mayo y durante todo el día en junio, julio y octubre.

En agosto y septiembre se necesitará, además, aprovechar la inercia térmica de la edificación y una adecuada ventilación.

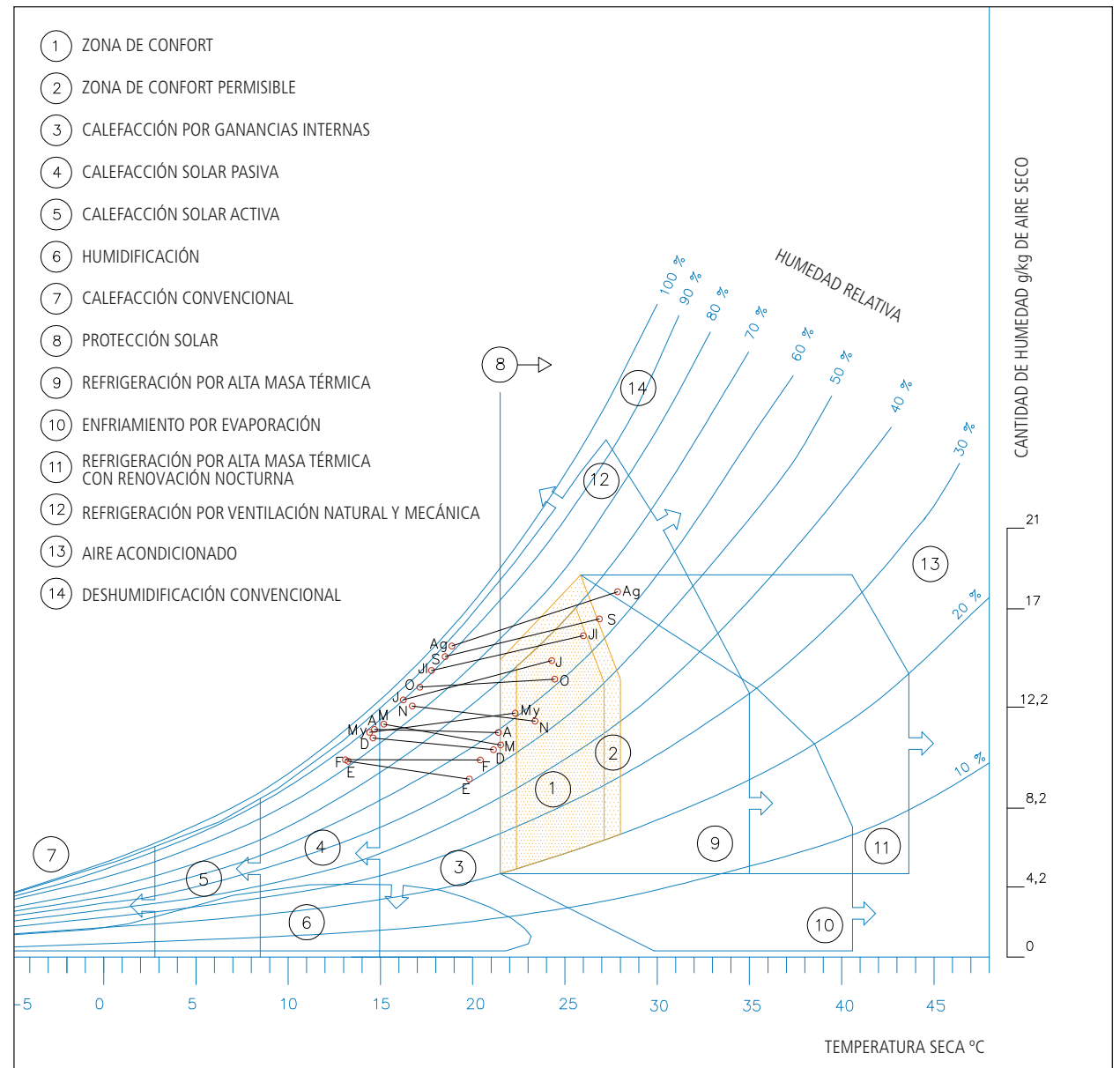


Figura 13.19. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

VALLE GRAN REY

Agulo. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,1°C y medias de las máximas superiores a los 20,1°C en los meses más fríos (enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de diciembre, marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 15°C y máximas en torno a los 21,2°C, y para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra durante las horas de medio día. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En junio y noviembre hay que permanecer a la sombra casi todo el día ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 23°C.

En julio, agosto, septiembre y octubre se necesitaría, además de la sombra, una velocidad del aire de 0,1 a 1,5 m/s.

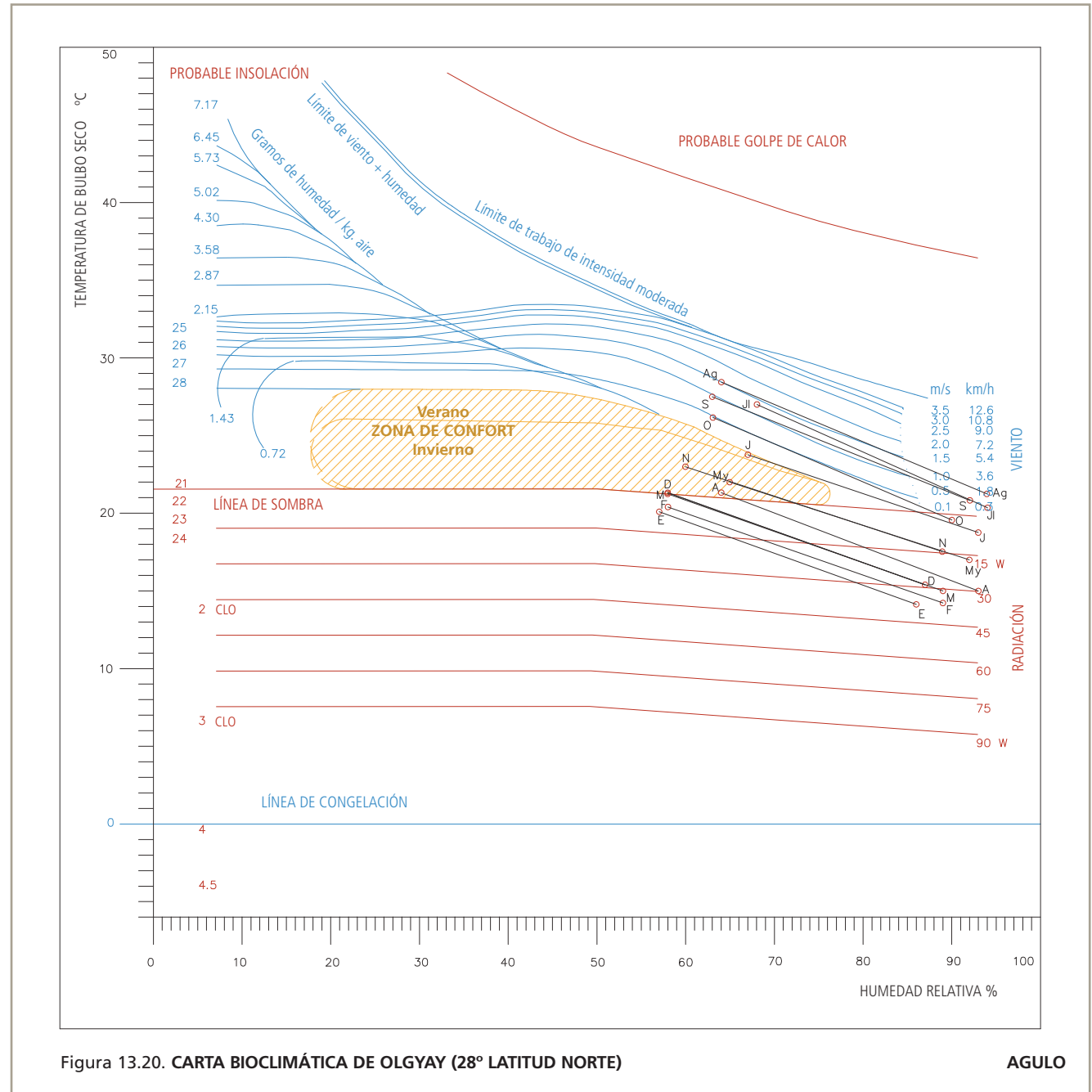


Figura 13.20. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

AGULO

Agulo. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de noviembre, abril y mayo y durante todo el día en junio y octubre.

En julio, agosto y septiembre se necesitará, además, aprovechar la inercia térmica de la edificación y una adecuada ventilación.

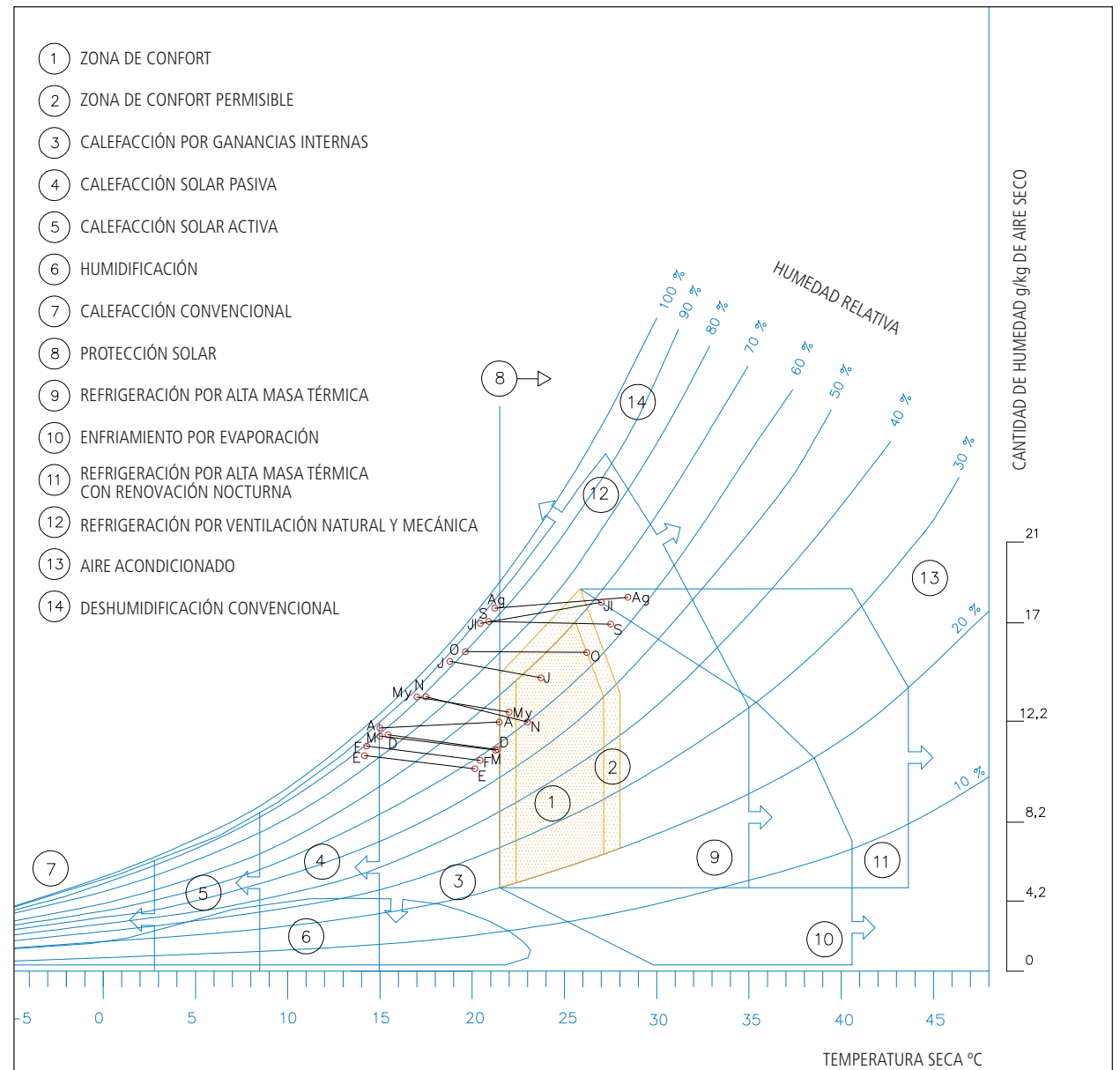


Figura 13.21. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

AGULO

FUERTEVENTURA

Corralejo. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,1°C y medias de las máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 15°C y máximas alrededor de 22°C. Estas últimas requieren igualmente estar a la sombra a medio día para estar en condiciones de confort.

En los meses de mayo, junio y noviembre se necesitaría, para estar en confort, estar en sombra prácticamente todo el día y una velocidad del aire de 0,1 a 1 m/s.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 25°C y 28,5°C, necesitando además, para estar en confort, una velocidad de aire durante casi todo el día de 2,5 a 3,5 m/s, velocidad perfectamente tolerable para actividades al aire libre.

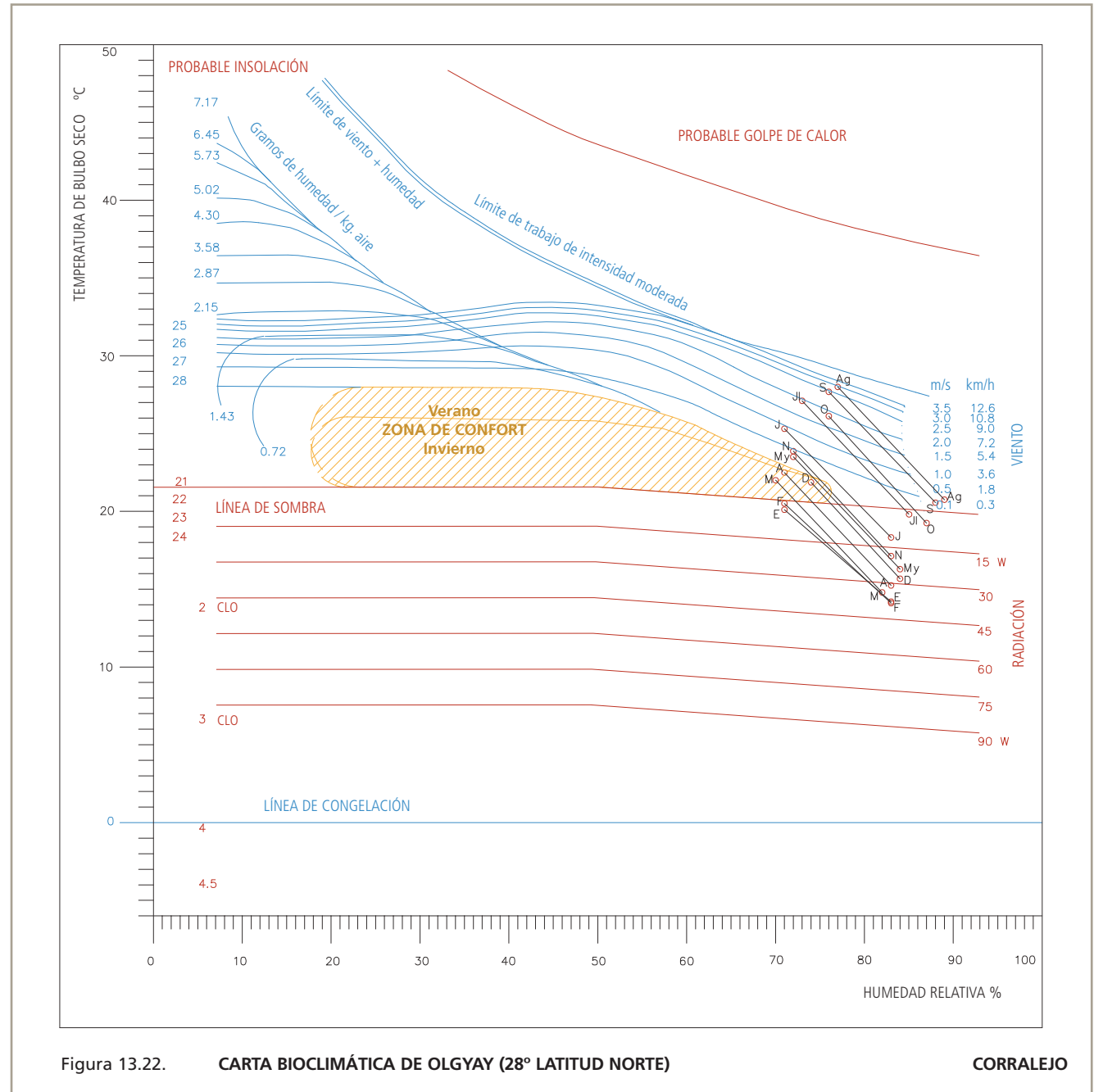


Figura 13.22. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE) CORRALEJO



Corralejo. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (julio, agosto, septiembre y octubre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, es decir, los meses de abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, en el interior de la edificación se mantendrían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

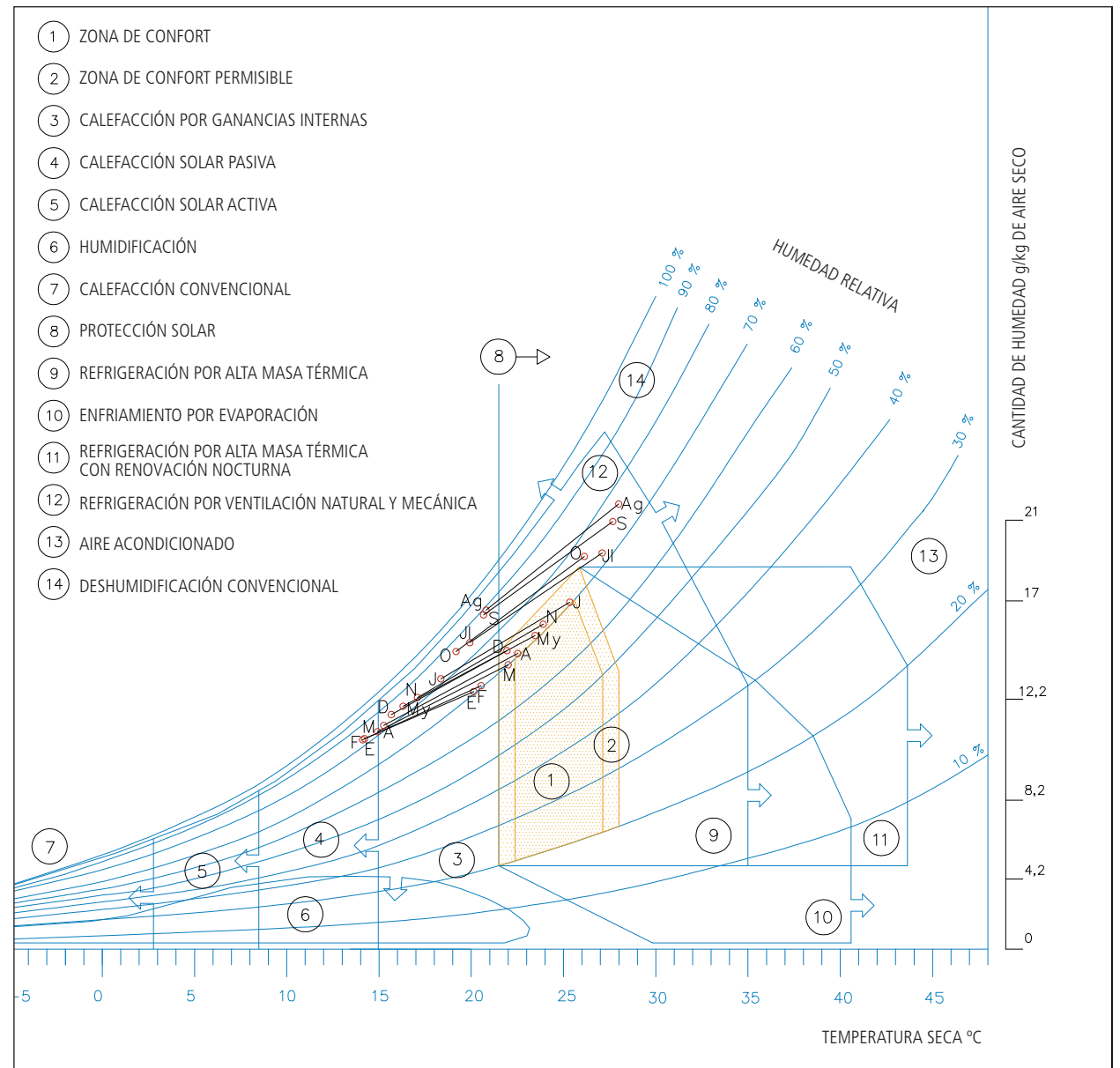


Figura 13.23. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

CORRALEJO

Antigua. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno, con temperaturas medias mínimas en torno a los 10,5°C y medias máximas superiores a los 18,1°C en los meses más fríos (diciembre, enero, febrero y marzo), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort.

Durante el mes de abril, aún más suave, ocurre lo mismo, si bien se debe estar a la sombra durante las horas centrales del día.

En noviembre y mayo, se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 23°C de media máxima.

Durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de la protección solar todo el día, se necesitarán velocidades del viento entre 1 y 2,5 m/s, dadas las elevadas humedades que se registran durante estos meses que, combinadas con las altas temperaturas, se salen de la zona de confort.

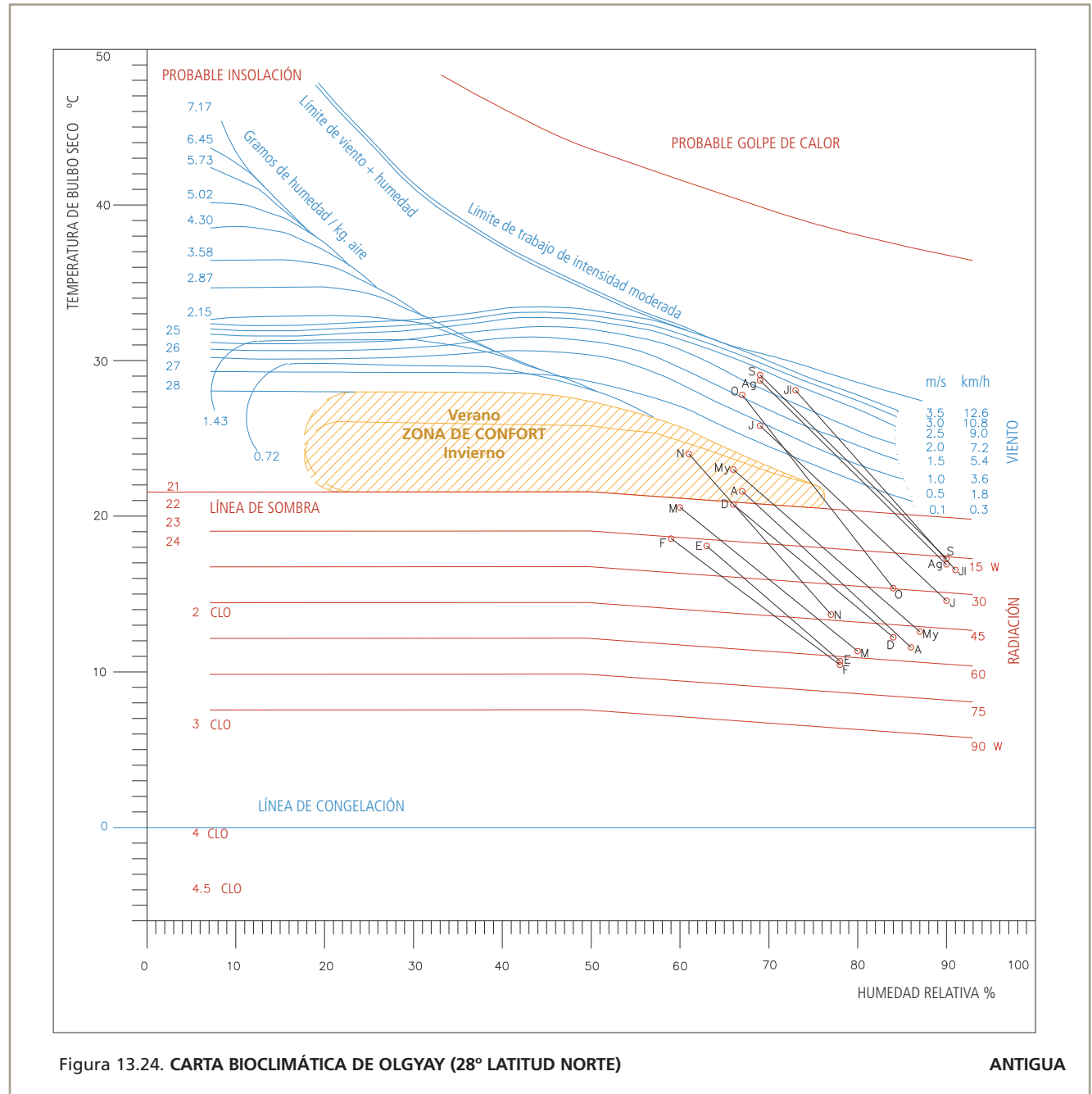


Figura 13.24. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

ANTIGUA

Antigua. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (julio, agosto, septiembre y octubre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente, por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Son necesarias las protecciones solares los mediodías de abril, mayo y noviembre y durante todo el día en junio, julio, agosto y septiembre.

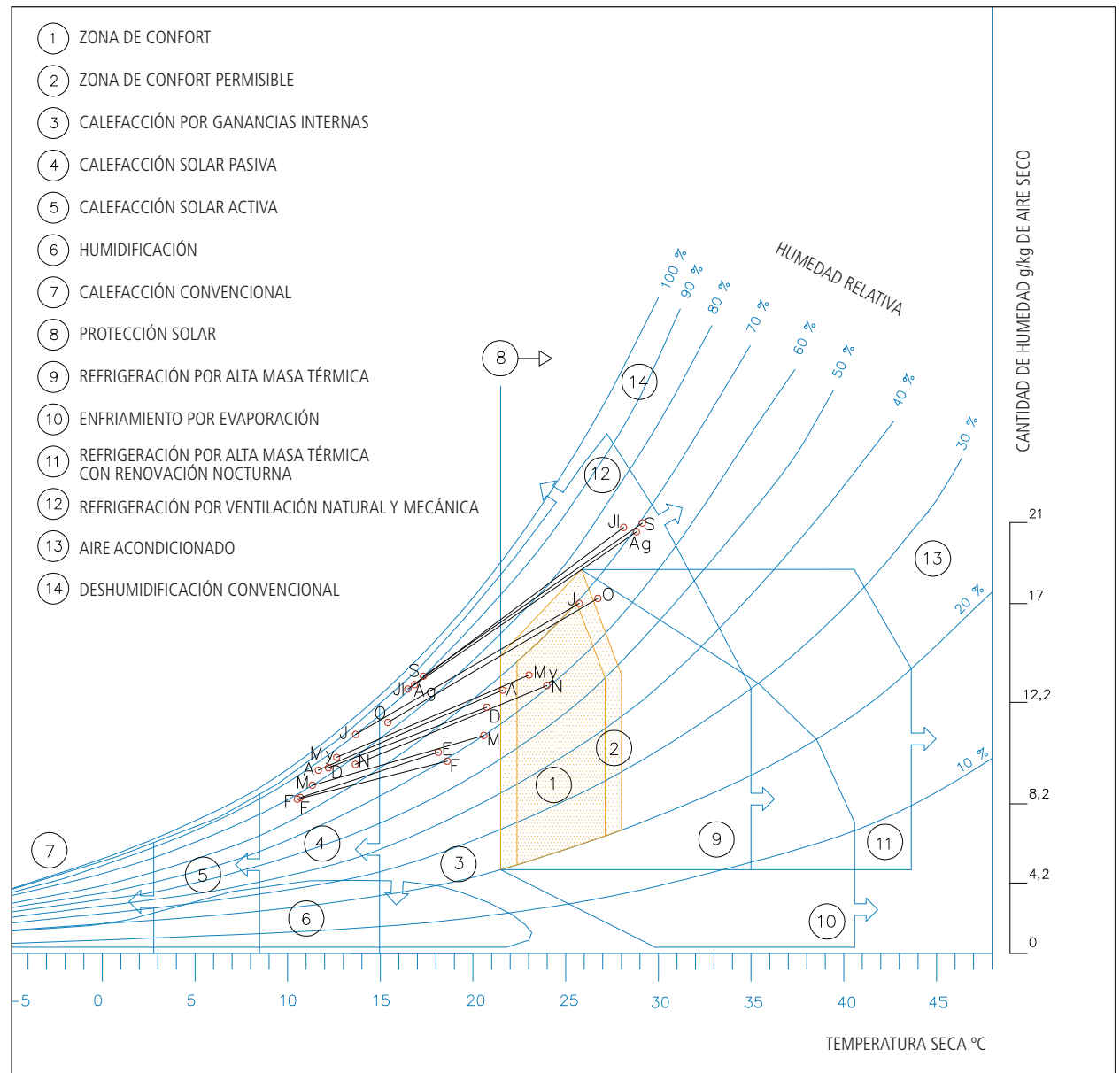


Figura 13.25. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

ANTIGUA

Puerto del Rosario. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas en torno a los 14°C y medias de las máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril, mayo y diciembre, aún más suaves, se necesitaría estar a la sombra las horas centrales del día para estar en condiciones de confort. En el resto del día sería suficiente la radiación solar.

Desde junio a noviembre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra todo el día, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 24°C y 28°C.

En los mediodías de junio se necesita, además, para estar en confort,, contrarrestar la humedad con una velocidad del aire de unos 0,5 m/s.

En julio y octubre la ventilación debería alcanzar en las horas centrales del día, velocidades de 1,0 m/s y en agosto y septiembre, los meses más húmedos, de 1,7 m/s.

En algunos casos, en el mes de agosto o septiembre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 31,5°C, por lo que se necesitarán velocidades de aire de hasta 4,5 m/s, sensación que no resulta desagradable para actividades al aire libre.

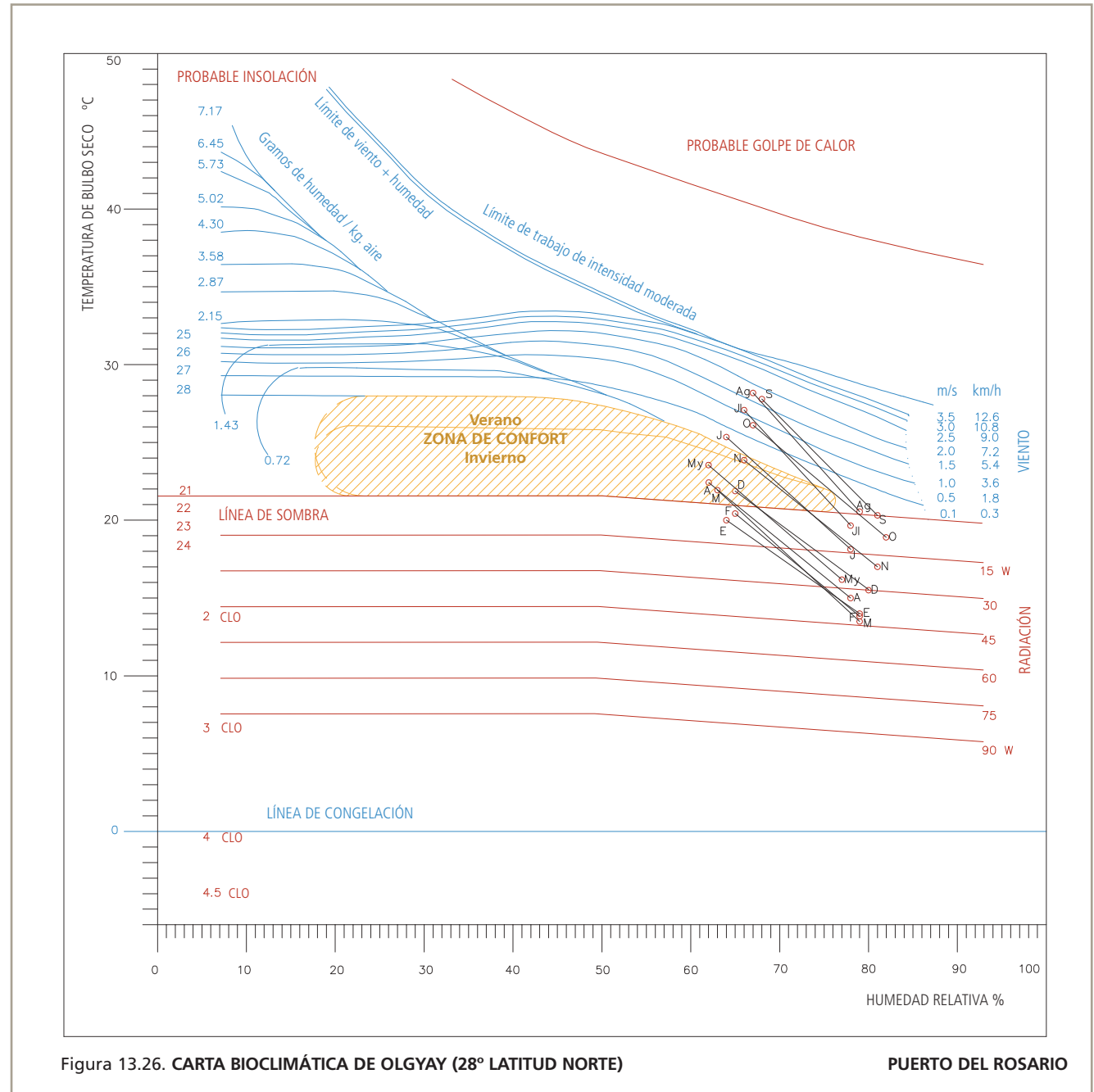


Figura 13.26. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

PUERTO DEL ROSARIO

Puerto del Rosario. Carta Bioclimática de Givoni

Con las condiciones medias para la obtención del confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort en el interior durante los meses más cálidos y húmedos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 horas. Deberán añadirse además elementos de sombra para evitar el aporte de radiación solar por los huecos de la edificación.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Se necesitan protecciones solares todo el año, excepto enero, febrero y marzo, esto es, todo el día durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

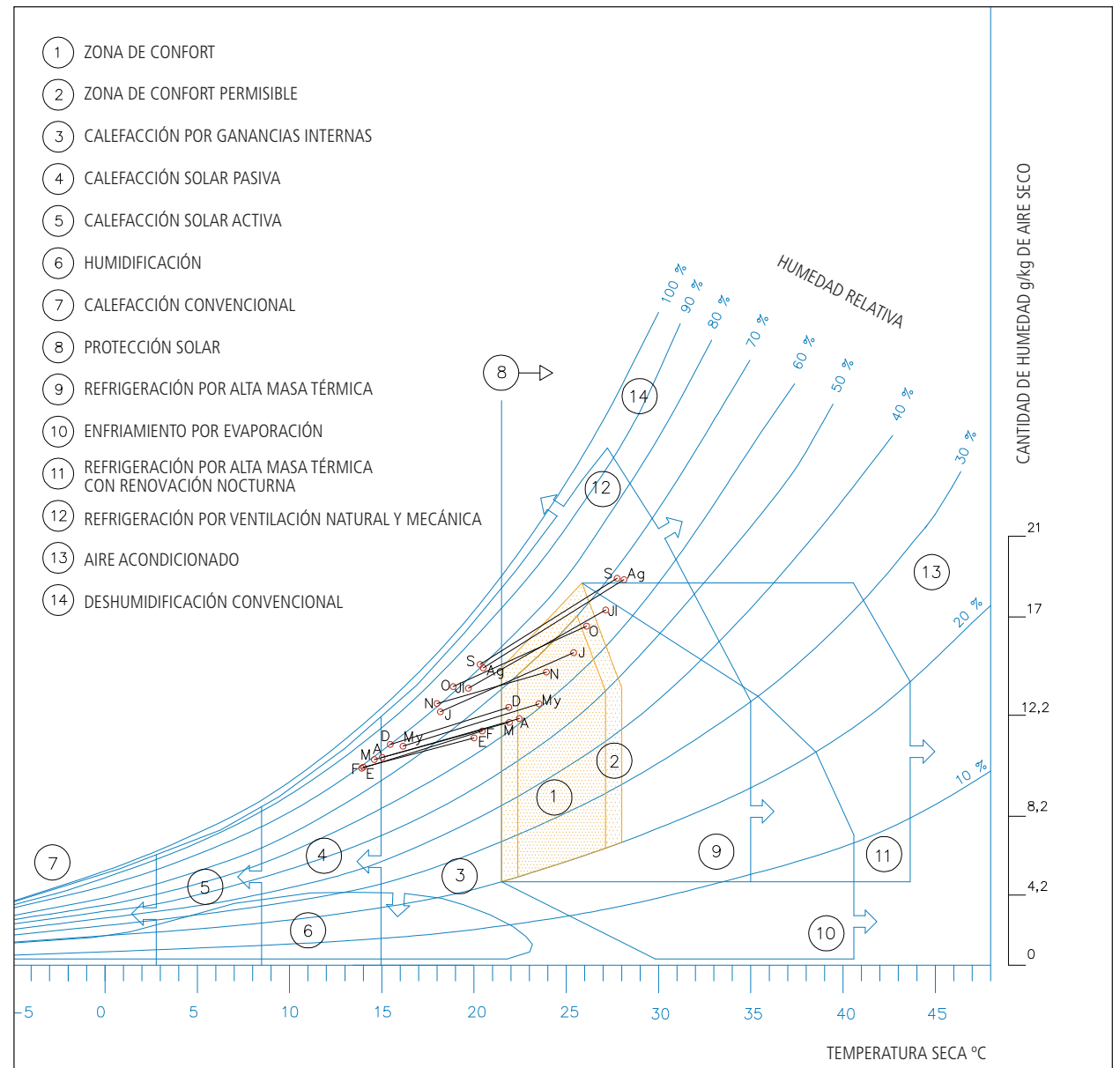


Figura 13.27. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

PUERTO DEL ROSARIO

Morro Jable. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas en torno a los 14°C y medias de las máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril, mayo y diciembre, aún más suaves, se necesitaría estar a la sombra las horas centrales del día para estar en condiciones de confort. En el resto del día sería suficiente la radiación solar.

Desde junio a noviembre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra todo el día, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 24°C y 28°C.

En los mediodías de junio se necesita, además, para estar en confort,, contrarrestar la humedad con una velocidad del aire de unos 0,5 m/s.

En julio y octubre la ventilación debería alcanzar en las horas centrales del día, velocidades de 1,0 m/s y en agosto y septiembre, los meses más húmedos, de 2 m/s.

En algunos casos, en el mes de agosto o septiembre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 31,5°C, por lo que se necesitarán velocidades de aire de hasta 4,5 m/s, sensación que no resulta desagradable para actividades al aire libre.

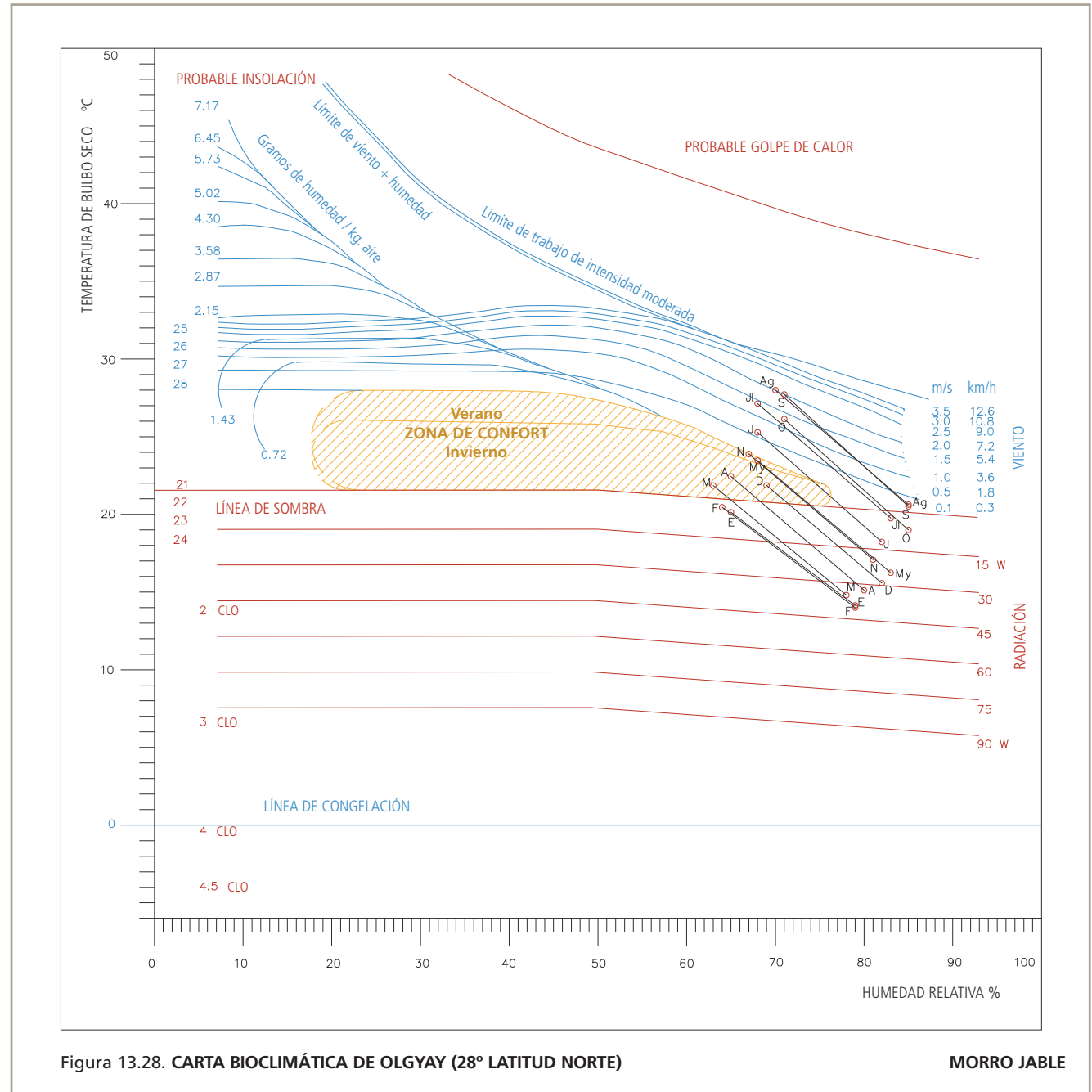


Figura 13.28. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

MORRO JABLE

Morro Jable. Carta Bioclimática de Givoni

Con las condiciones medias para la obtención del confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort en el interior durante los meses más cálidos y húmedos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 horas. Deberán añadirse además elementos de sombra para evitar el aporte de radiación solar por los huecos de la edificación.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Estas protecciones solares serán utilizadas las horas centrales del día en los meses de noviembre, diciembre, marzo, abril y mayo y serán necesarias todo el día para los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

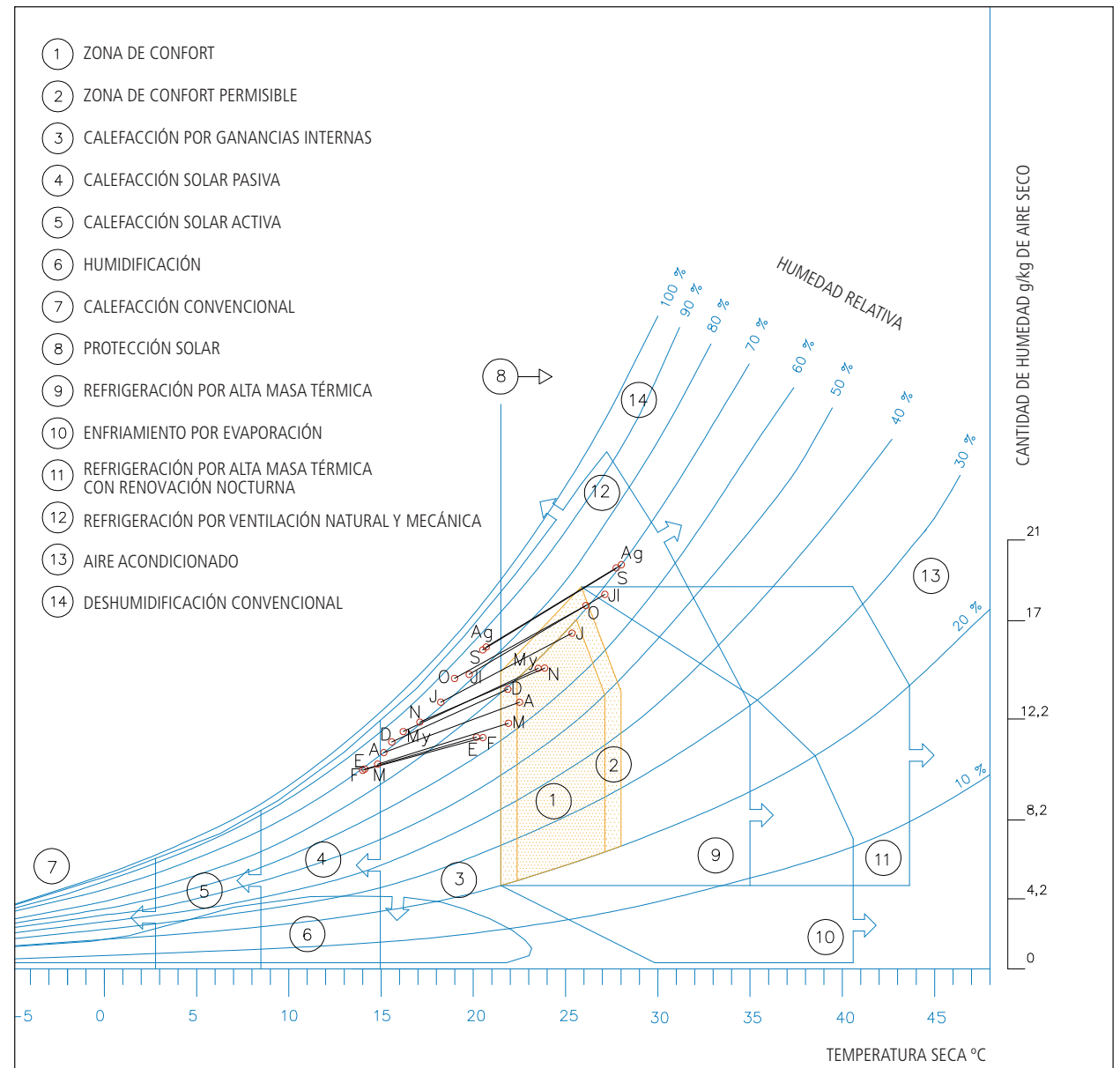


Figura 13.29. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

MORRO JABLE



LANZAROTE

Arrecife. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas en torno a los 14°C y medias máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort.

Durante los meses de diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre lo mismo, si bien se debe estar a la sombra durante las horas centrales del día.

En noviembre, mayo y junio, se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 23,5°C de media máxima.

Durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, además de la protección solar todo el día, se necesitarán velocidades del viento entre 0,1 y 1 m/s, dadas las elevadas humedades que se registran durante estos meses, que combinadas con las altas temperaturas, se salen de la zona de confort.

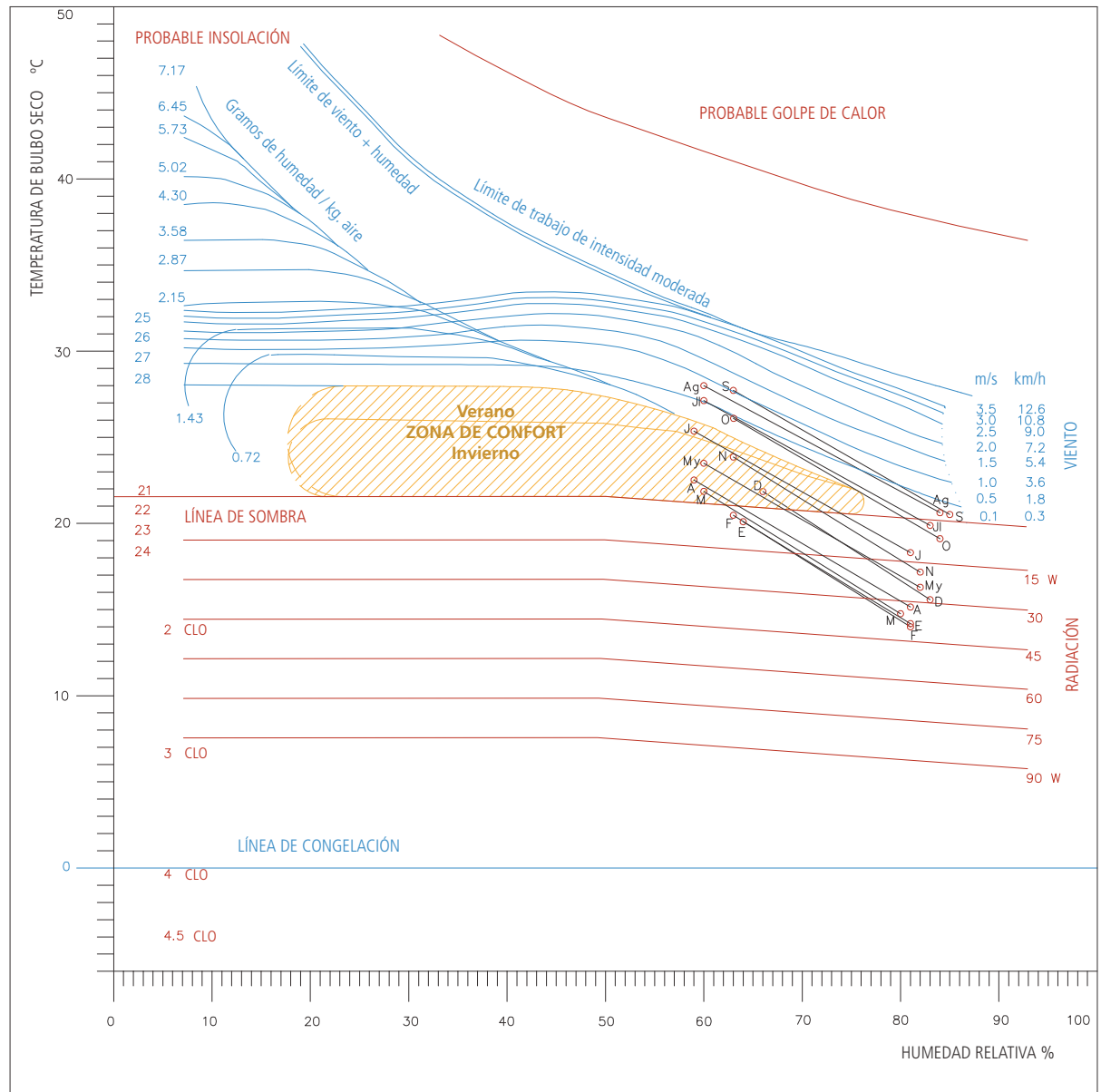


Figura 13.30. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

ARRECIFE

Arrecife. Carta Bioclimática de Givoni

Para obtener las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esa misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos y húmedos del año (agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 6 a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto de los meses, bastará disponer unas adecuadas protecciones solares durante los momentos más cálidos del día, ya que en los momentos más fríos del día se mantendrán las condiciones de confort sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación.

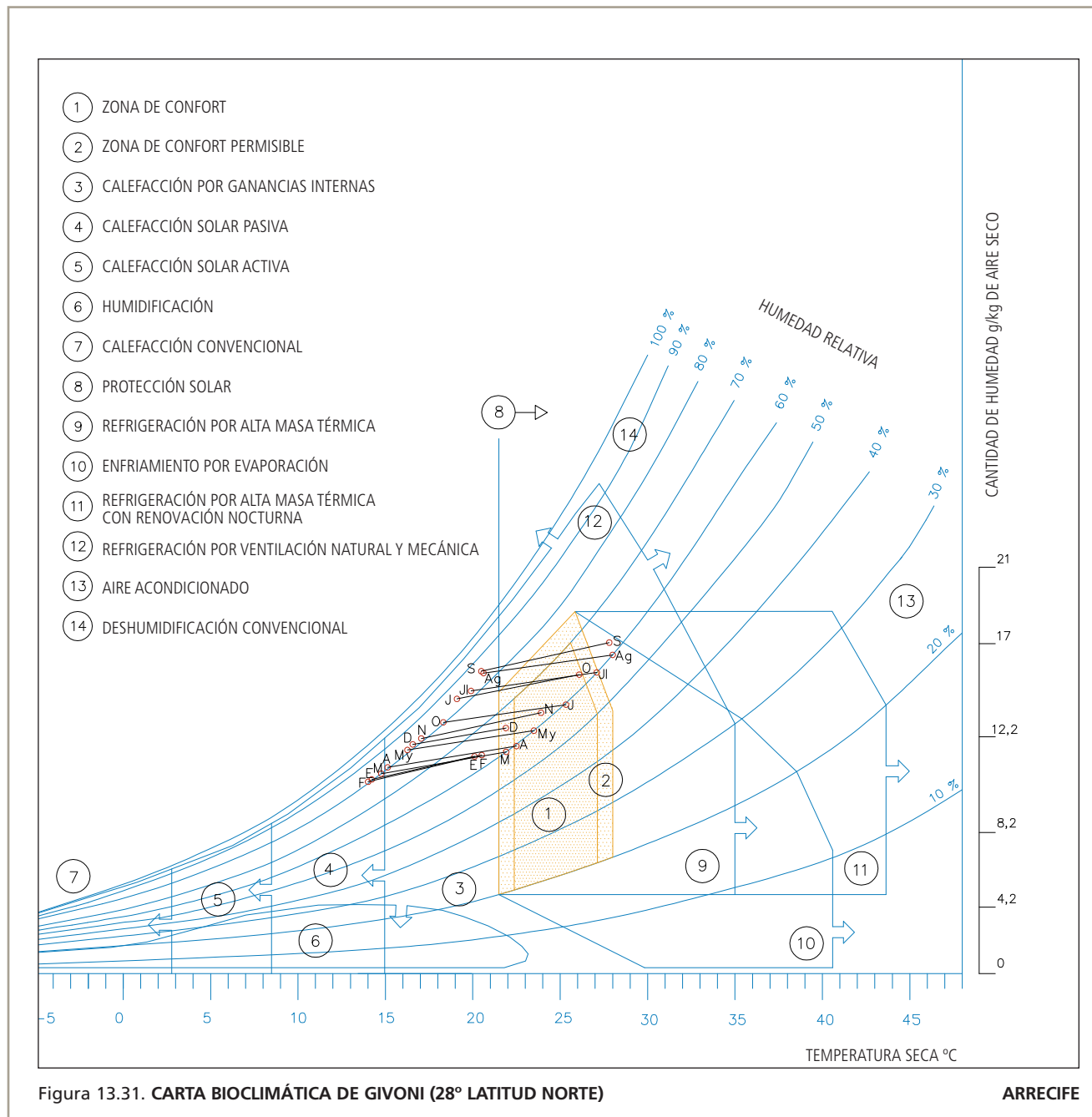


Figura 13.31. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

ARRECIFE

Tegui. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es bastante benigno, con temperaturas medias mínimas en torno a los 10,1°C y medias máximas superiores a los 17,9°C en los meses más fríos (diciembre, enero, febrero y marzo), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort.

Durante el mes de abril, aún más suave, ocurre lo mismo, si bien se debe estar a la sombra durante las horas centrales del día.

En noviembre, mayo y junio, se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 23°C de media máxima.

Durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de la protección solar todo el día, se necesitarán velocidades del viento entre 1 y 2 m/s, dadas las elevadas humedades que se registran durante estos meses, que combinadas con las altas temperaturas se salen de la zona de confort.

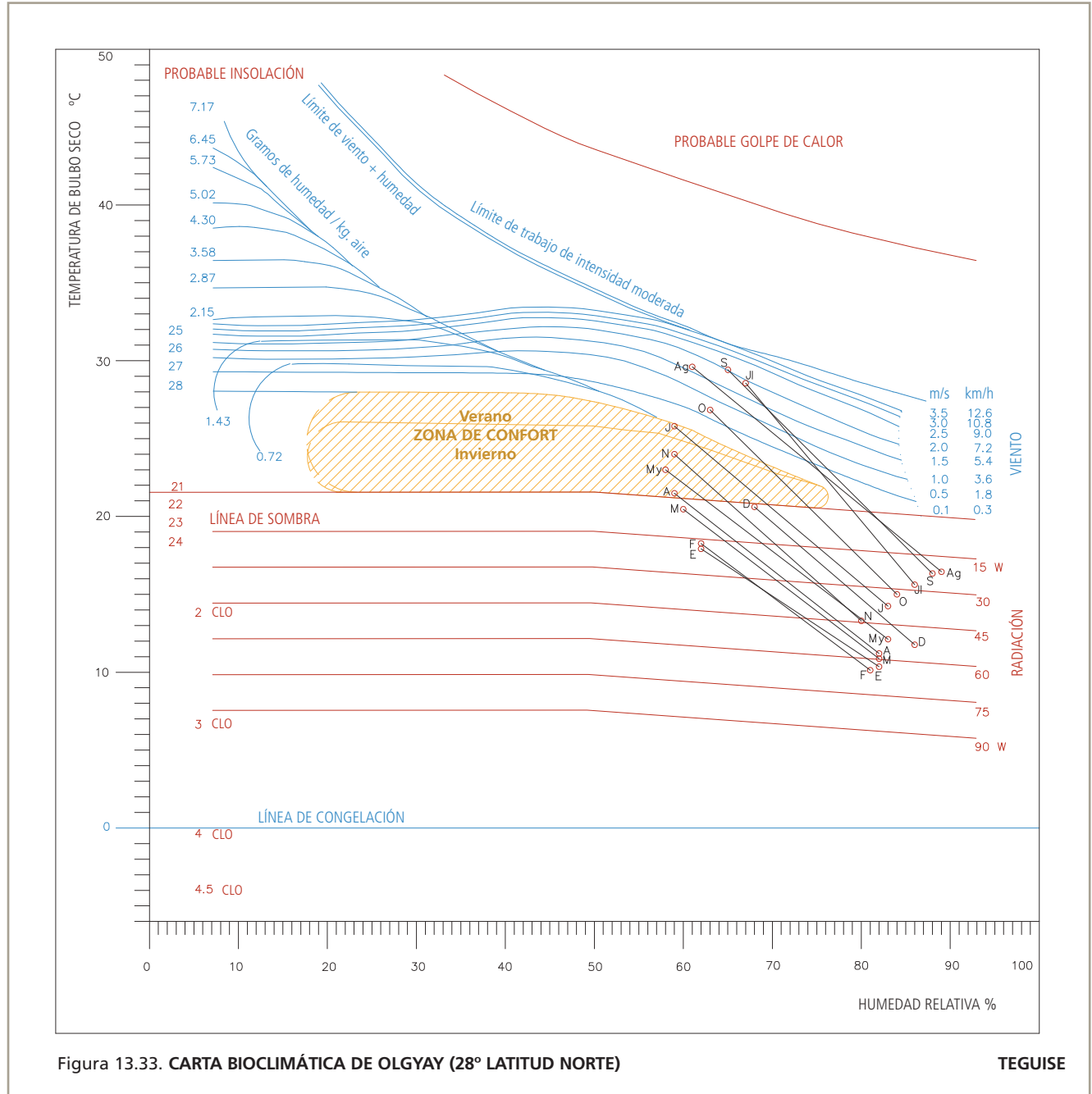


Figura 13.33. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

TEGUISE

Teguisse. Carta Bioclimática de Givoni

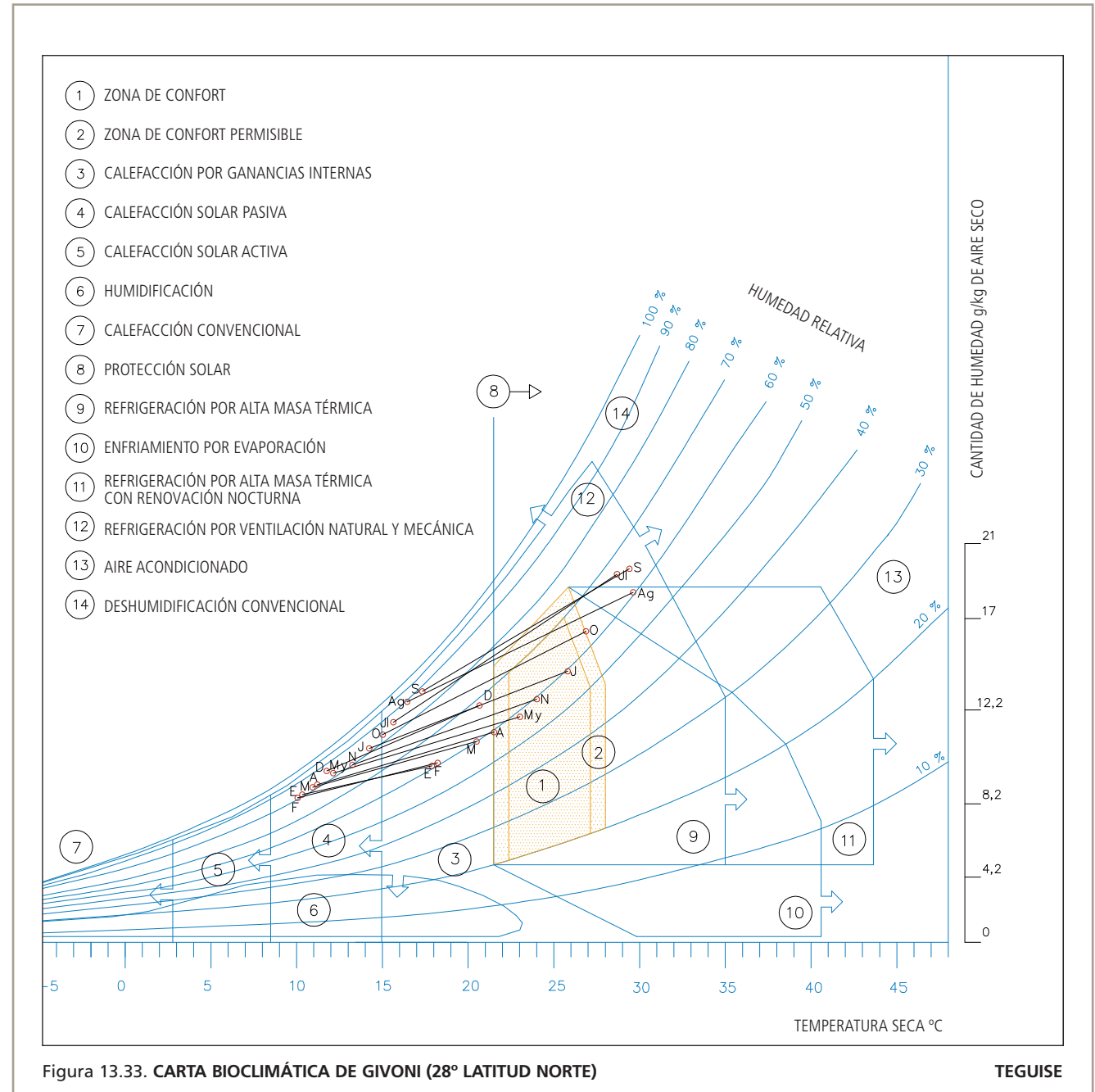
Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (julio, agosto, septiembre y octubre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 9 a 12 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Las protecciones solares serán necesarias los mediodías de abril, mayo y noviembre y durante todo el día en junio, julio, agosto y septiembre.



Playa Blanca. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 14°C y medias de las máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 14,6°C y máximas alrededor de 22°C. Estas últimas requieren igualmente estar a la sombra a medio día para estar en condiciones de confort.

En los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre, para estar en confort se necesitaría estar en sombra prácticamente todo el día ya que, aunque las temperaturas no son muy elevadas, el exceso de humedad las hace inconfortables. Se necesitarán por tanto velocidades de aire entre 0,5 y 1 m/s.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 26°C y 28°C, necesitando, además, para estar en confort, una velocidad de aire durante casi todo el día de 2.5 a 3.5 m/s, velocidad perfectamente tolerable para actividades al aire libre.

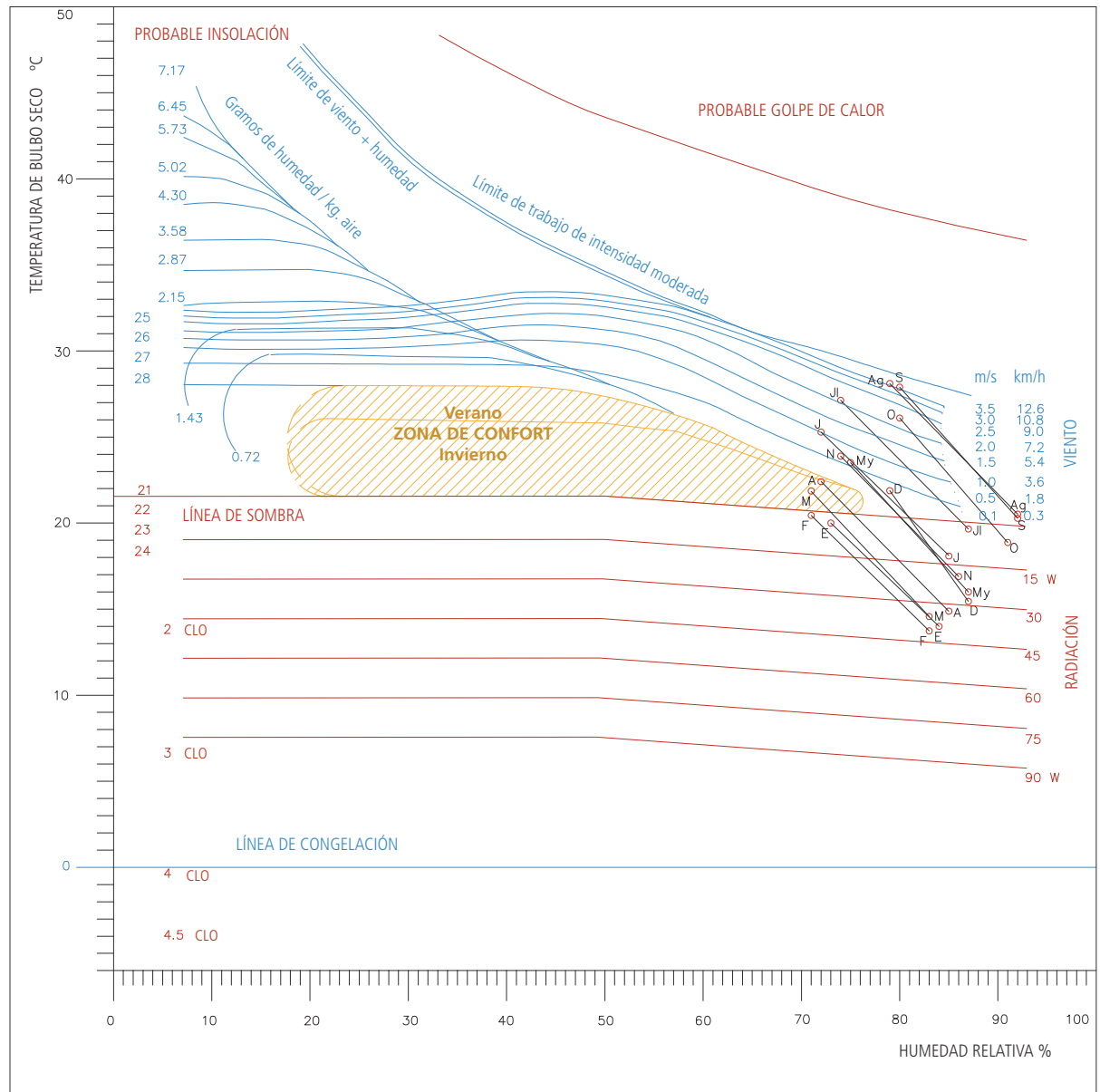


Figura 13.34. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

PLAYA BLANCA

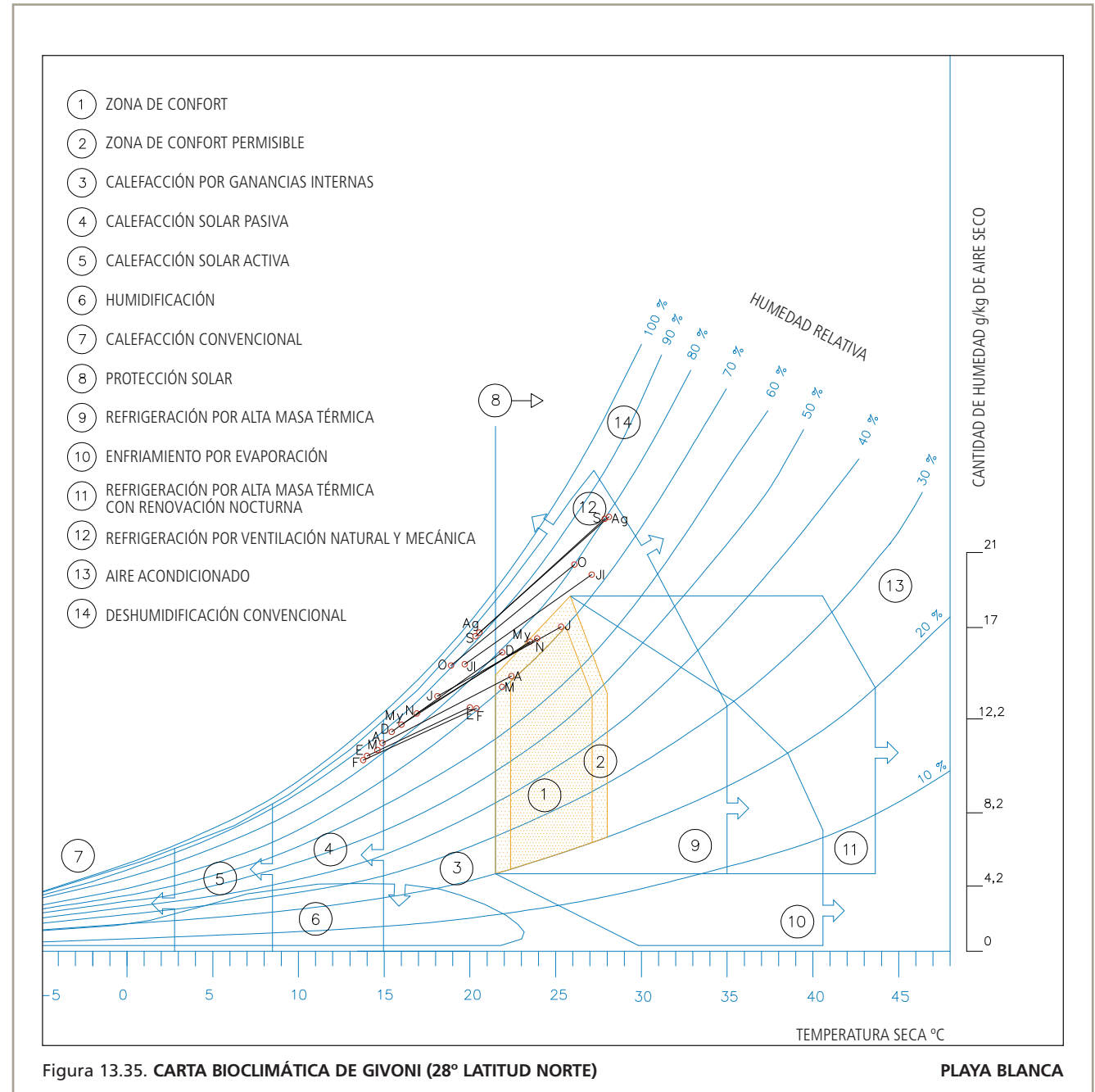
Playa Blanca. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (julio, agosto, septiembre y octubre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, es decir, los meses de abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, en el interior de la edificación se mantendrían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.



GRAN CANARIA

Las Palmas de Gran Canaria. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,8°C y medias de las máximas superiores a los 20,6°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 16,2°C y máximas alrededor de 21,4°C. Estas últimas requieren igualmente estar a la sombra a medio día para estar en condiciones de confort.

En los meses de mayo y noviembre, para estar en confort se necesitaría estar en sombra prácticamente todo el día.

En junio, julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra todo el día, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 24°C y 26,2°C, necesitando, además, para estar en confort, una velocidad de aire durante casi todo el día de 0,1 a 2 m/s.

En algunos casos en el mes de agosto o septiembre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 30°C, por lo se necesitarán velocidades del aire de hasta 2,5 m/s, velocidad perfectamente tolerable para actividades al aire libre.

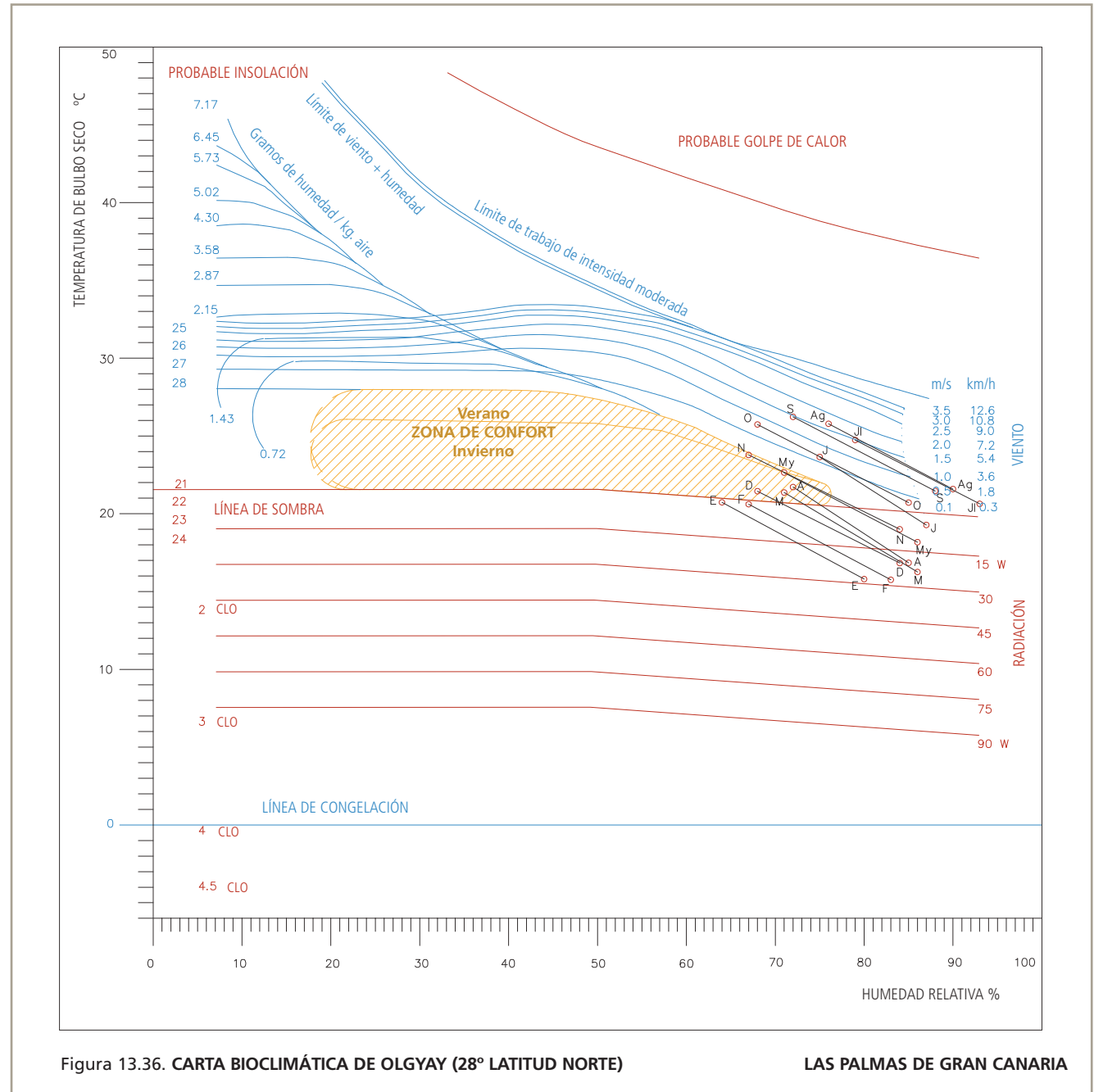


Figura 13.36. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Las Palmas de Gran Canaria. Carta Bioclimática de Givoni

Las condiciones de confort en el interior de las edificaciones se mantendrán, en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas. Para ello sólo es necesario que el edificio tenga un buen aislamiento térmico y una inercia térmica adecuada.

Esta misma inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año, (agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 9 a 12 h.

Se necesitarán protecciones solares los mediodías de noviembre, marzo, abril y mayo, y durante todo el día en junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

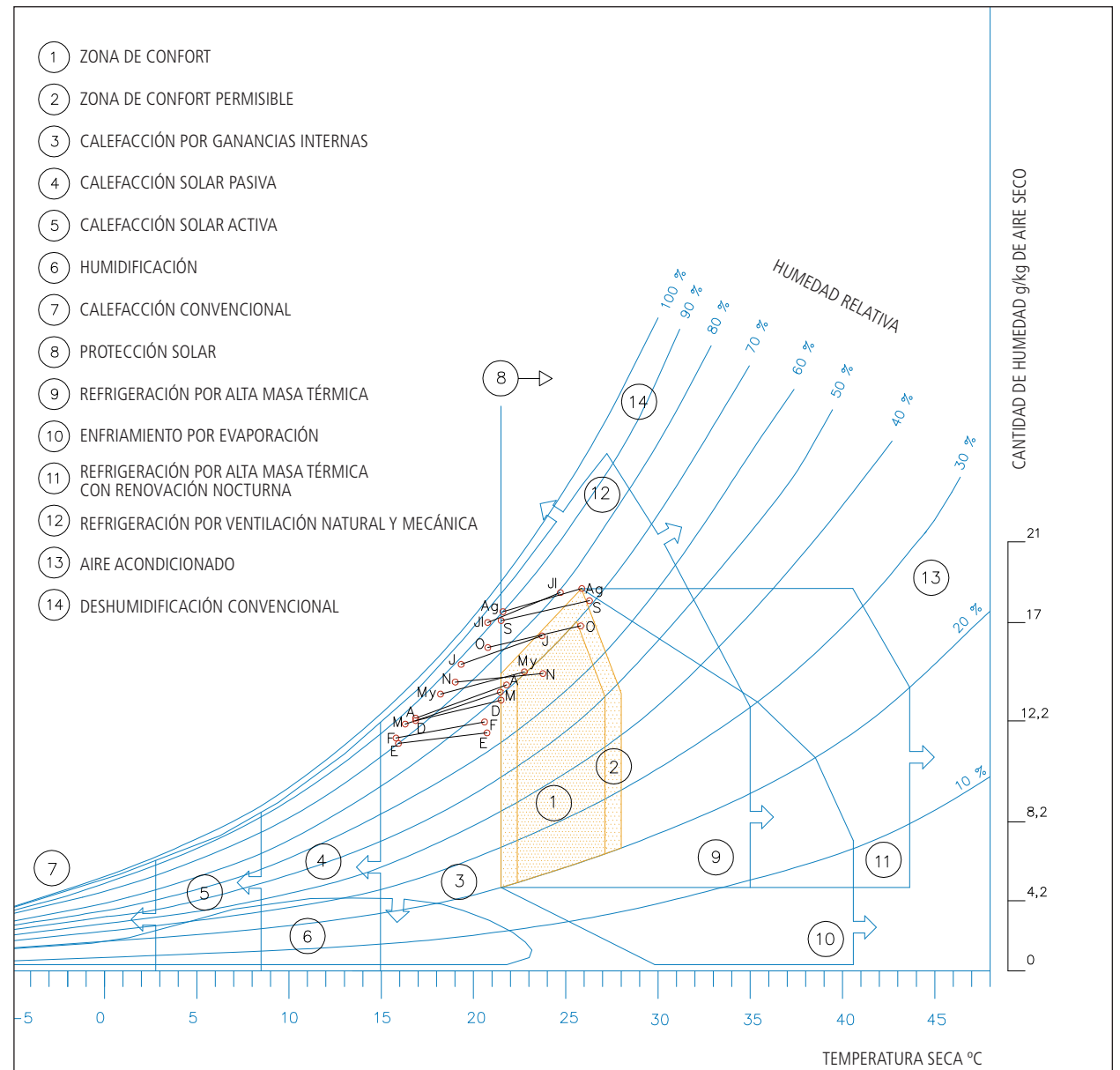


Figura 13.37. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



Tamaraceite. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas en torno a los 14°C y medias de las máximas superiores a los 19,5°C en los meses más fríos (diciembre, enero, febrero y marzo), de modo que, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de abril, mayo y noviembre, aún más suaves, se necesitaría estar a la sombra las horas centrales del día para estar en condiciones de confort. En el resto del día sería suficiente la radiación solar.

Desde junio a noviembre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra todo el día, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 24°C y 25,8°C.

En los mediodías de junio y octubre se necesita además, para estar en confort,, contrarrestar la humedad con una velocidad del aire de unos 0,5 m/s.

En julio, agosto y septiembre, la ventilación debería alcanzar en las horas centrales del día velocidades de 1,5 m/s.

En algunos casos, en el mes de agosto o septiembre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 31,5°C, por lo que se necesitarán velocidades de aire de hasta 4,5 m/s, sensación que no resulta desagradable para actividades al aire libre.

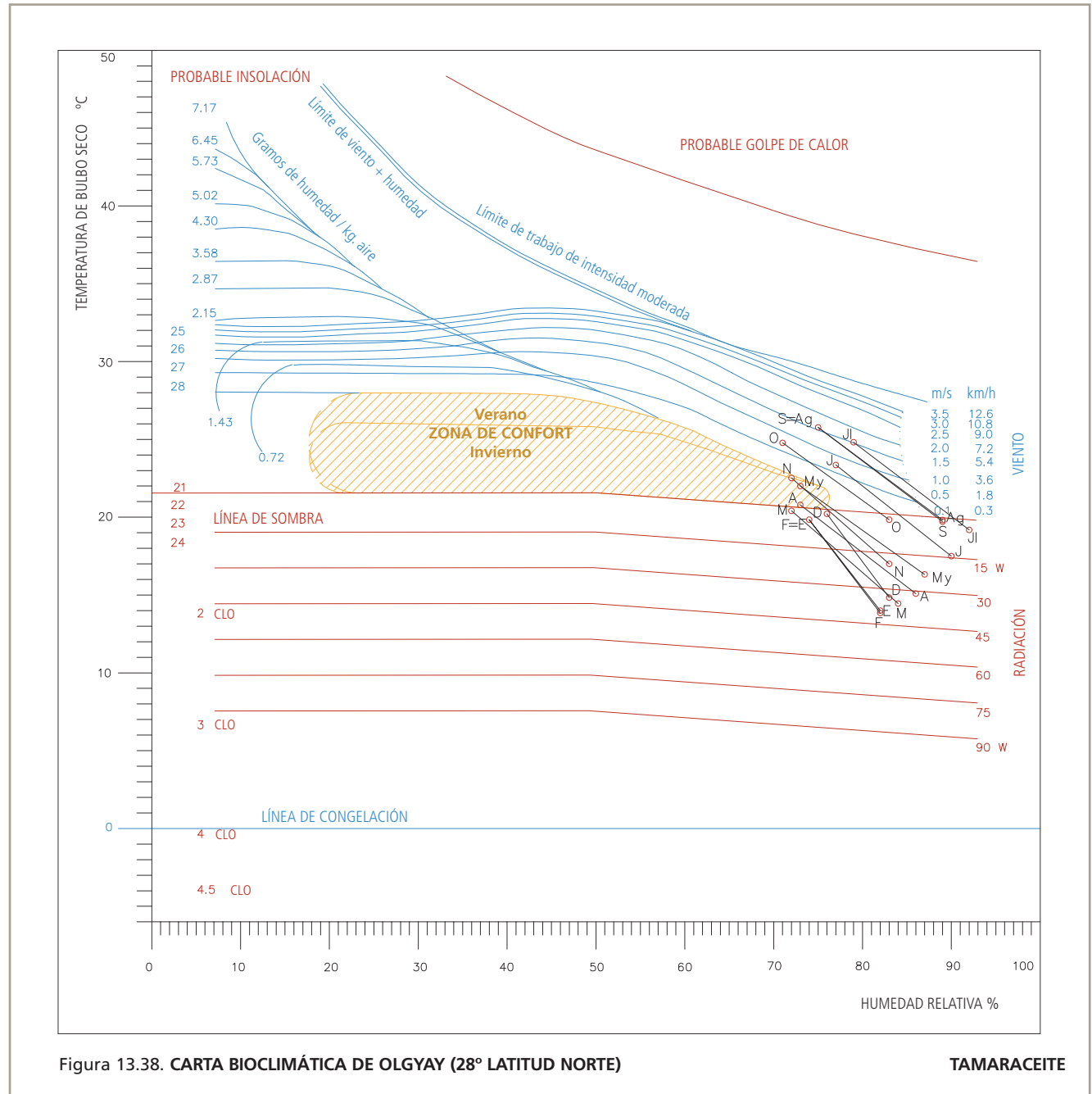


Figura 13.38. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

TAMARACEITE

Tamaraceite. Carta Bioclimática de Givoni

Para obtener las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esa misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos y húmedos del año (agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto de los meses, bastará disponer unas adecuadas protecciones solares durante los momentos más cálidos del día, ya que en los momentos más fríos del día se mantendrán las condiciones de confort sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación.

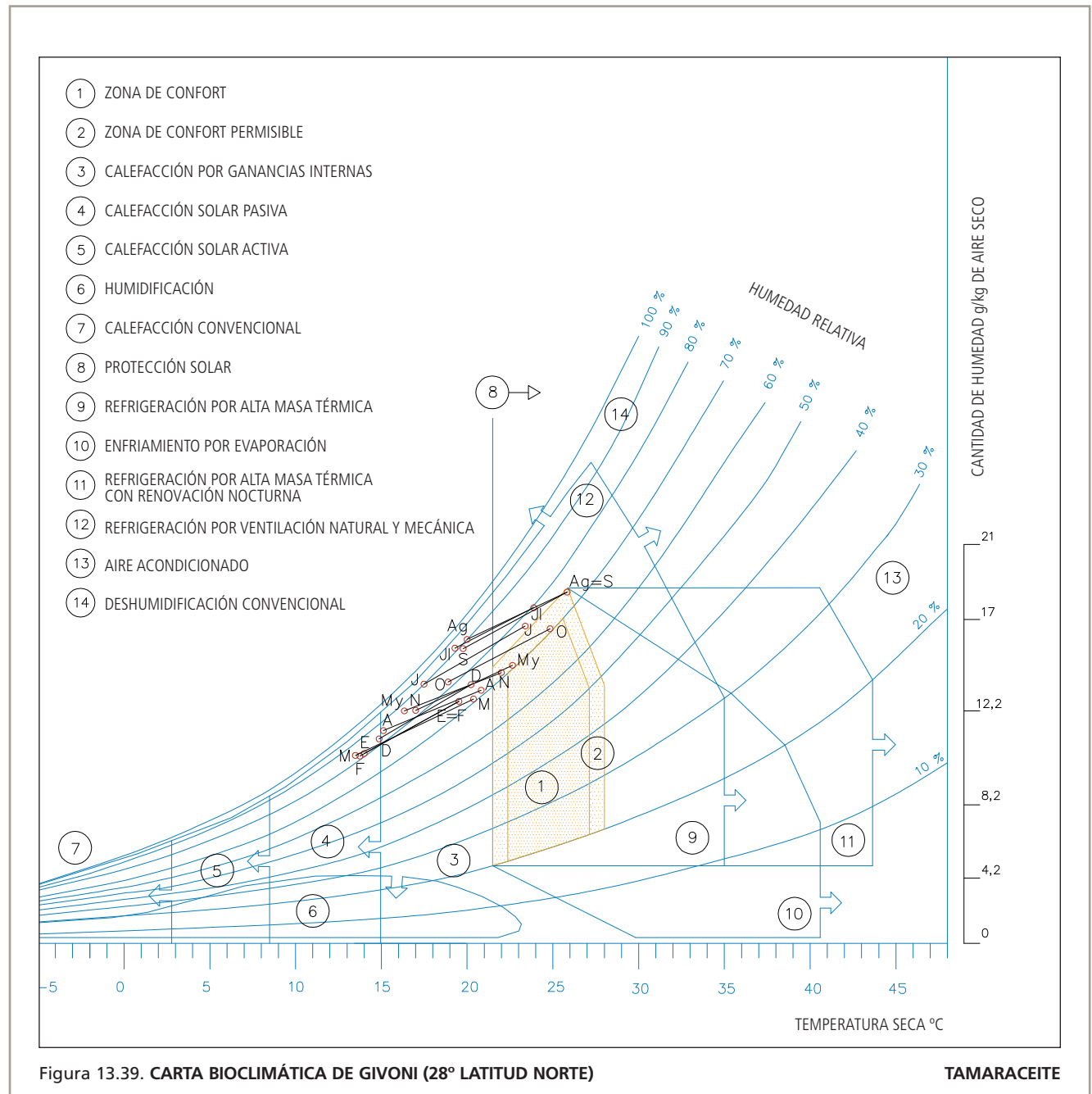


Figura 13.39. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

TAMARACEITE

Vecindario. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 12,6°C y medias de las máximas superiores a 19,7°C en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 13,8°C y máximas en torno a los 22,6°C y se necesitarán estar a la sombra en las horas centrales del día. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En los meses de junio, julio y octubre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra todo el día.

En agosto y septiembre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 27,4°C y velocidades del aire de 0,1 m/s para disipar el exceso de humedad del ambiente.

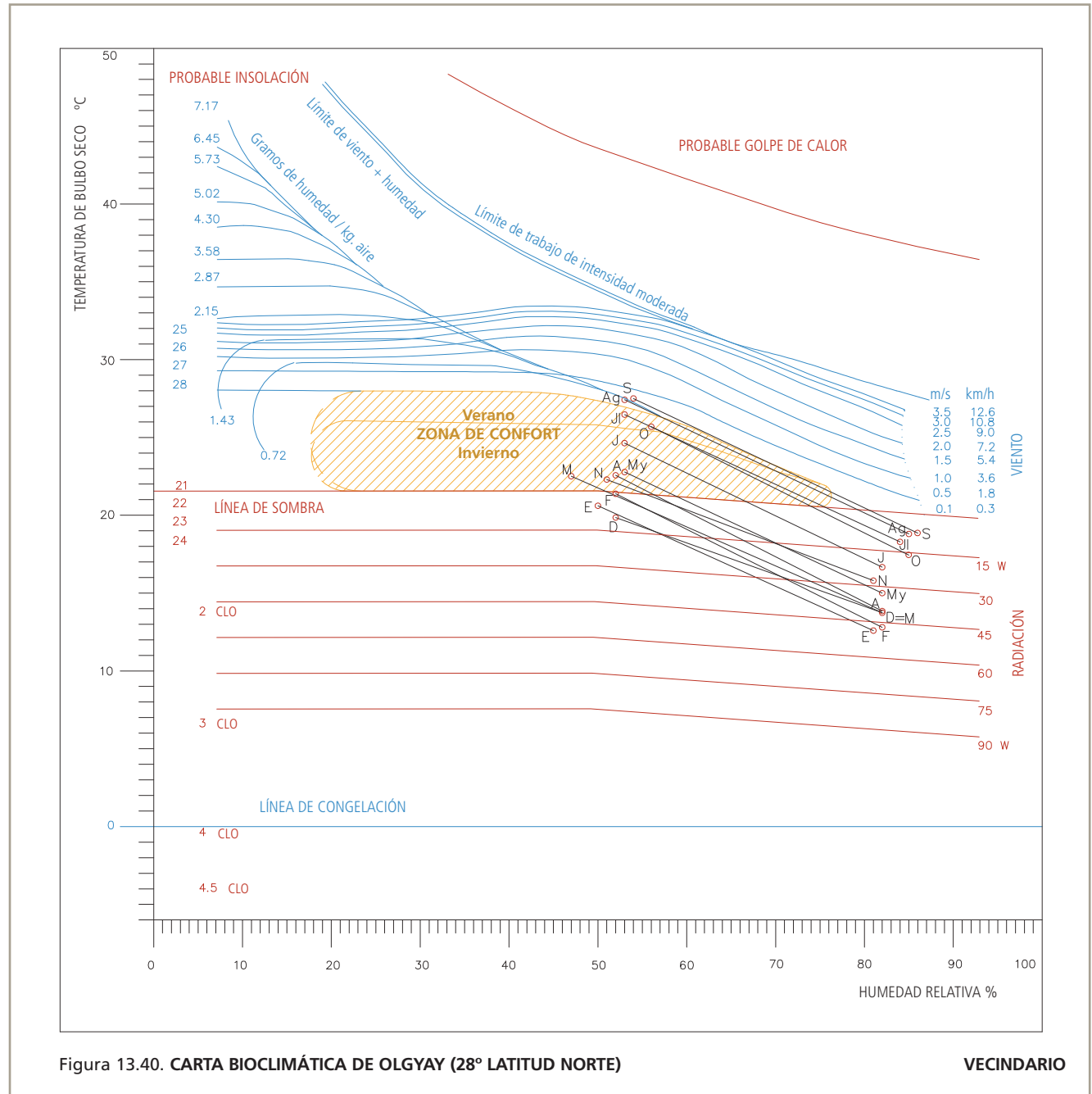


Figura 13.40. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

VECINDARIO

Vecindario. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con una inercia térmica, aislamiento térmico y protecciones solares adecuadas.

Las protecciones solares se necesitarán a mediodía en los meses de noviembre, marzo, abril y mayo, y durante todo el día en, junio, julio, agosto y septiembre.

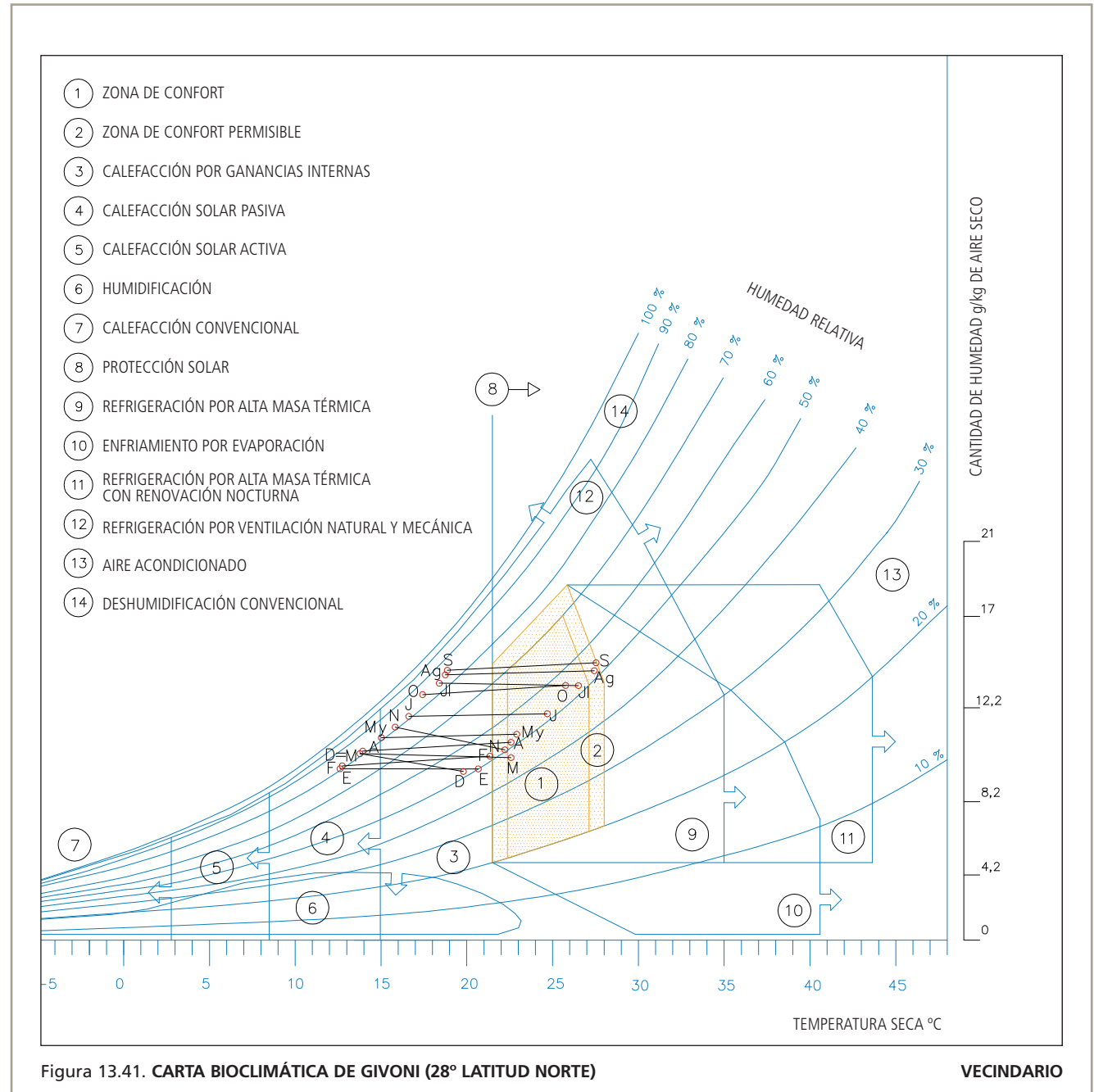


Figura 13.41. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

VECINDARIO

Maspalomas. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas en torno a los 12,9°C y medias máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort.

Durante los meses de noviembre, marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre lo mismo, si bien se debe estar a la sombra durante las horas centrales del día.

Durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de la protección solar todo el día, se necesitarán velocidades del viento entre 0,1 y 2,5 m/s, dadas las elevadas humedades que se registran que, combinadas con las altas temperaturas, su representación se sale de la zona de confort.

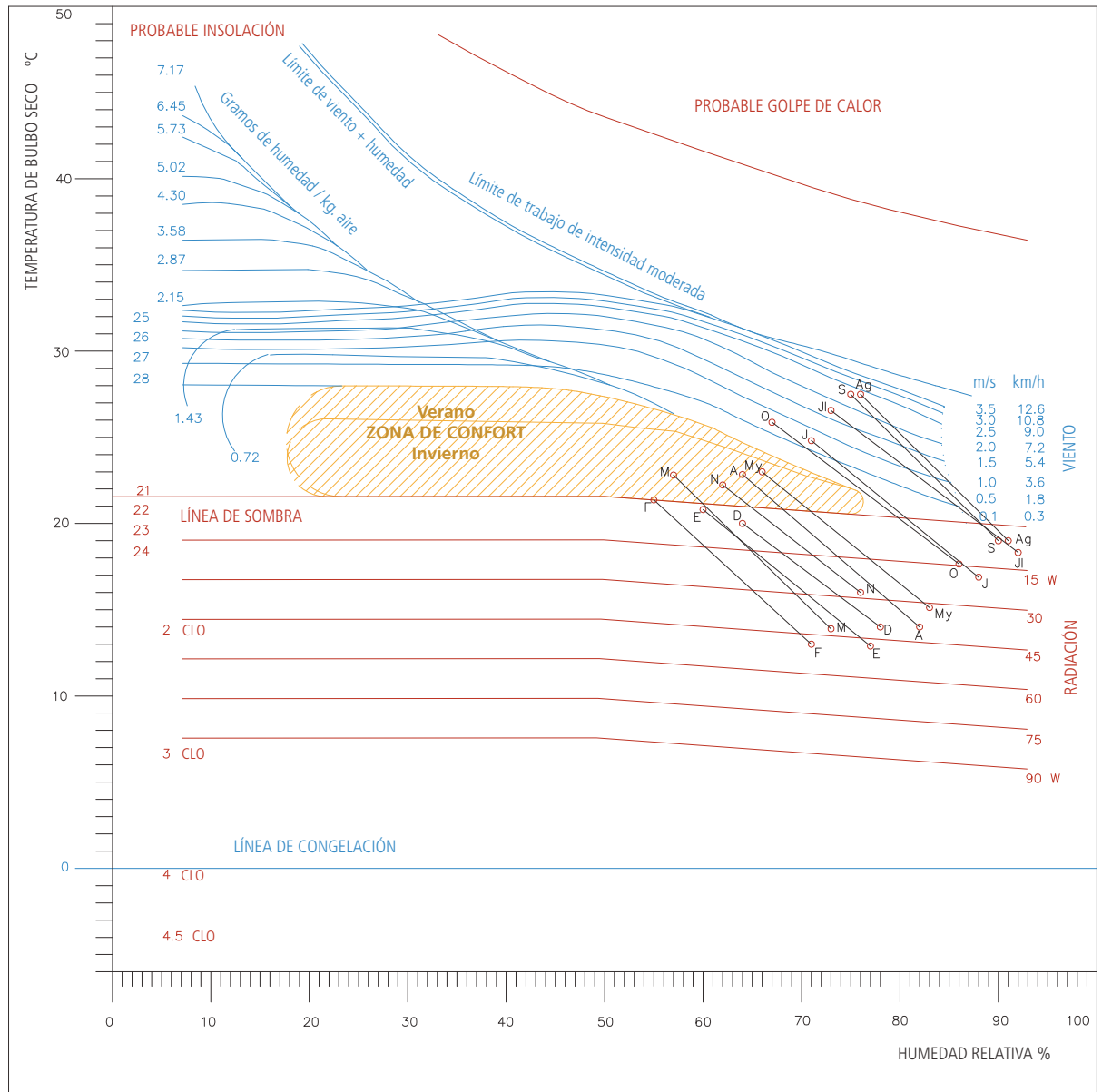


Figura 13.42. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

MASPALOMAS

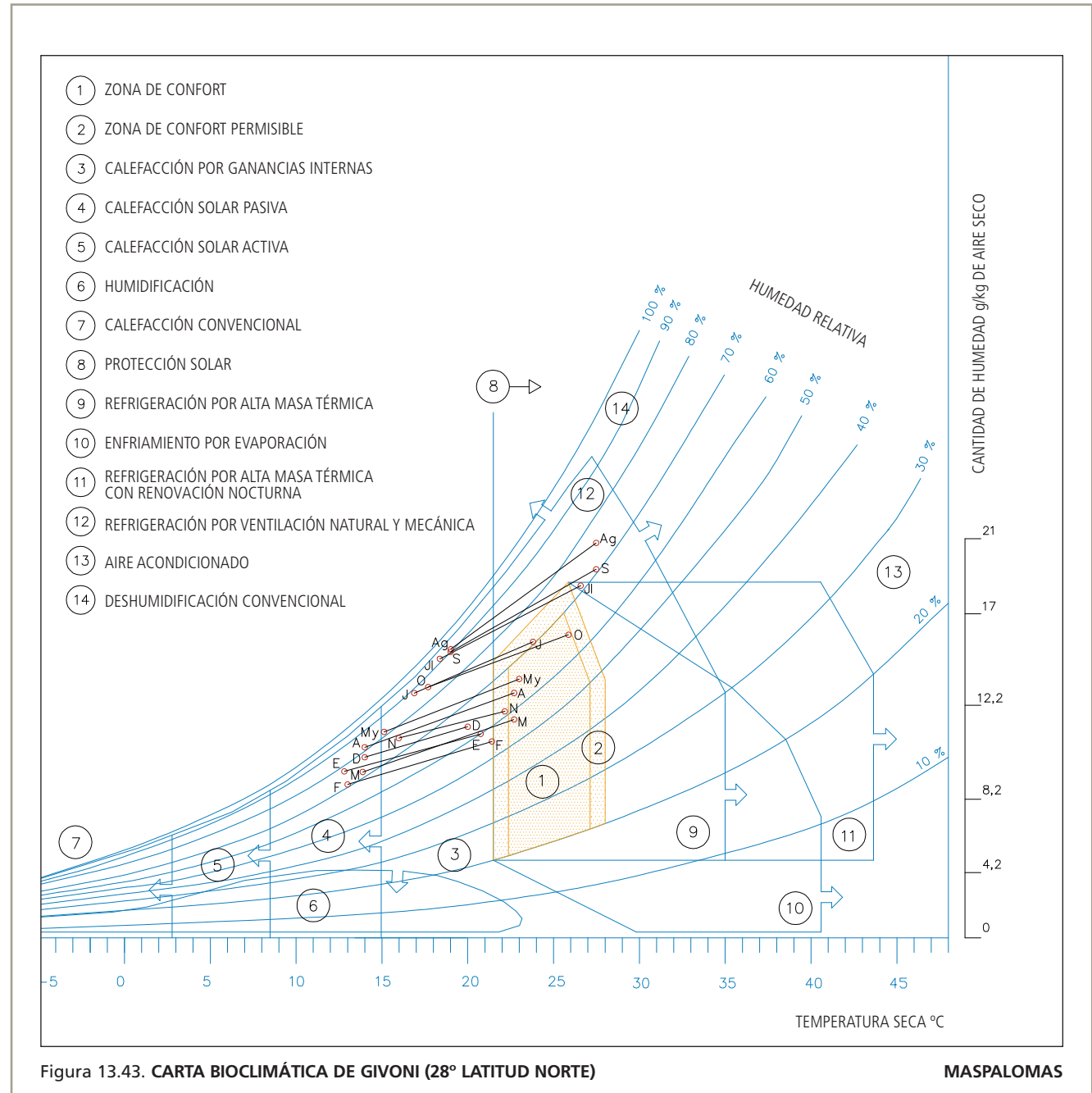
Maspalomas. Carta Bioclimática de Givoni

Para obtener las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esa misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos y húmedos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de unas 9-12 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto de los meses, bastará disponer unas adecuadas protecciones solares durante los momentos más cálidos del día, ya que en los momentos más fríos del día se mantendrán las condiciones de confort sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación. Dichas protecciones serán necesarias a mediodía durante los meses de marzo, abril, mayo y noviembre y todo el día durante junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

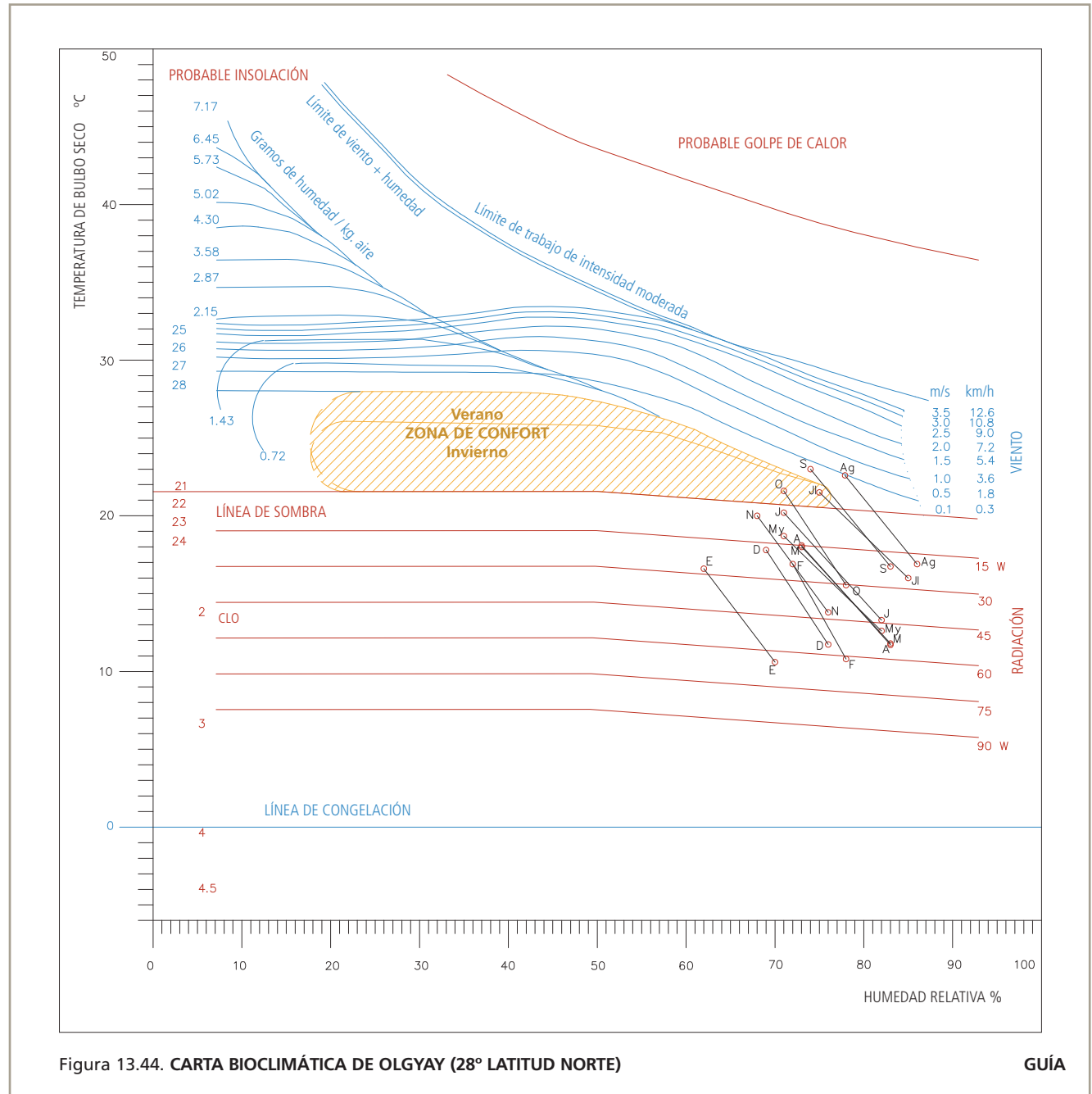


Guía. Carta Bioclimática de Olgay

En invierno es uno de los climas más severos de los estudiados para la isla de Gran Canaria, con temperaturas medias mínimas en torno a los 10,5°C y medias máximas en torno a los 16,6°C durante los meses más fríos (noviembre, diciembre, enero, febrero marzo, abril, mayo y junio), por lo que se necesitarán aportes solares durante todo el día, especialmente en diciembre, enero y febrero.

Lo mismo ocurre aunque en menor medida en los meses de julio y octubre, si bien se necesitarán estar a la sombra durante las horas centrales del día.

Sólo se necesitarán estar a la sombra todo el día los meses de agosto y septiembre. En estos meses además se necesitarán velocidad de viento de 0,1 m/s para estar en condiciones de confort.



Guía. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día con unas protecciones solares adecuadas. Estas protecciones serán necesarias los mediodías de julio y octubre y casi todo el día en agosto y septiembre.

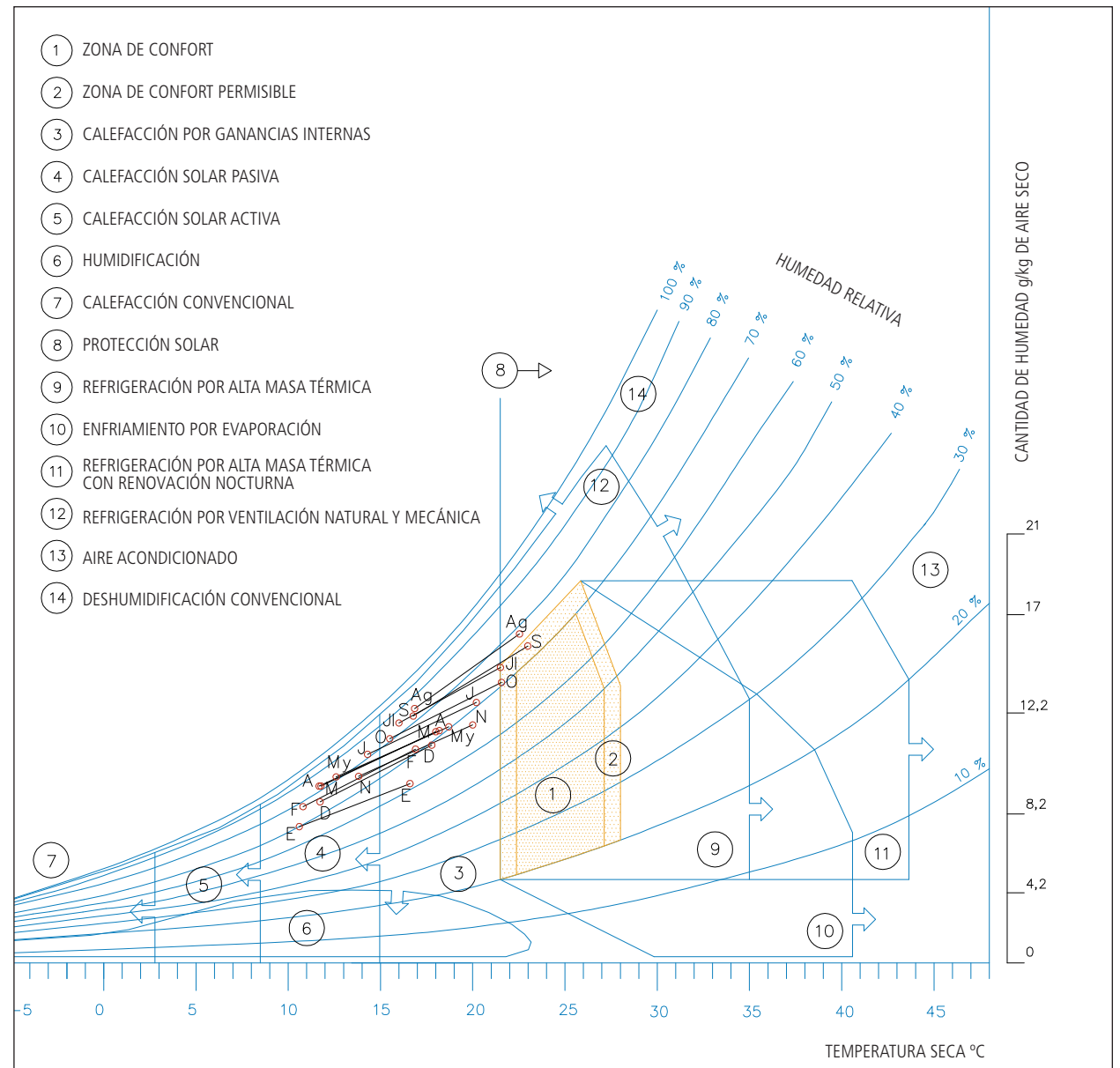


Figura 13.45. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)



Valleseco. Carta Bioclimática de Olgay

Es un clima bastante atípico dentro del conjunto de los climas estudiados, combinando temperaturas muy bajas con humedades igualmente muy bajas.

El invierno es uno de los más severos de los climas estudiados para la isla de Gran Canaria, con temperaturas medias mínimas en torno a los 5,1°C y medias máximas en torno a los 13,8°C durante los meses más fríos (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio), por lo que se necesitarán importantes aportes solares durante todo el día.

Sólo se necesitarán protecciones solares a medio día durante los meses de julio, agosto y septiembre.

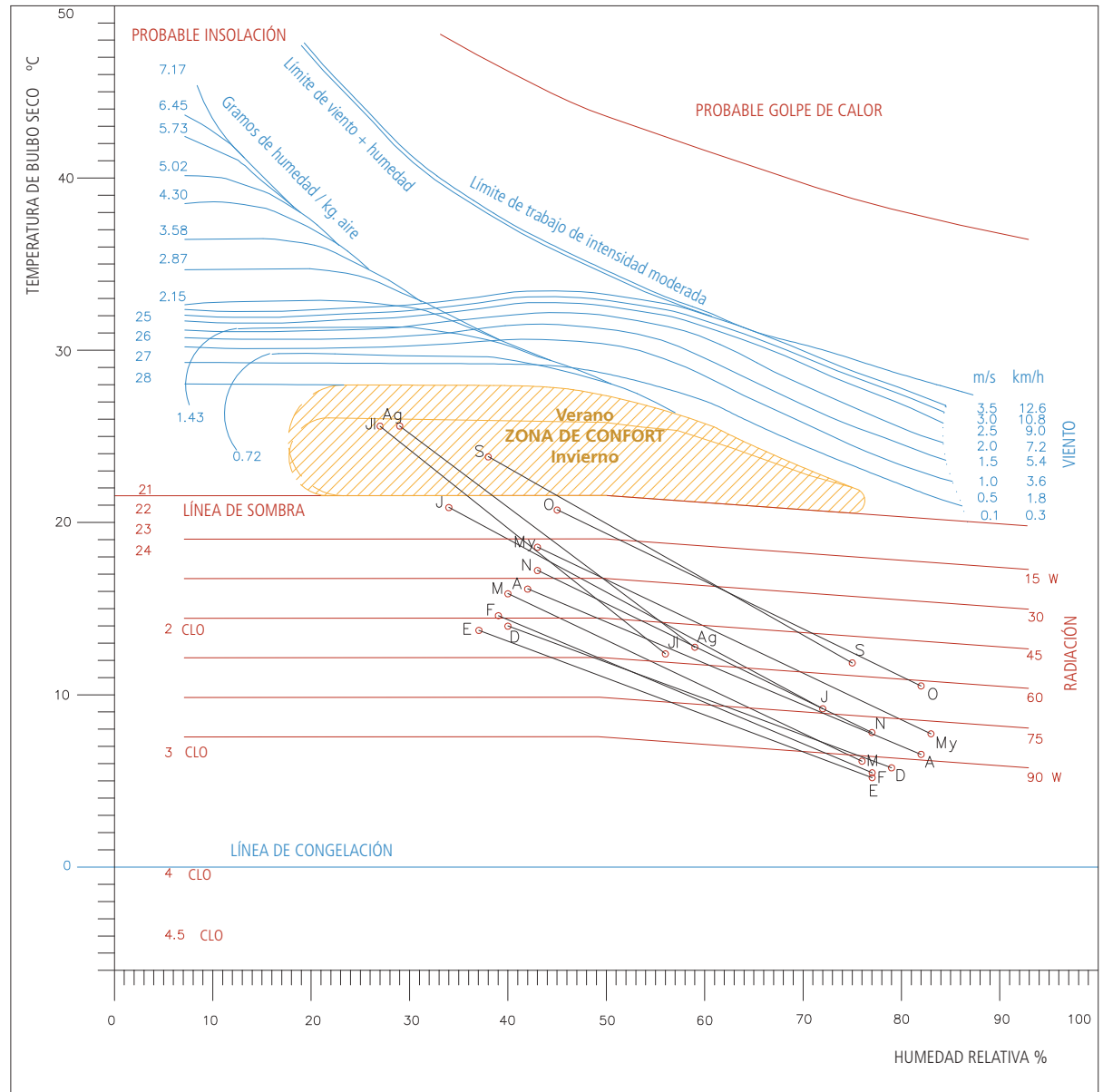


Figura 13.46. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

VALLESECO

Valleseco. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones se necesitarán un buen comportamiento solar pasivo de los edificios (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche durante TODOS LOS MESES DEL AÑO. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 a 12 h.

Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero marzo, abril y mayo, se necesitarán además un aporte de calefacción solar activa.

Tiene especial importancia el uso adecuado de aislamiento térmico para evitar las pérdidas de la radiación solar acumulada.

Los mediodías de julio, agosto y septiembre, se debe estar a la sombra para estar en confort. Durante el resto del día de estos meses, alcanzaremos el confort simplemente con las ganancias térmicas que se producen por el solo hecho de la ocupación del inmueble.

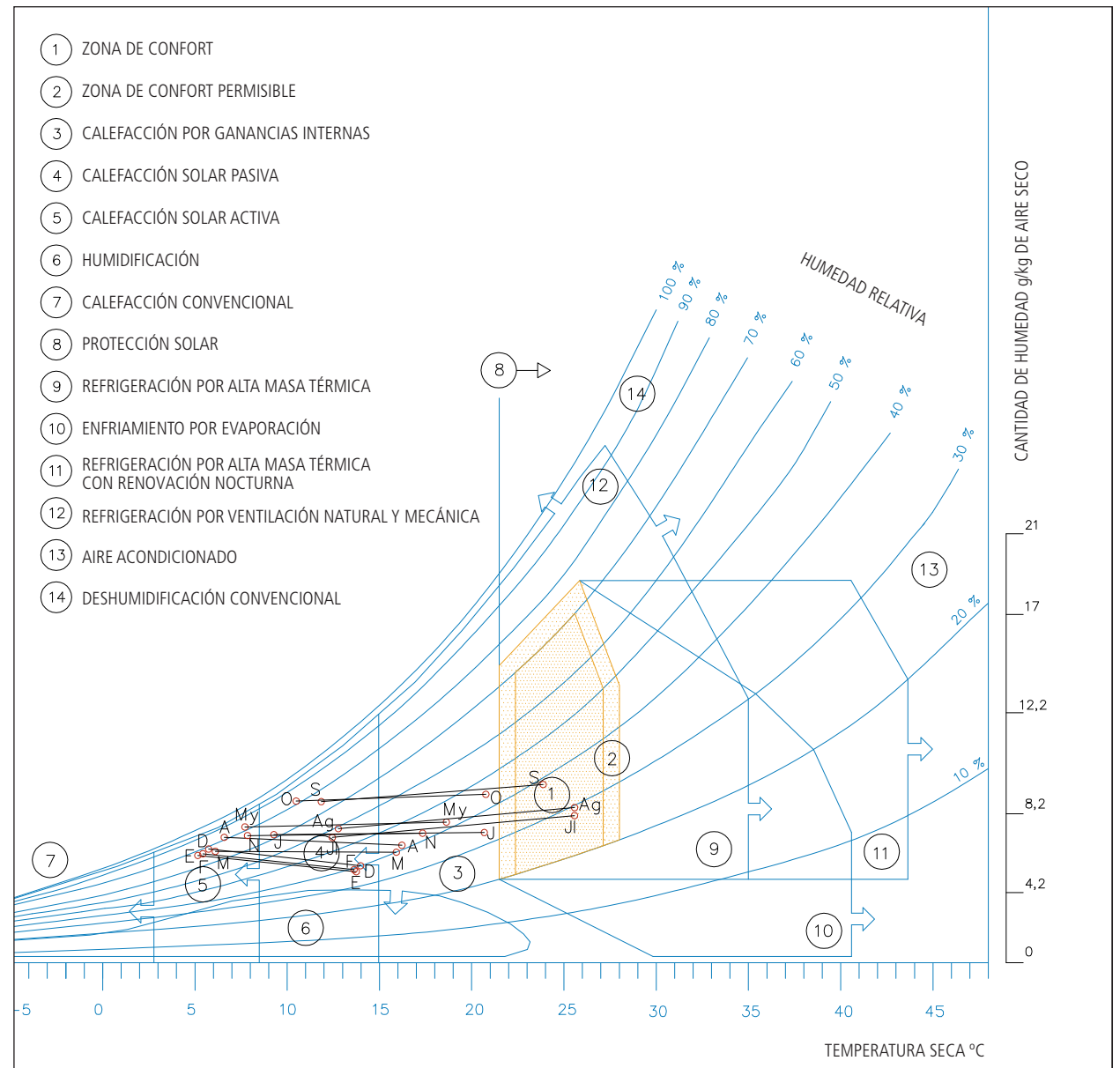


Figura 13.47. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

VALLESECO

Santa Brígida. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es severo, en relación a lo benignos que suelen ser los climas canarios, con temperaturas medias mínimas en torno a los 8,4°C y medias máximas en torno a los 17,3°C durante los meses más fríos (enero y febrero), por lo que se necesitarán importantes aportes solares durante todo el día. Lo mismo ocurre aunque en menor medida en los meses de noviembre, diciembre, marzo, abril y mayo.

Sólo se necesitará estar a la sombra en las horas centrales del día de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

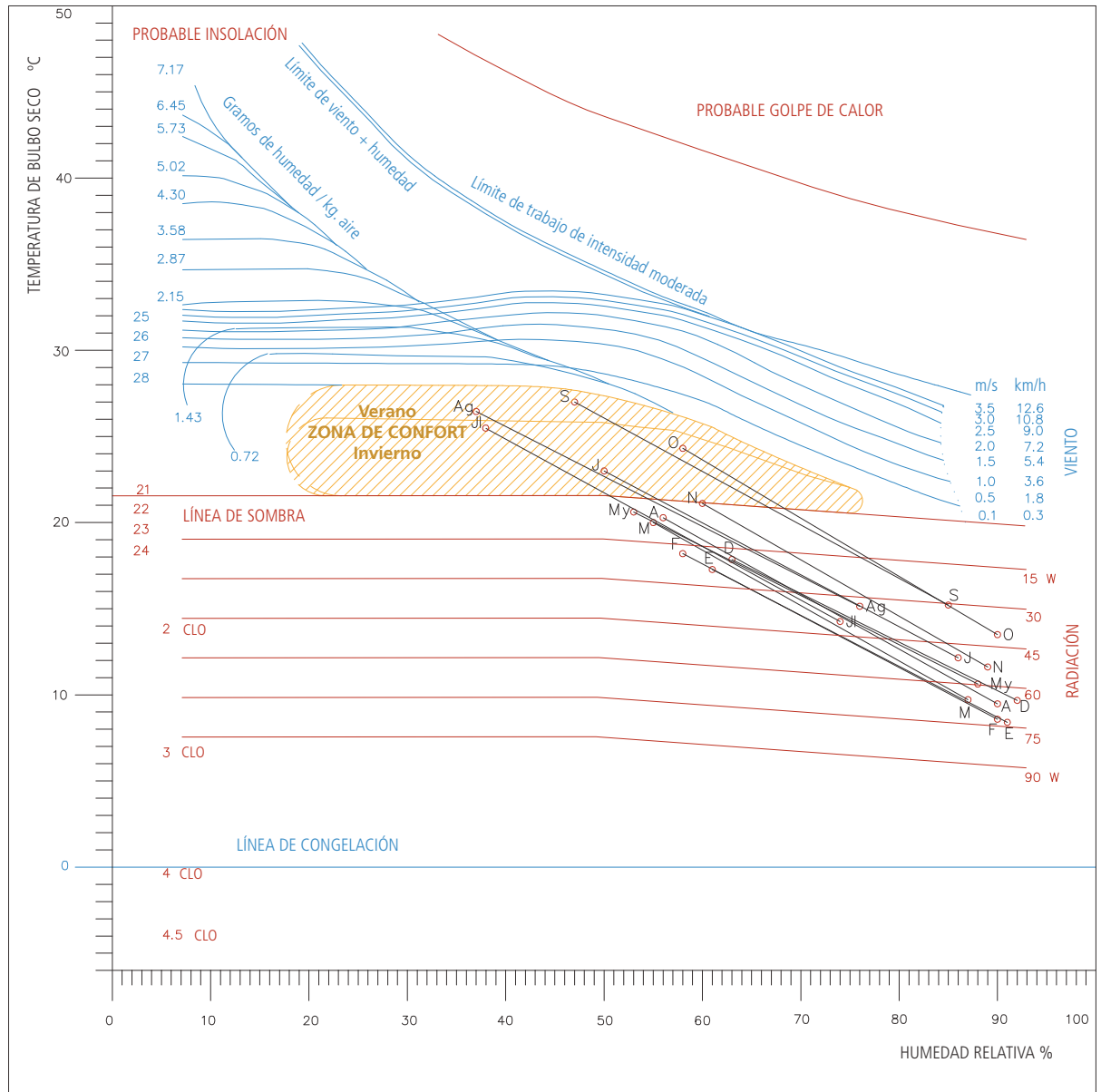


Figura 13.48. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

SANTA BRÍGIDA

Santa Brígida. Carta Bioclimática de Givoni

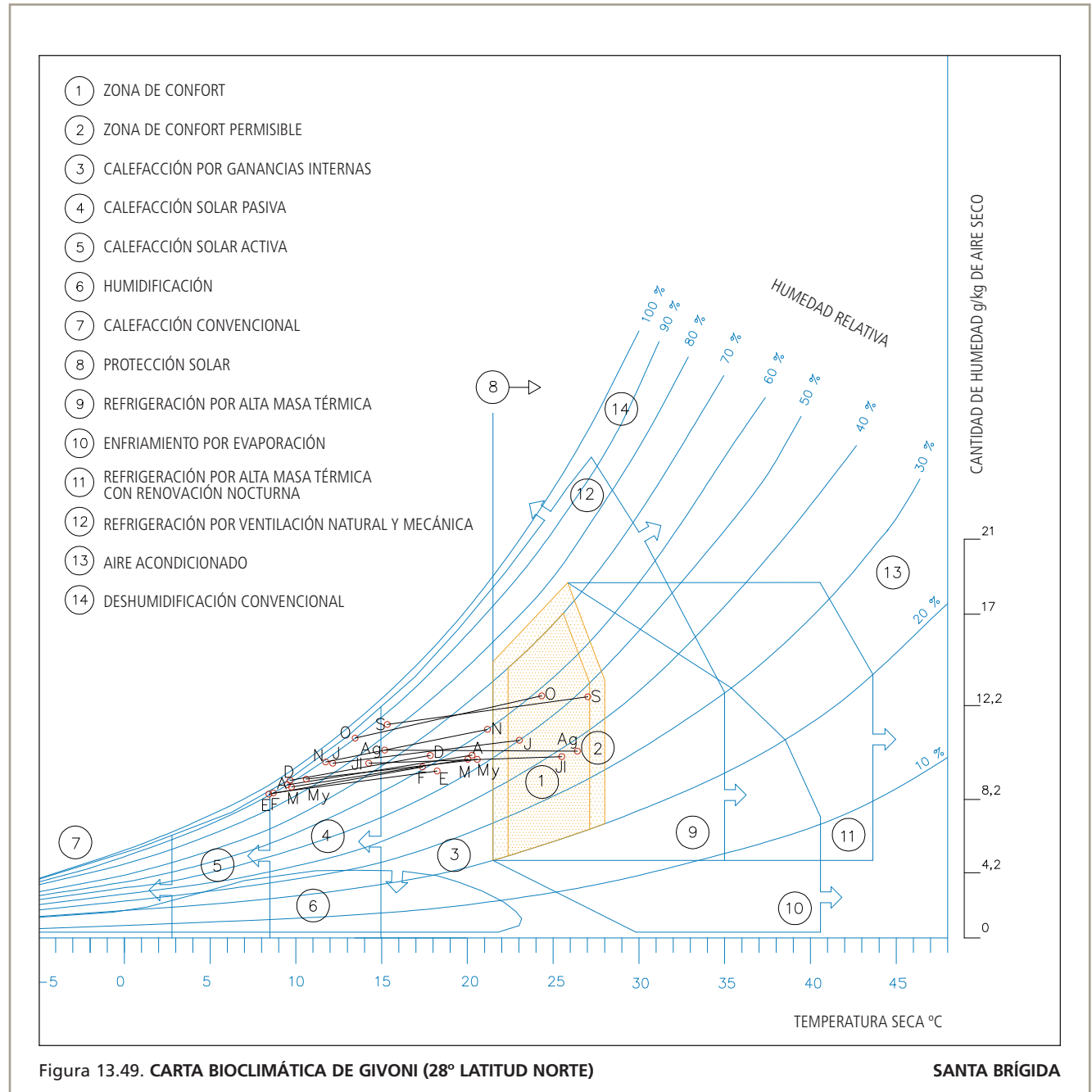
Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones se necesitarán un buen comportamiento solar pasivo de los edificios (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, febrero, marzo, mayo, junio y julio. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica superior a 9 h.

El mes de enero, se necesitarán además un aporte de calefacción solar activa.

Tiene especial importancia el uso adecuado de aislamiento térmico para evitar las pérdidas de la radiación solar acumulada.

Los mediodías de junio se debe estar a la sombra para estar en confort. Durante el resto del día de este mes, alcanzaremos el confort simplemente con las ganancias térmicas que se producen por el solo hecho de la ocupación del inmueble.

Durante julio, agosto, septiembre y octubre, deberemos estar a la sombra casi todo el día.



Valsequillo. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es uno de los más severos de las Islas Canarias con temperaturas medias mínimas inferiores a 8,5°C y medias de las máximas inferiores a 17,5°C. Aún así, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort, en los meses más fríos (febrero, enero y diciembre). En los meses de marzo, abril, mayo y noviembre, también se precisa radiación solar, aunque en menor medida, para estar en confort.

En los meses de junio y octubre se necesitaría estar a la sombra en las horas de mediodía y, en el resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort, hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 25°C.

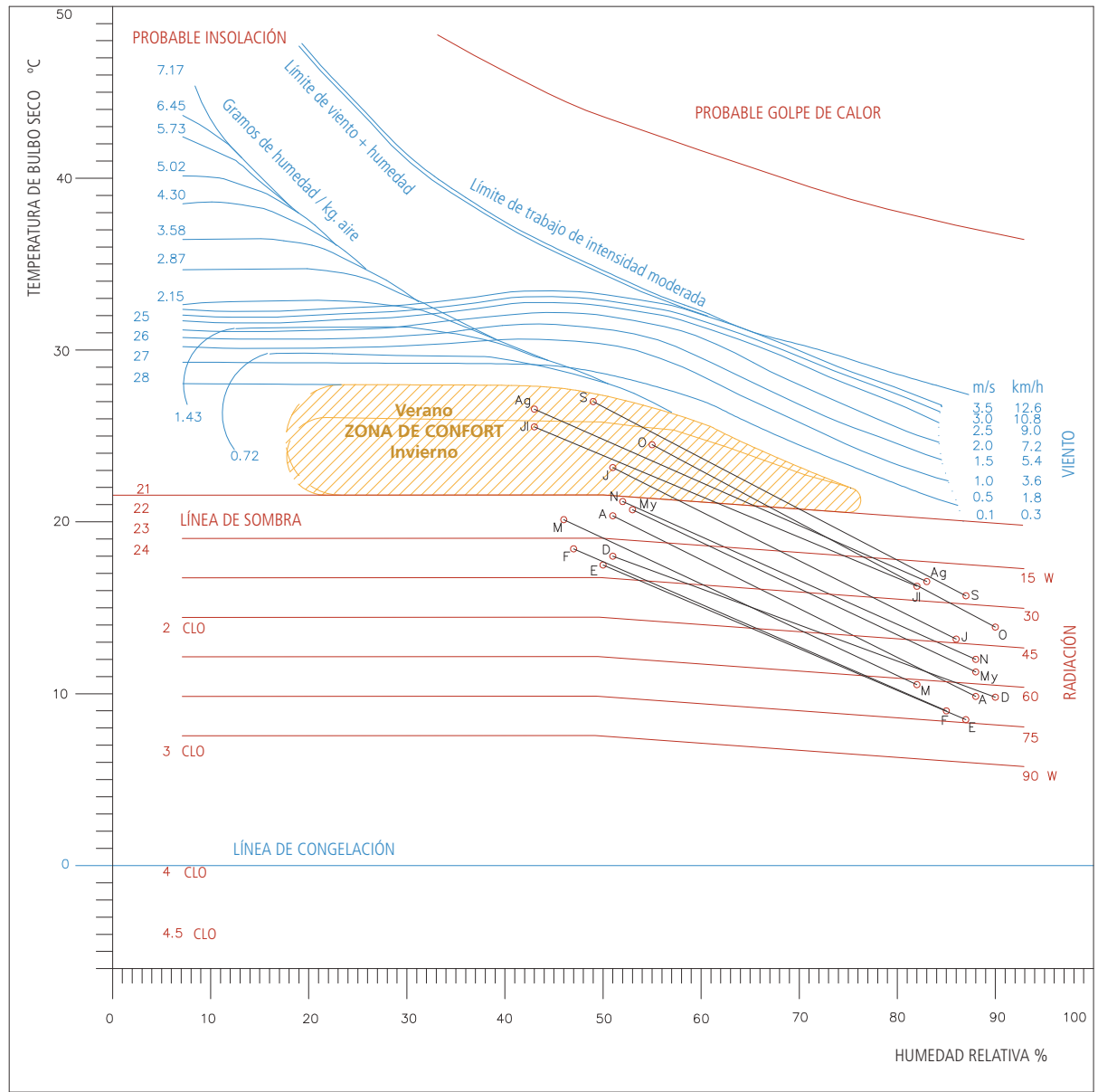


Figura 13.50. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

VALSEQUILLO

Valsequillo. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de unas 6 a 9 h.

Durante el mes de enero, se necesitarán también puntualmente calefacción solar activa.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de junio y durante todo el día en agosto, septiembre y octubre.

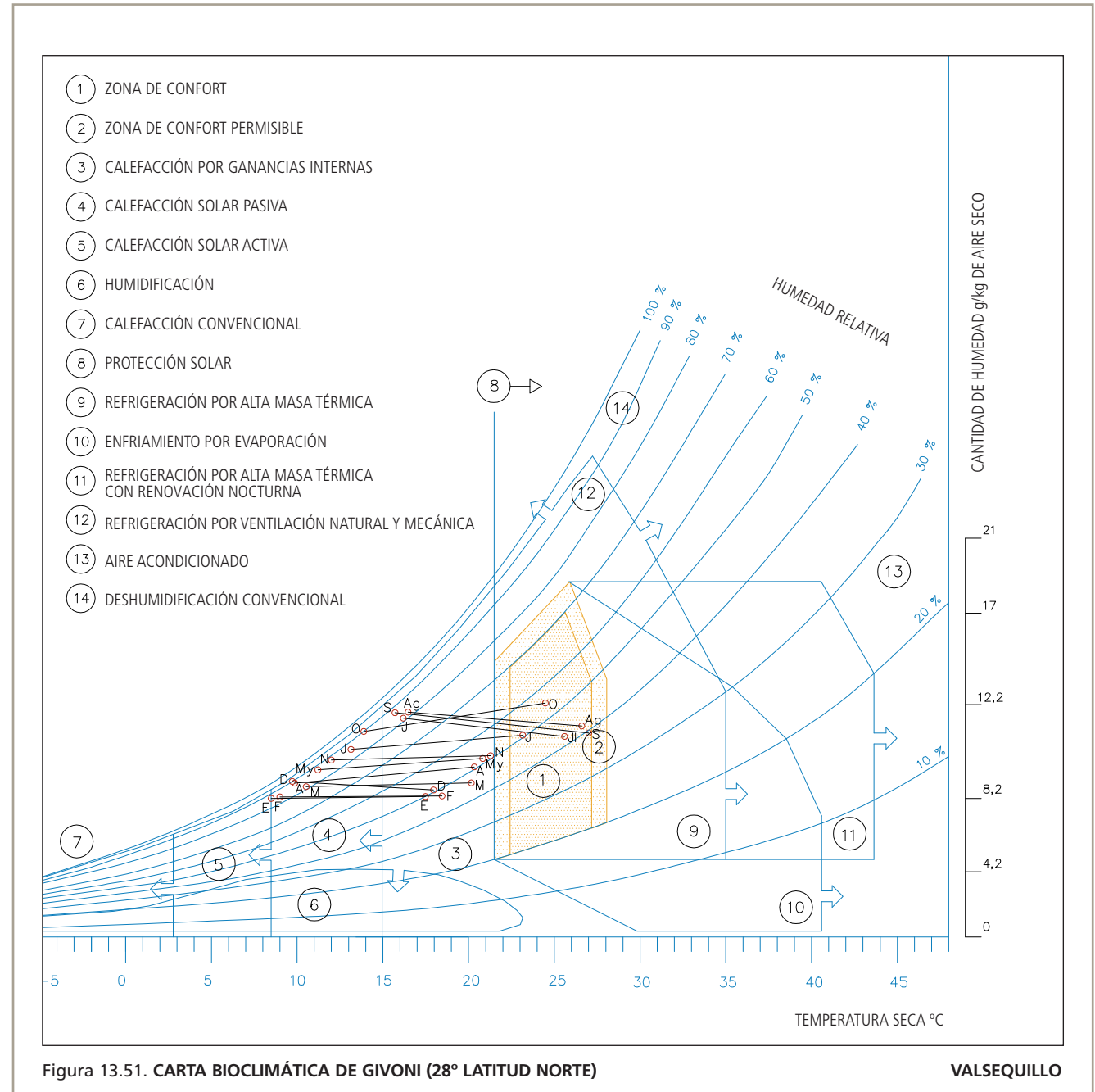


Figura 13.51. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

VALSEQUILLO

Puerto de Mogán. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 12,6°C y medias de las máximas superiores a 19,3°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 13,8°C y máximas en torno a los 20,6°C.

En los meses de noviembre, mayo y junio, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En junio y octubre, se debe estar a la sombra, prácticamente todo el día.

En julio, agosto y septiembre, además de estar a la sombra todo el día se necesitarán velocidades del aire de 0,1 a 0,5 m/s.

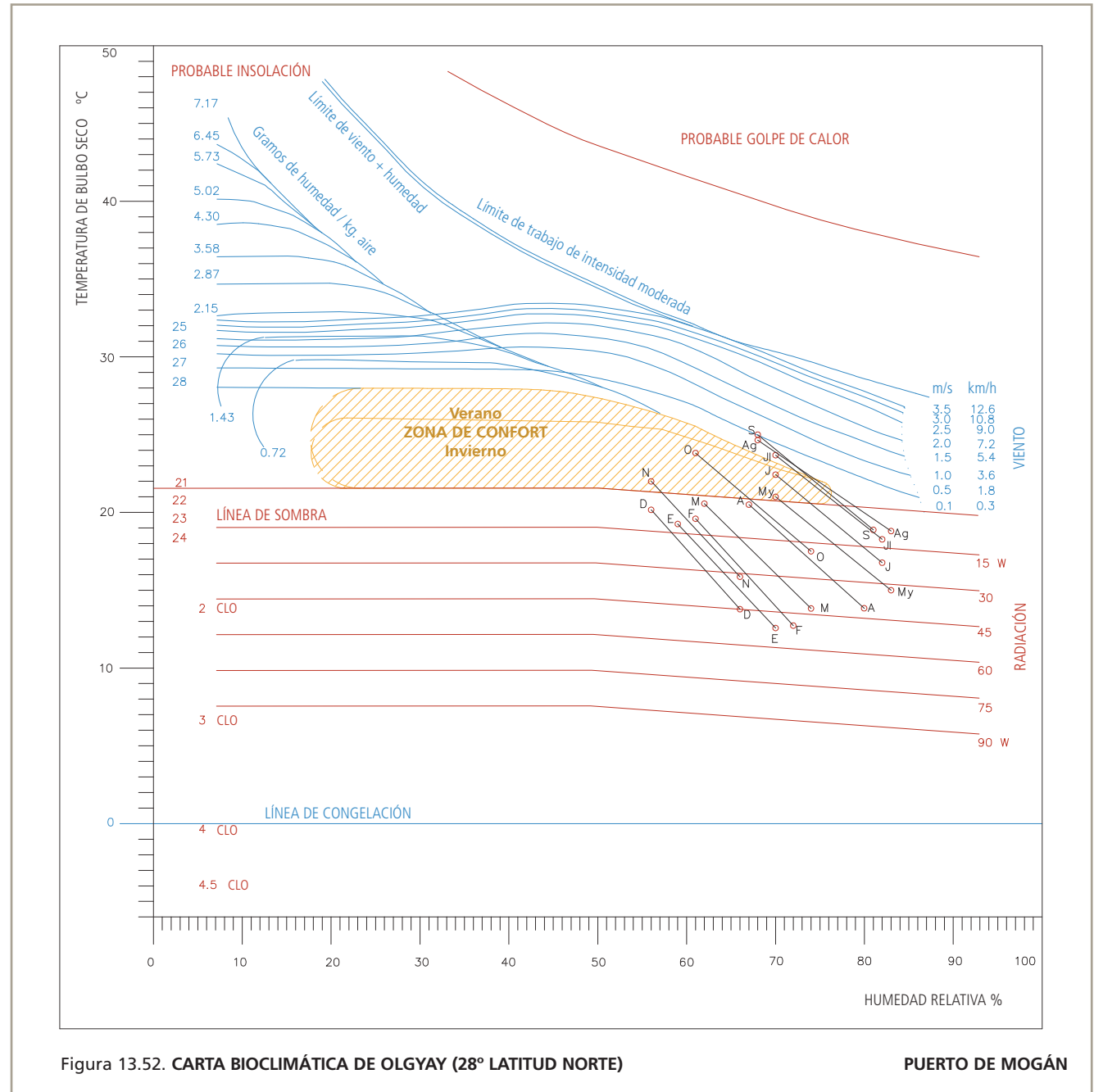


Figura 13.52. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

PUERTO DE MOGÁN

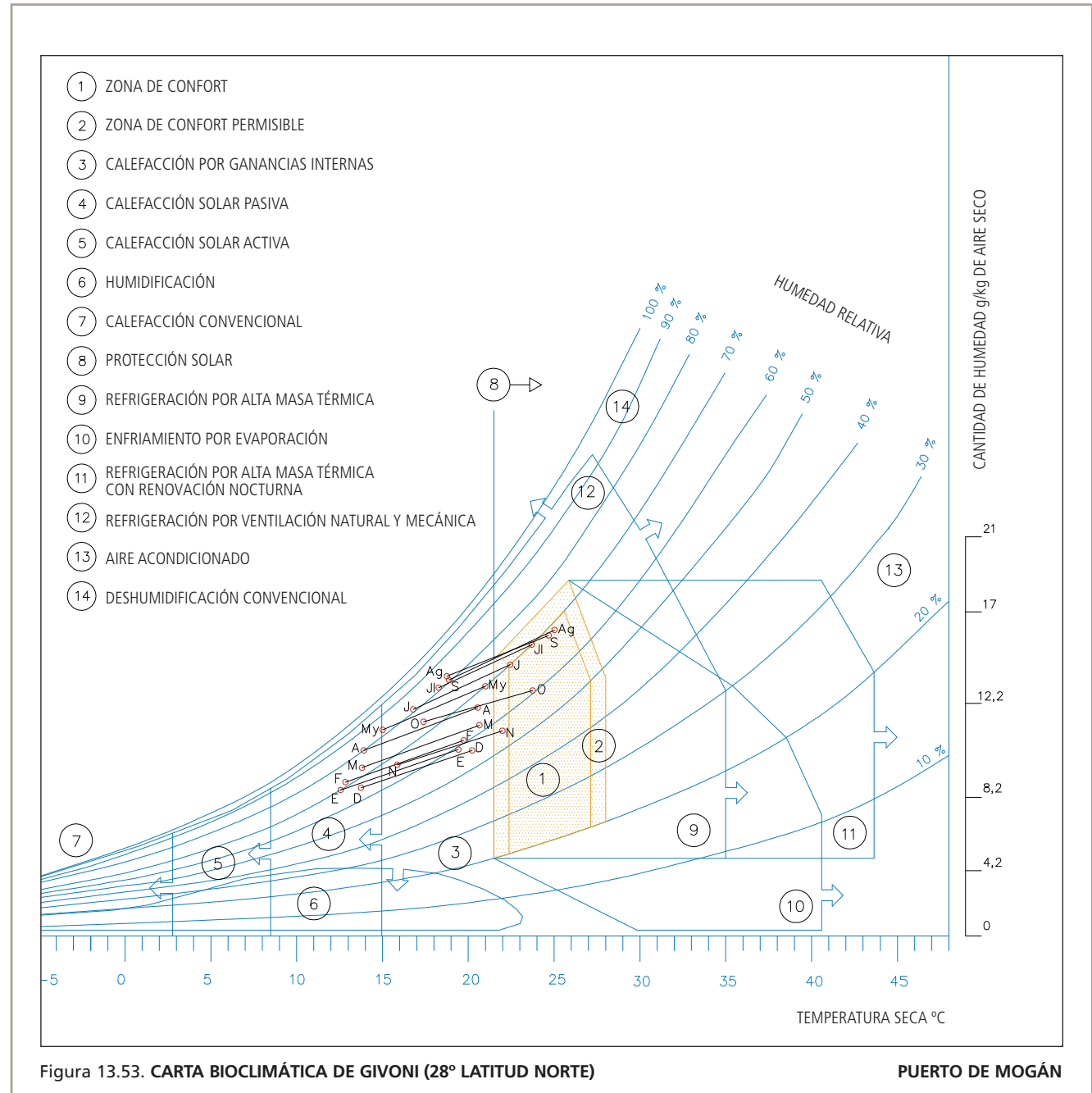
Puerto de Mogán. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de junio y noviembre y durante todo el día en julio, agosto, septiembre y octubre.





Cruz de Tejada. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es el más severo de los climas estudiados para la isla de Gran Canaria, con temperaturas medias mínimas en torno a los 4,8°C y medias máximas en torno a los 12,4°C durante los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) en el que necesitarán grandes aportes solares.

Igualmente se necesitarán dichos aportes, aunque en menor medida, durante los meses de marzo, abril, mayo y junio), por lo que se necesitarán importantes aportes solares durante todo el día.

Sólo se necesitarán protecciones solares a medio día durante los meses de julio, agosto y septiembre.

Este clima se ha analizado por su interés comparativo con el resto de los estudiados, si bien la edificación en la zona es insignificante.

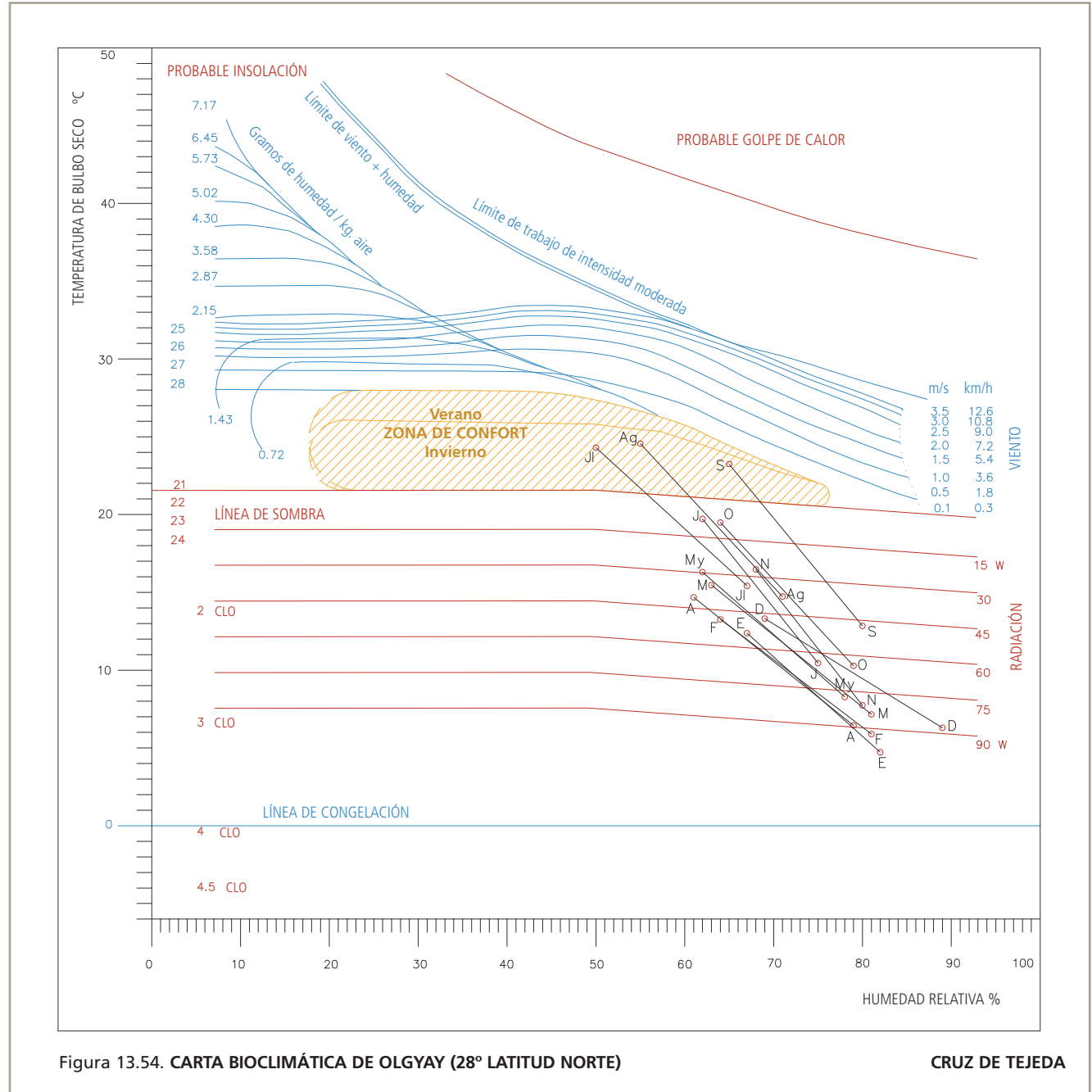


Figura 13.54. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

CRUZ DE TEJEDA

Cruz de Tejada. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones se necesitaría un buen comportamiento solar pasivo de los edificios (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche durante TODOS LOS MESES DEL AÑO. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 9 a 12 h.

Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero marzo, abril y mayo, se necesitarán además un aporte de calefacción solar activa.

Tiene especial importancia el uso adecuado de aislamiento térmico para evitar las pérdidas de la radiación solar acumulada.

Los mediodías de julio, agosto y septiembre, se debe estar a la sombra para estar en confort. Durante el resto del día de estos meses, alcanzaremos el confort simplemente con las ganancias térmicas que se producen por el solo hecho de la ocupación del inmueble.

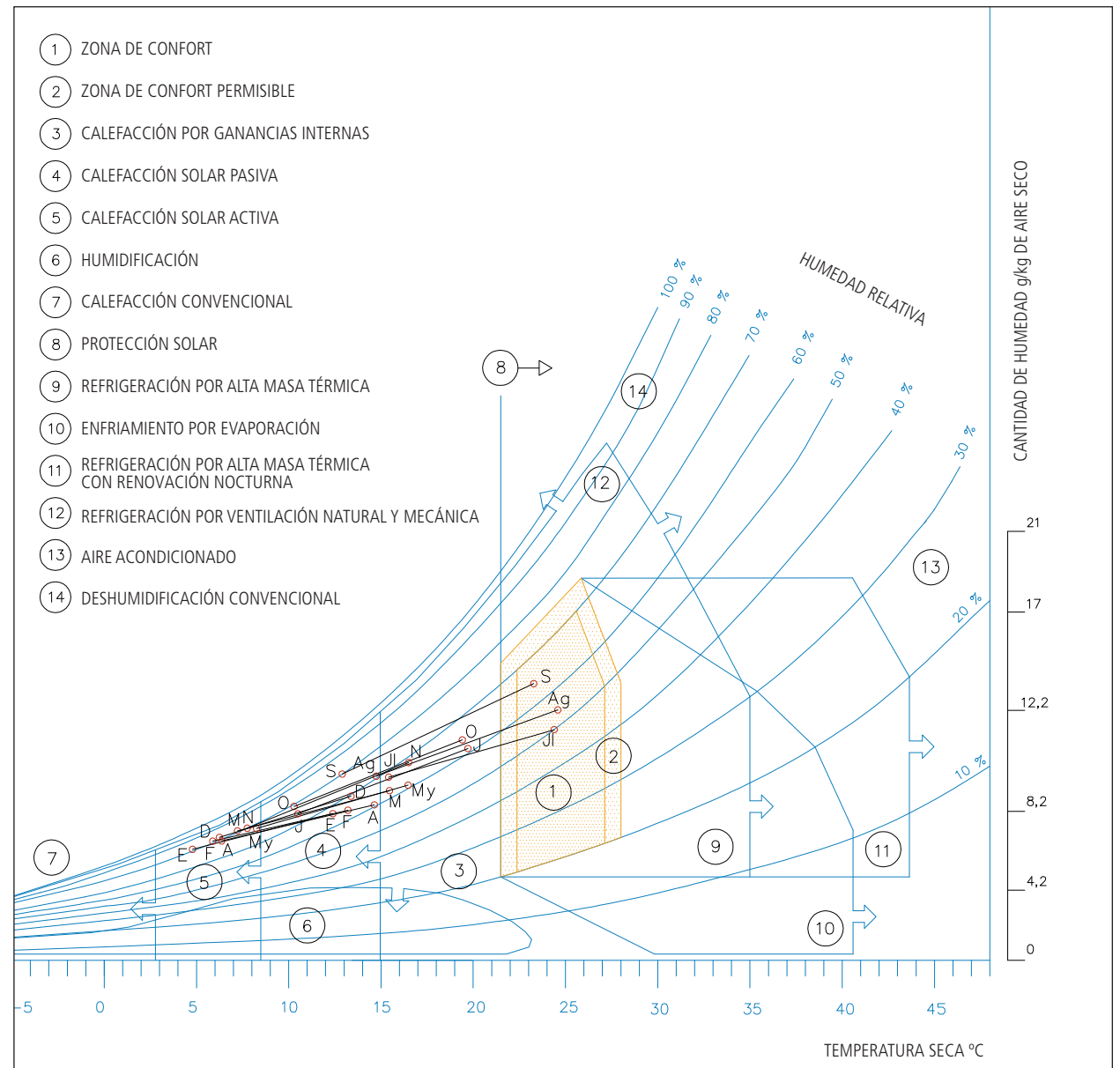


Figura 13.55. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

CRUZ DE TEJEDA

Melenara. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,9°C y medias de las máximas superiores a los 18,5°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril mayo y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas por encima de los 14°C y máximas alrededor de los 19,8°C.

En los meses de junio y noviembre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra en las horas de mediodía. El resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 22°C.

En algún caso del mes de agosto se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 33°C, por lo que la ventilación tendría que alcanzar velocidades del aire de hasta 4,5 m/s, tolerable para actividades al aire libre.

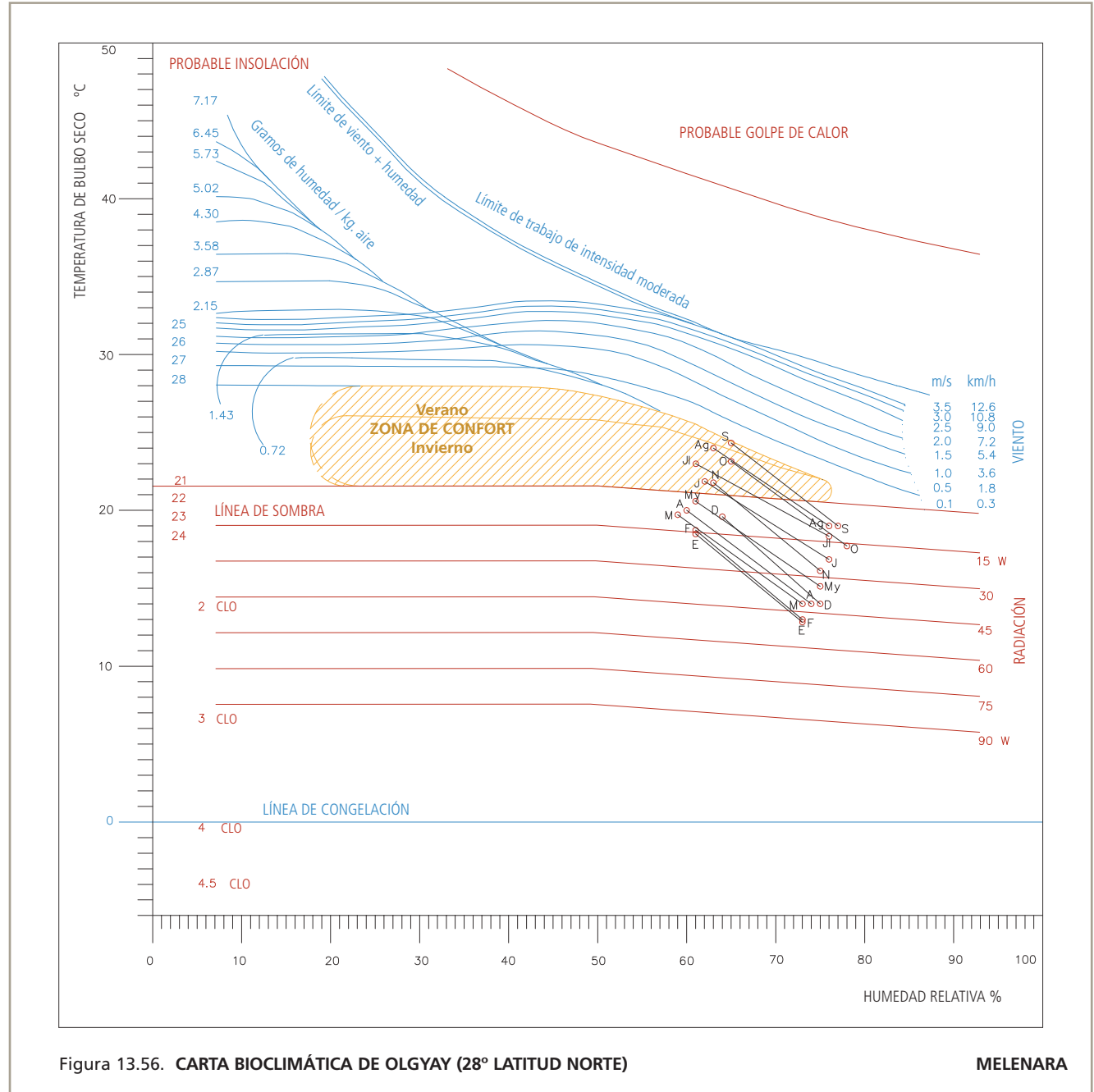


Figura 13.56. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

MELENARA

Melenara. *Carta Bioclimática de Givoni*

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantenían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones son necesarias los mediodías de junio, julio y noviembre y prácticamente todo el día en agosto, septiembre y octubre.

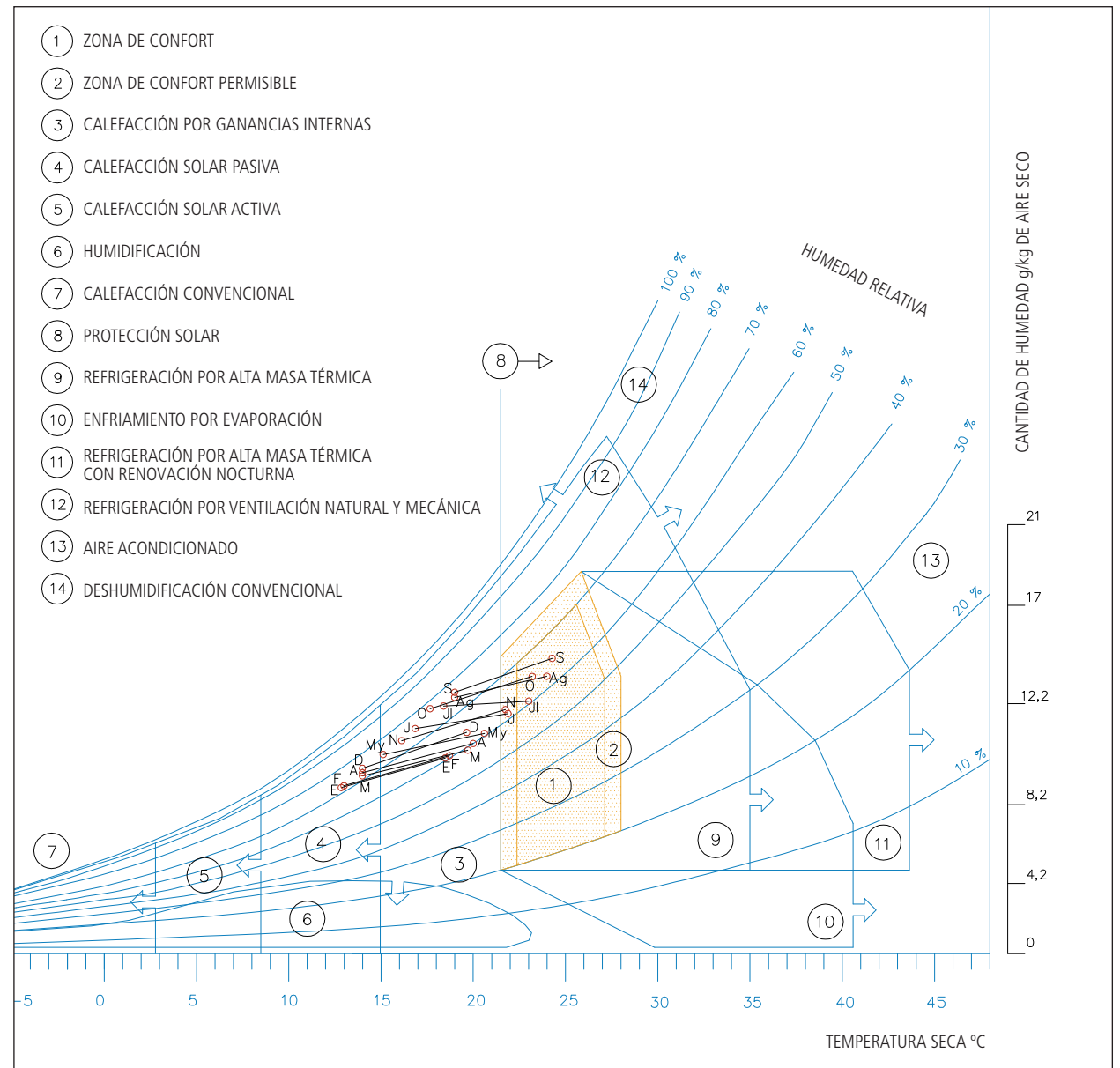


Figura 13.57. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

MELENARA

San Nicolás de Tolentino. *Carta Bioclimática de Olgay*

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,7°C y medias de las máximas superiores a los 19,3°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar e condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril, mayo y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas por encima de los 14°C y máximas alrededor de los 19.8°C.

En los meses de junio y noviembre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra en las horas de mediodía. El resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En junio, julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 22°C.

En algún caso del mes de agosto se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 33°C, por lo que la ventilación tendría que alcanzar velocidades del aire de hasta 4,5 m/s, tolerable para actividades al aire libre.

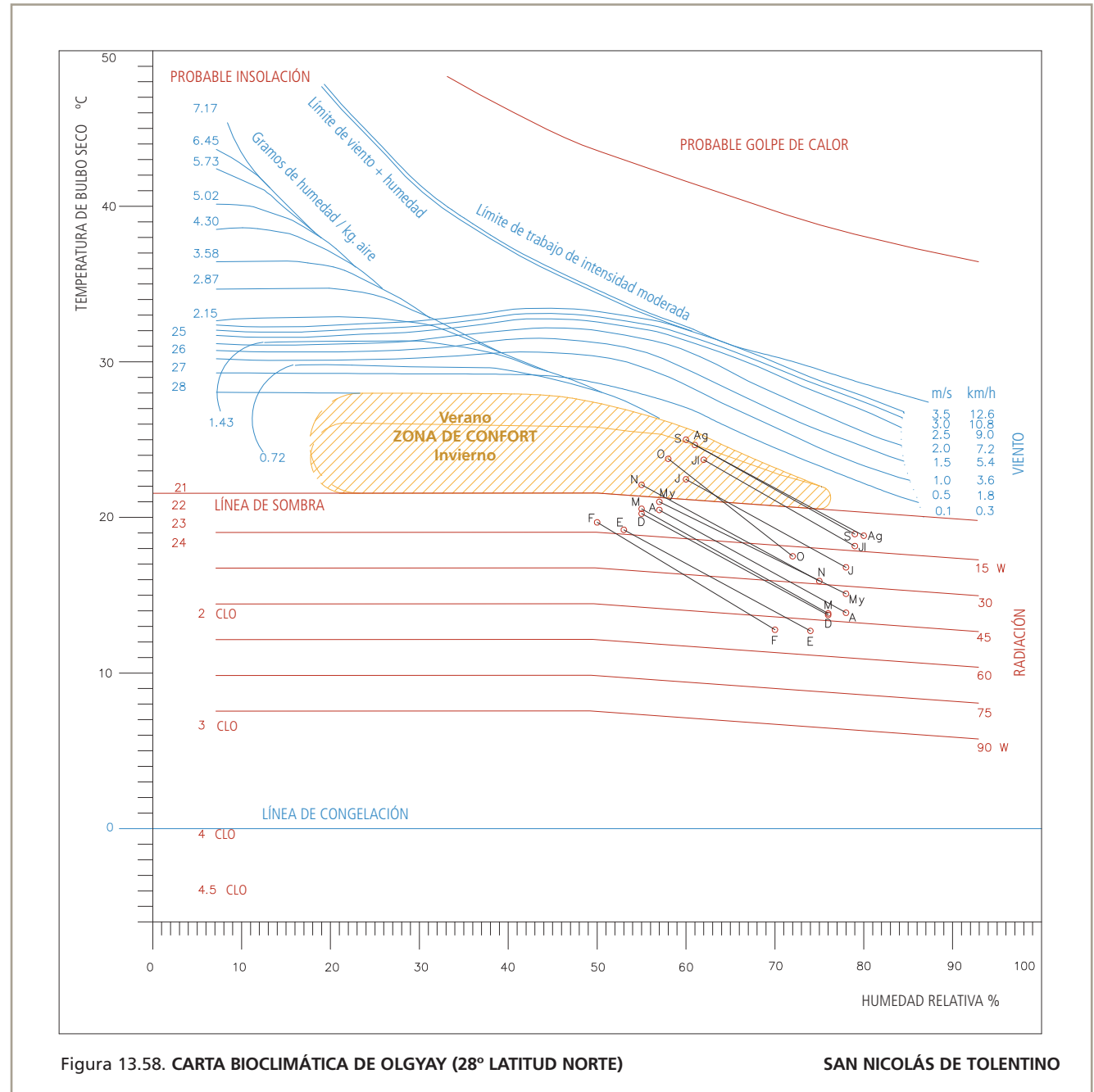


Figura 13.58. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

SAN NICOLÁS DE TOLENTINO

San Nicolás de Tolentino. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones son necesarias los mediodías de junio, julio y noviembre y prácticamente todo el día en agosto, septiembre y octubre.

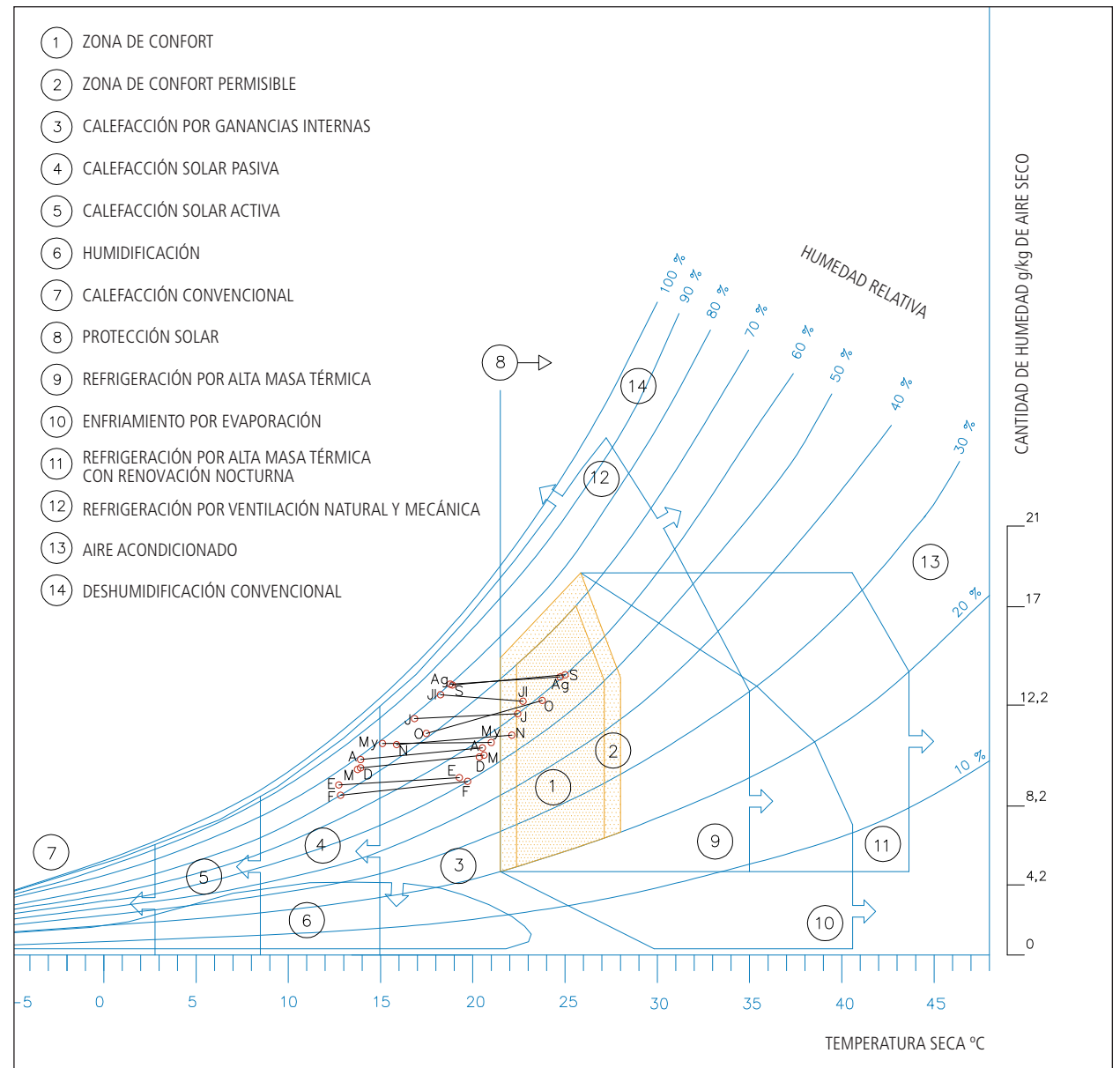


Figura 13.59. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

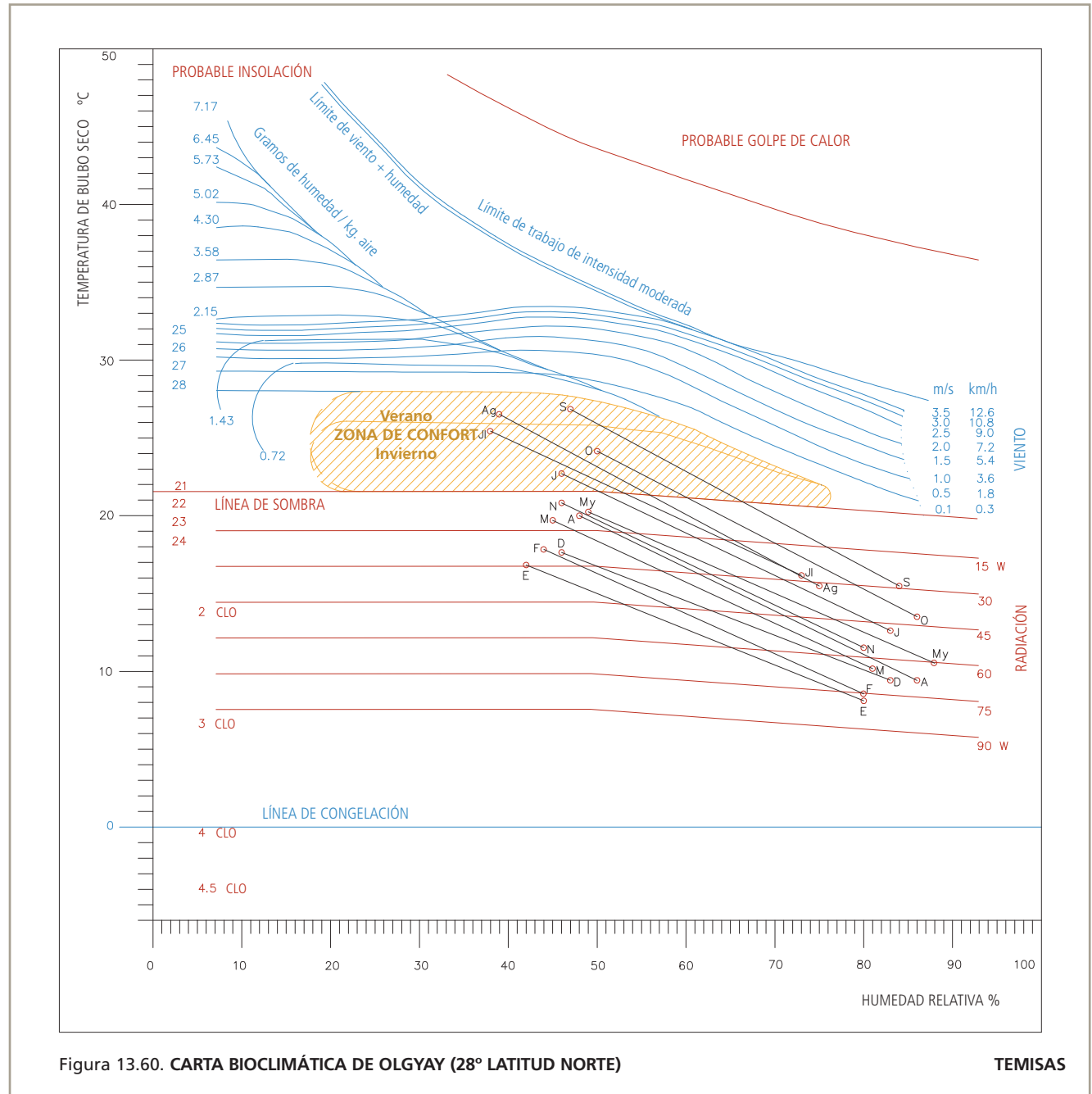
SAN NICOLÁS DE TOLENTINO

Temisas. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es uno de los más severos de las Islas Canarias con temperaturas medias mínimas inferiores a 8,1°C y medias de las máximas inferiores a 16,9°C. Aún así, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort, en los meses más fríos (febrero, enero y diciembre). En los meses de marzo, abril, mayo y noviembre, también se precisa radiación solar, aunque en menor medida, para estar en confort.

En los meses de junio y octubre se necesitaría estar a la sombra en las horas de mediodía y en el resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort, hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 25°C.



Temisas. Carta Bioclimática de Givoni

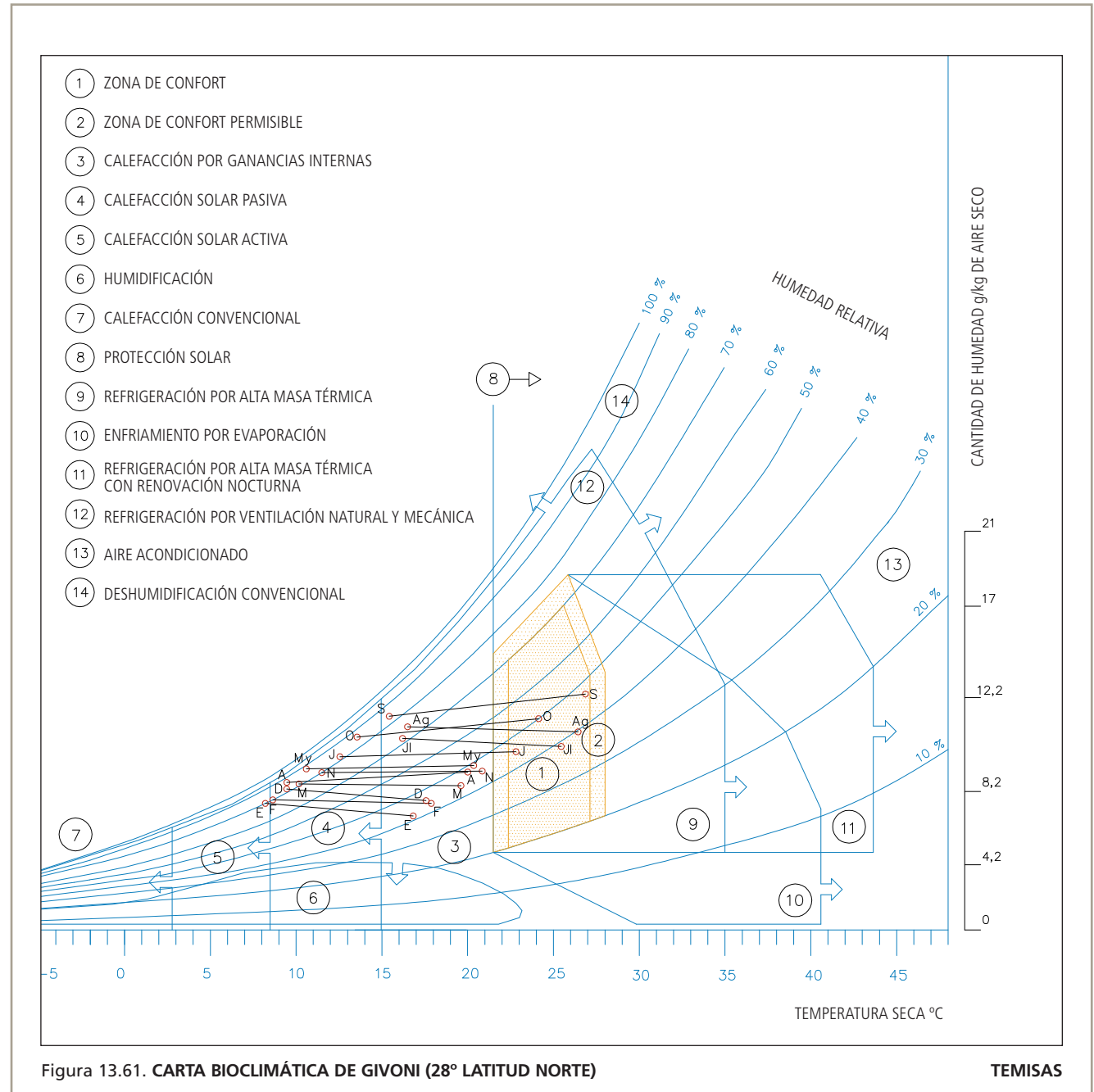
Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 9 a 12 h.

Durante el mes de enero, se necesitarán también puntualmente calefacción solar activa.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de junio y durante todo el día en julio, agosto, septiembre y octubre.

TENERIFE





Santa Cruz de Tenerife. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 14,2°C y medias de las máximas superiores a los 19,7°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas por encima de los 15°C y máximas alrededor de los 21°C.

En los meses de mayo y noviembre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra en las horas de mediodía. El resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En junio, julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 24°C.

En agosto y septiembre se necesitaría, además de estar a la sombra, un movimiento de aire en torno a 0,1 m/s.

En algún caso del mes de agosto se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 33°C, por lo que la ventilación tendría que alcanzar velocidades del aire de hasta 4,5 m/s, tolerable para actividades al aire libre.

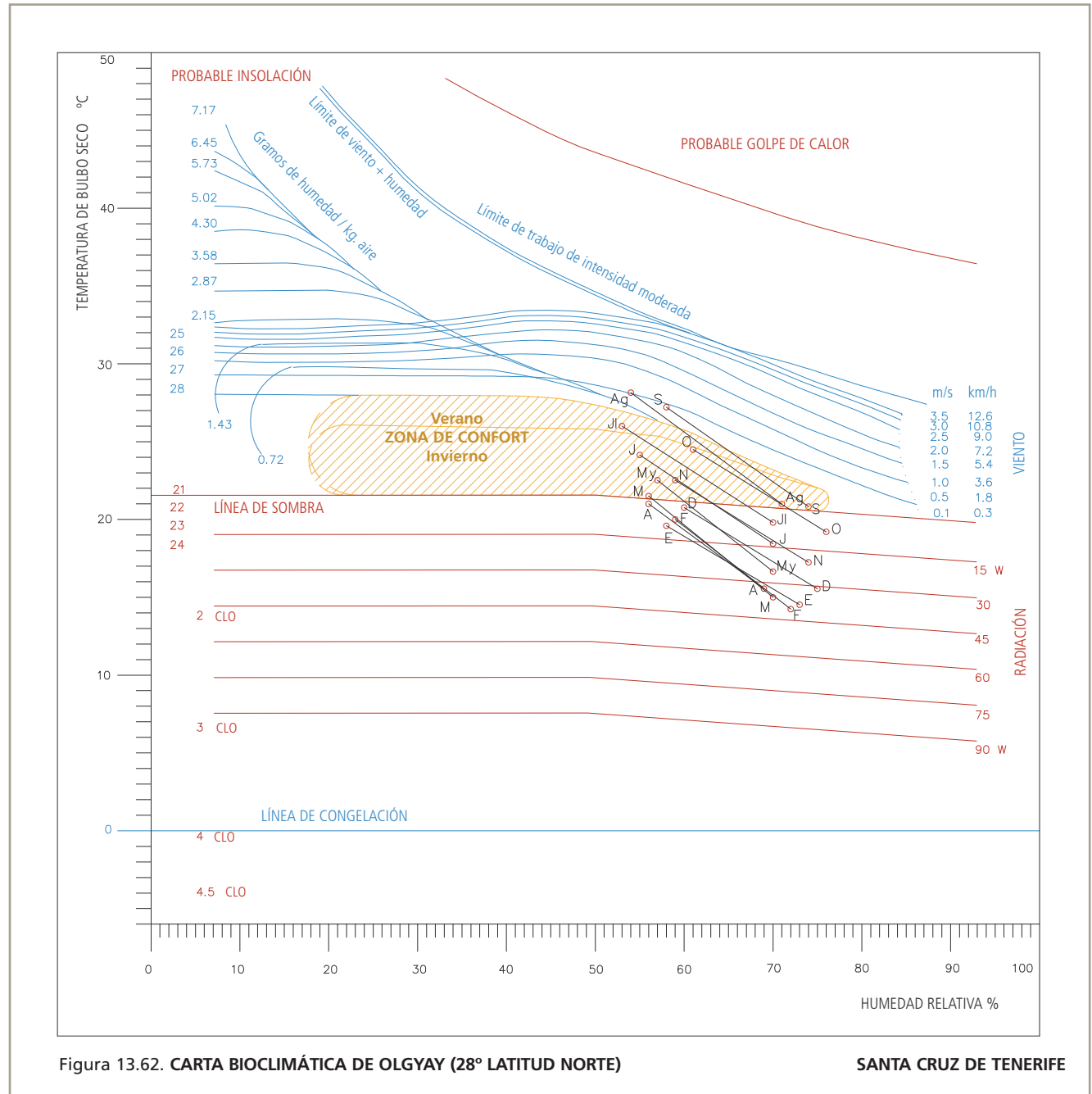


Figura 13.62. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

SANTA CRUZ DE TENERIFE

Santa Cruz de Tenerife. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero y marzo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año (agosto y septiembre) y deberá producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

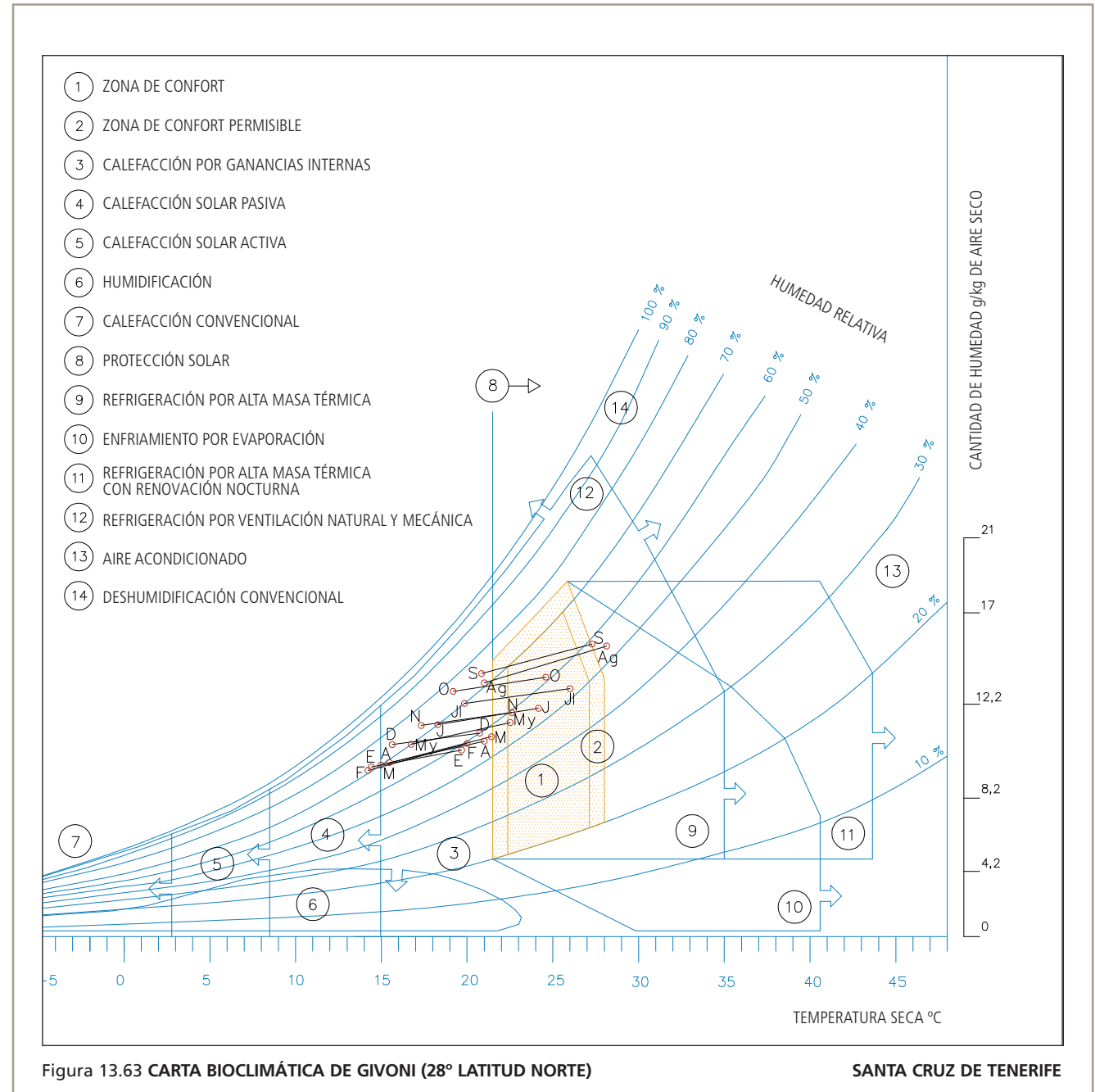


Figura 13.63 CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

SANTA CRUZ DE TENERIFE

La Laguna. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es uno de los más severos de las Islas Canarias con temperaturas medias mínimas inferiores a 12°C y medias de las máximas inferiores a 20°C. Aún así, durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort, en los meses más fríos (febrero, enero y diciembre). Los meses de marzo, abril y noviembre, también precisan radiación solar para estar en confort.

En los meses de junio y octubre se necesitaría estar a la sombra en las horas de mediodía y el resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio y septiembre, para alcanzar el confort, hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 25°C.

En agosto, además de permanecer a la sombra, se necesitarán una velocidad del aire de aproximadamente 0,5 m/s.

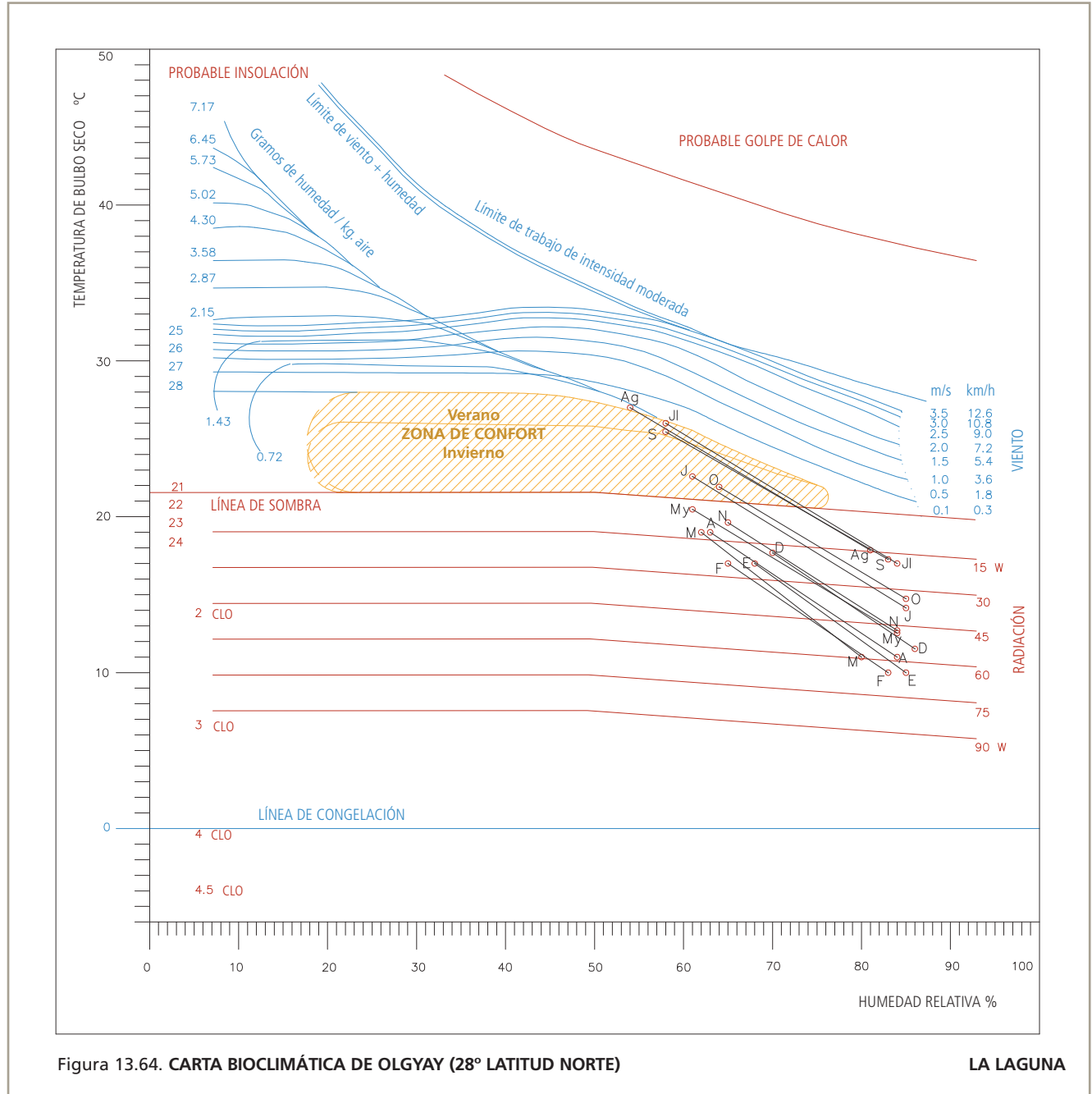


Figura 13.64. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LA LAGUNA

La Laguna. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de unas 6 a 9 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas. Estas protecciones serían necesarias los mediodías de junio y octubre y durante todo el día los meses de julio agosto y septiembre.

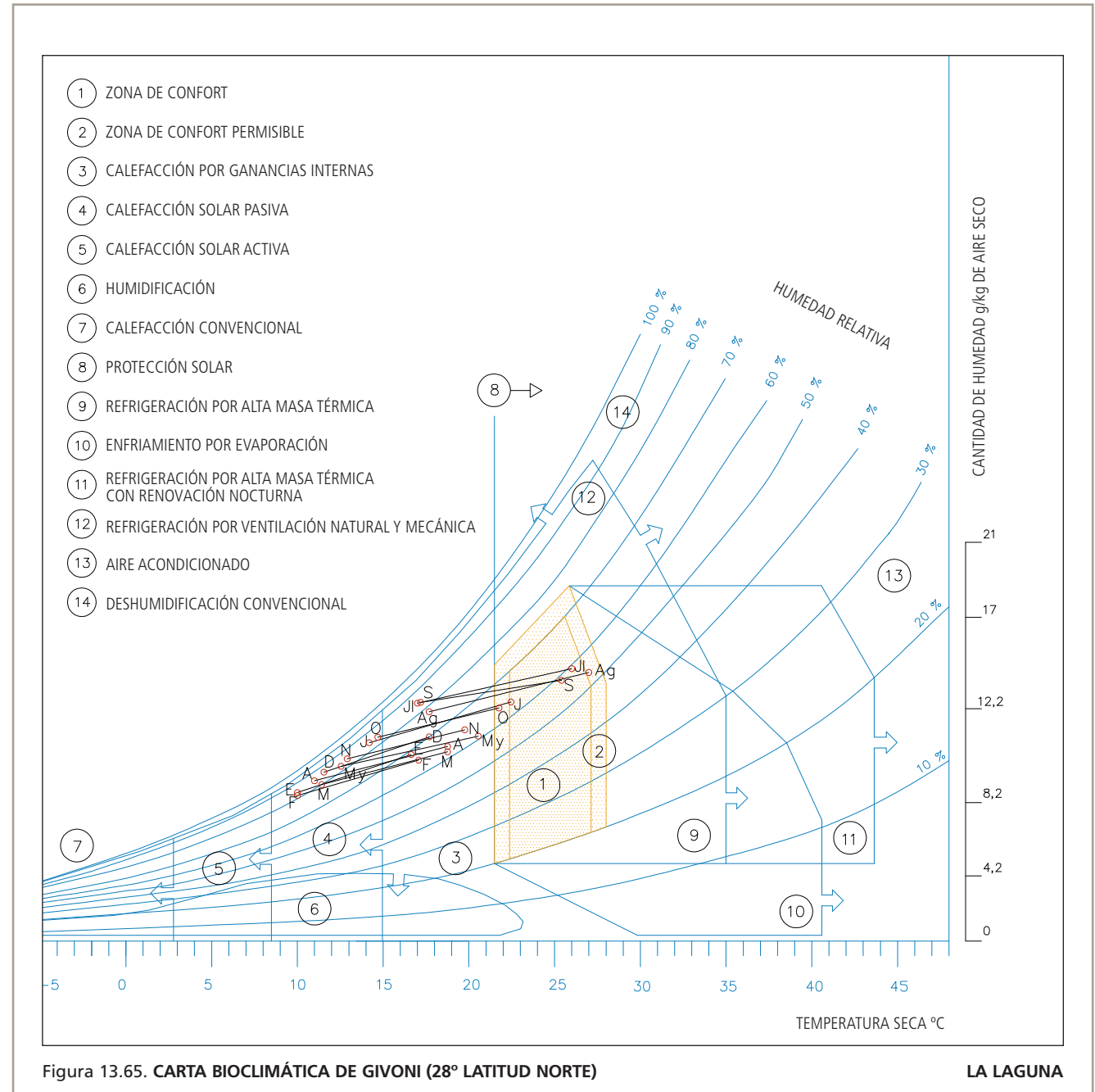


Figura 13.65. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LA LAGUNA

Puerto de La Cruz. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,4°C y medias de las máximas superiores a los 19°C en los meses más fríos (enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de marzo, abril, diciembre y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar con temperaturas medias mínimas superiores a los 13°C y máximas en torno a los 20°C

En los meses de noviembre y junio, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar en sombra durante las horas de medio día. En el resto de las horas del día es suficiente la radiación solar para la obtención del bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre hay que permanecer a la sombra ya que se alcanzan temperaturas medias máximas superiores a los 24°C.

Durante los meses de julio, agosto y septiembre se necesitaría, además de la sombra, una velocidad del aire de 0,1 m/s para julio, 0,3 m/s para septiembre y 1 m/s para agosto.

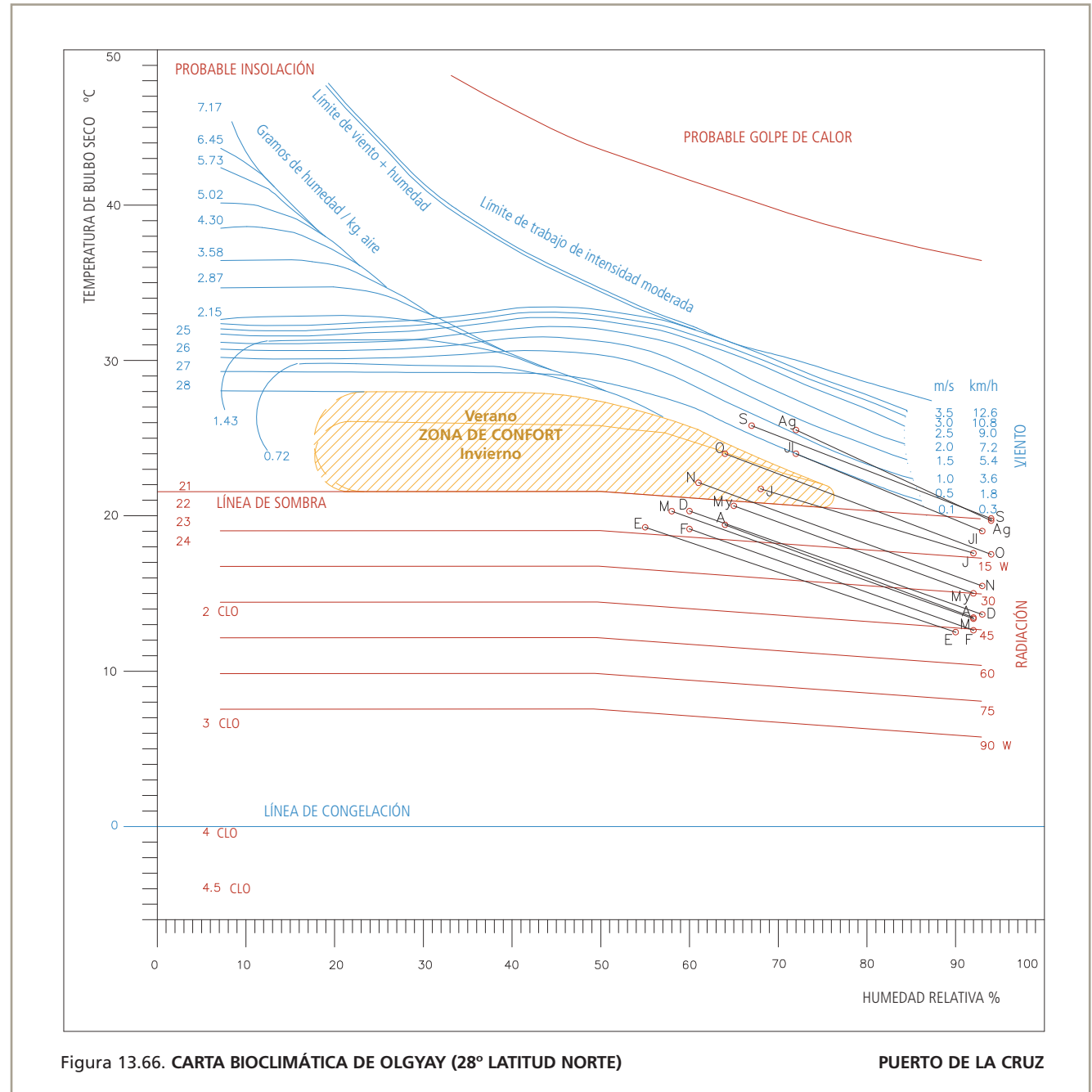


Figura 13.66. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

PUERTO DE LA CRUZ

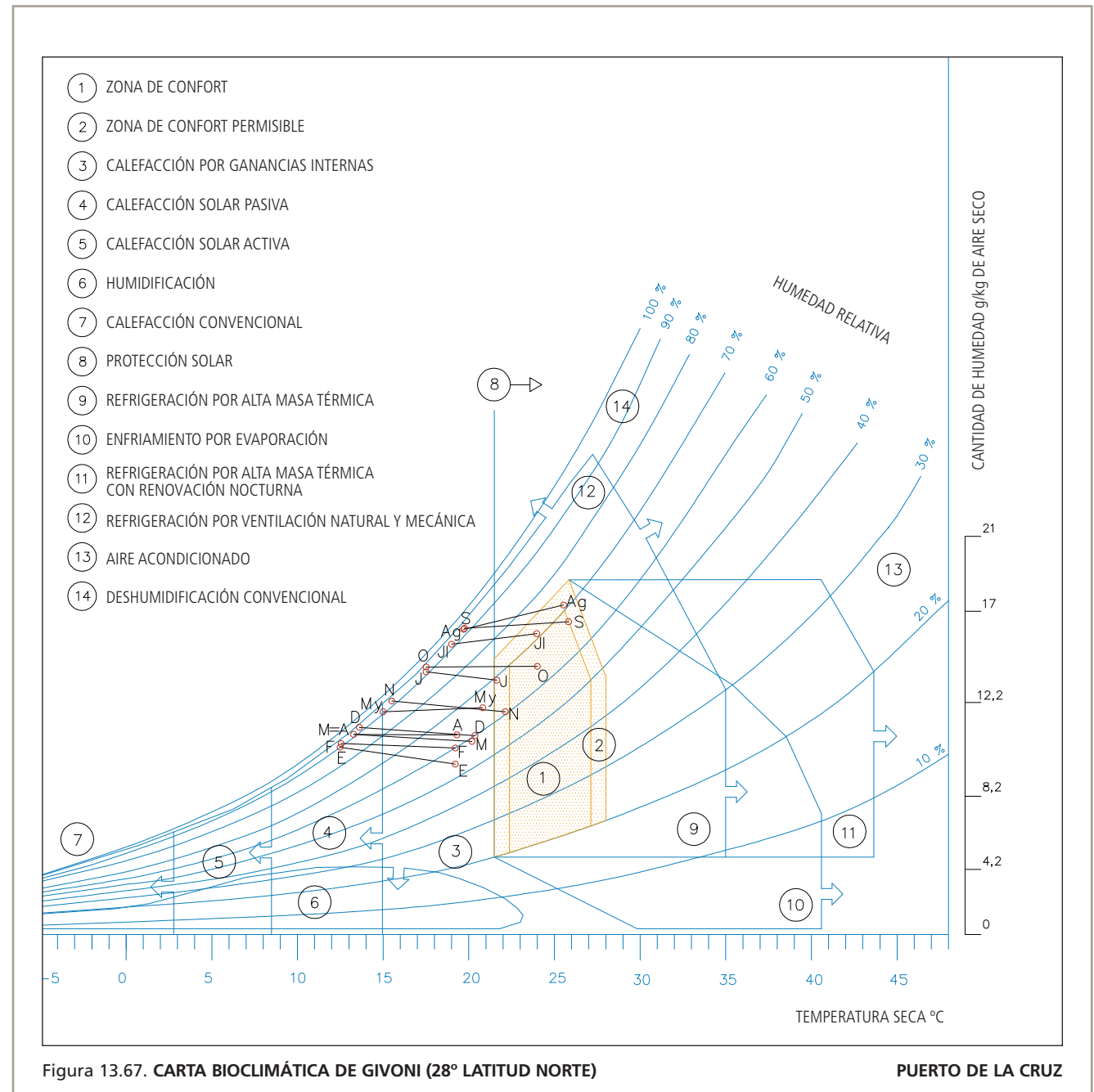
Puerto de La Cruz. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 6 a 9 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día con unas protecciones solares adecuadas.

Dichas protecciones solares se necesitarán los mediodías de junio y noviembre y durante todo el día en julio, agosto, septiembre y octubre.



Granadilla. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 10,9°C y medias de las máximas superiores a 18,4°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,1°C y máximas en torno a los 19-21°C.

En los meses de mayo y junio, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto, septiembre y octubre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 27,4°C.

En septiembre se necesitarán además de la protección solar, una velocidad del aire de 0,1 m/s.

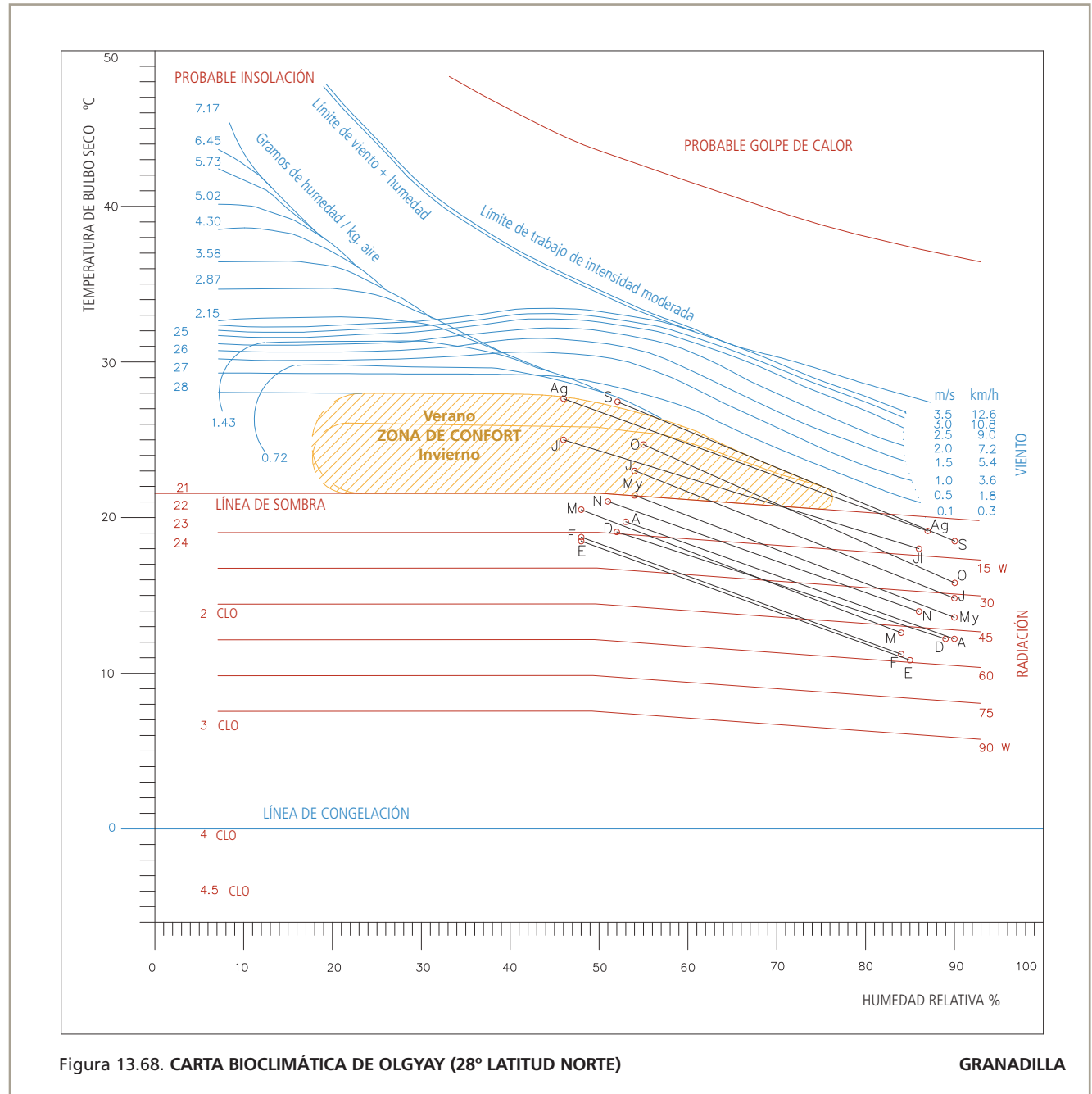


Figura 13.68. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

GRANADILLA

Granadilla. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Las protecciones solares se necesitarán a mediodía en los meses de mayo, junio, julio y octubre y durante todo el día en agosto y septiembre.

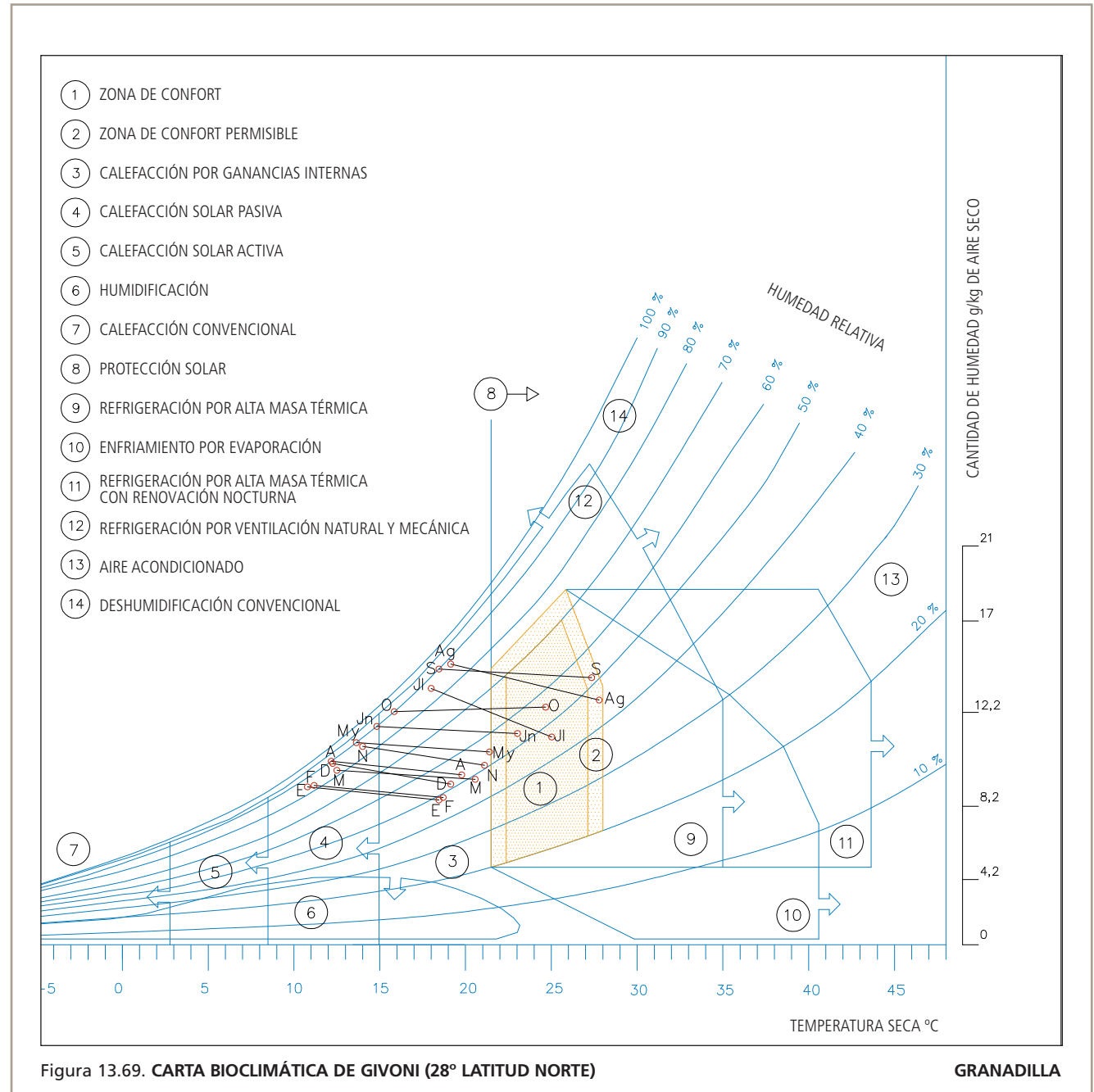


Figura 13.69. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

GRANADILLA



## El Médano. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 15°C y medias de las máximas superiores a los 20°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de febrero, marzo, abril y diciembre, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 15°C y máximas alrededor de 22°C. Estas últimas requieren igualmente estar a la sombra a medio día para estar en condiciones de confort.

En los meses de mayo, junio y noviembre, para estar en confort se necesitaría estar en sombra prácticamente todo el día. Durante la noche se necesitarán ropa de abrigo ligero.

En julio, agosto, septiembre y octubre, para alcanzar el confort hay que permanecer a la sombra, ya que se alcanzan temperaturas medias máximas entre 25°C y 28,5°C, necesitando, además, para estar en confort, una velocidad de aire durante casi todo el día de 0,7 a 1,5 m/s.

En algunos casos, en el mes de agosto o septiembre se podrían alcanzar temperaturas máximas absolutas en torno a los 33,5°C, por lo se necesitarán velocidades del aire de hasta 1,5 m/s, velocidad perfectamente tolerable para actividades al aire libre.

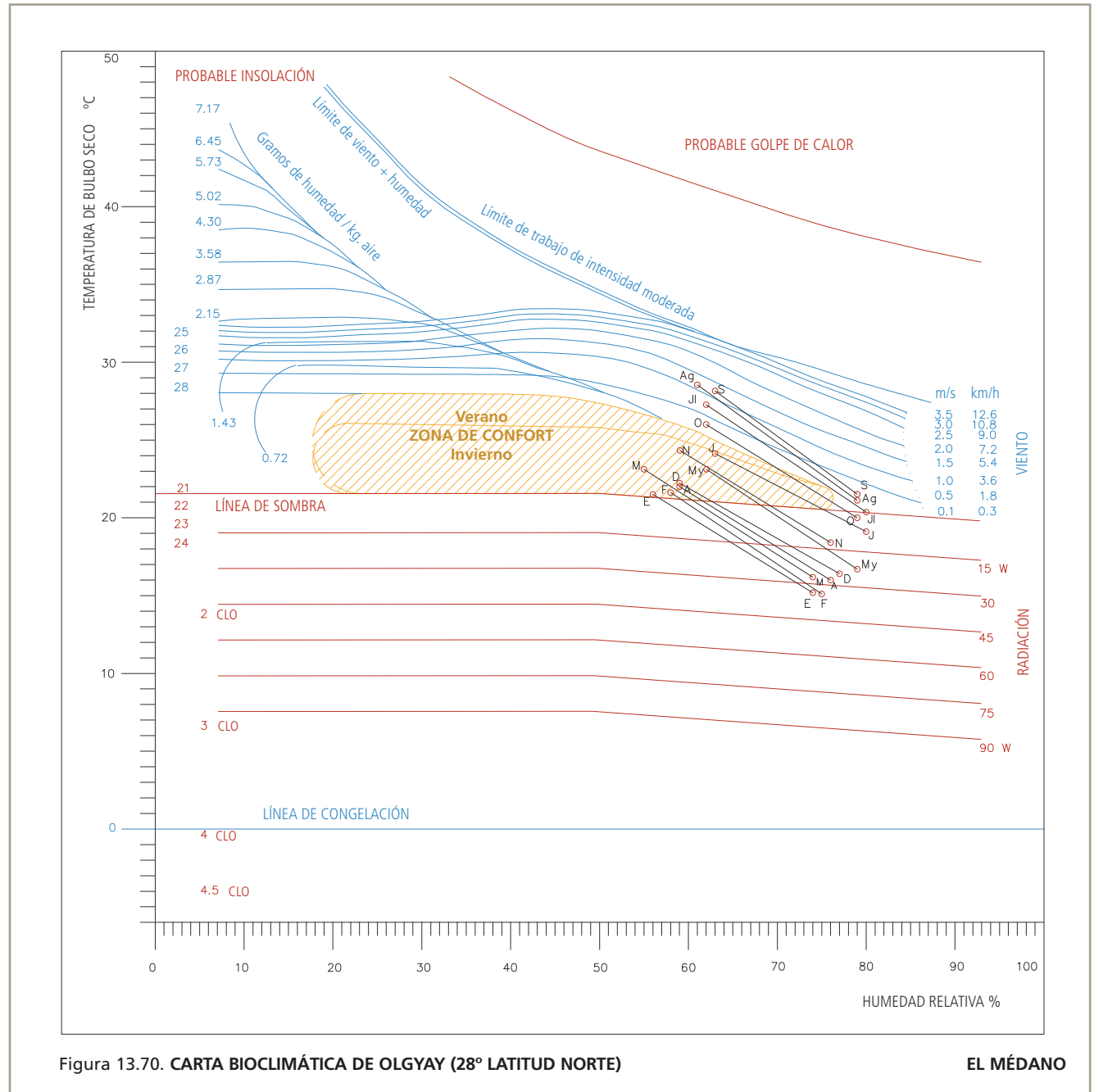


Figura 13.70. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

EL MÉDANO

El Médano. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero y febrero, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esta misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort interior durante los meses más cálidos y húmedos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica entre 6 a 9 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto del año, es decir, los meses de marzo, abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, en el interior de la edificación se mantendrían las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

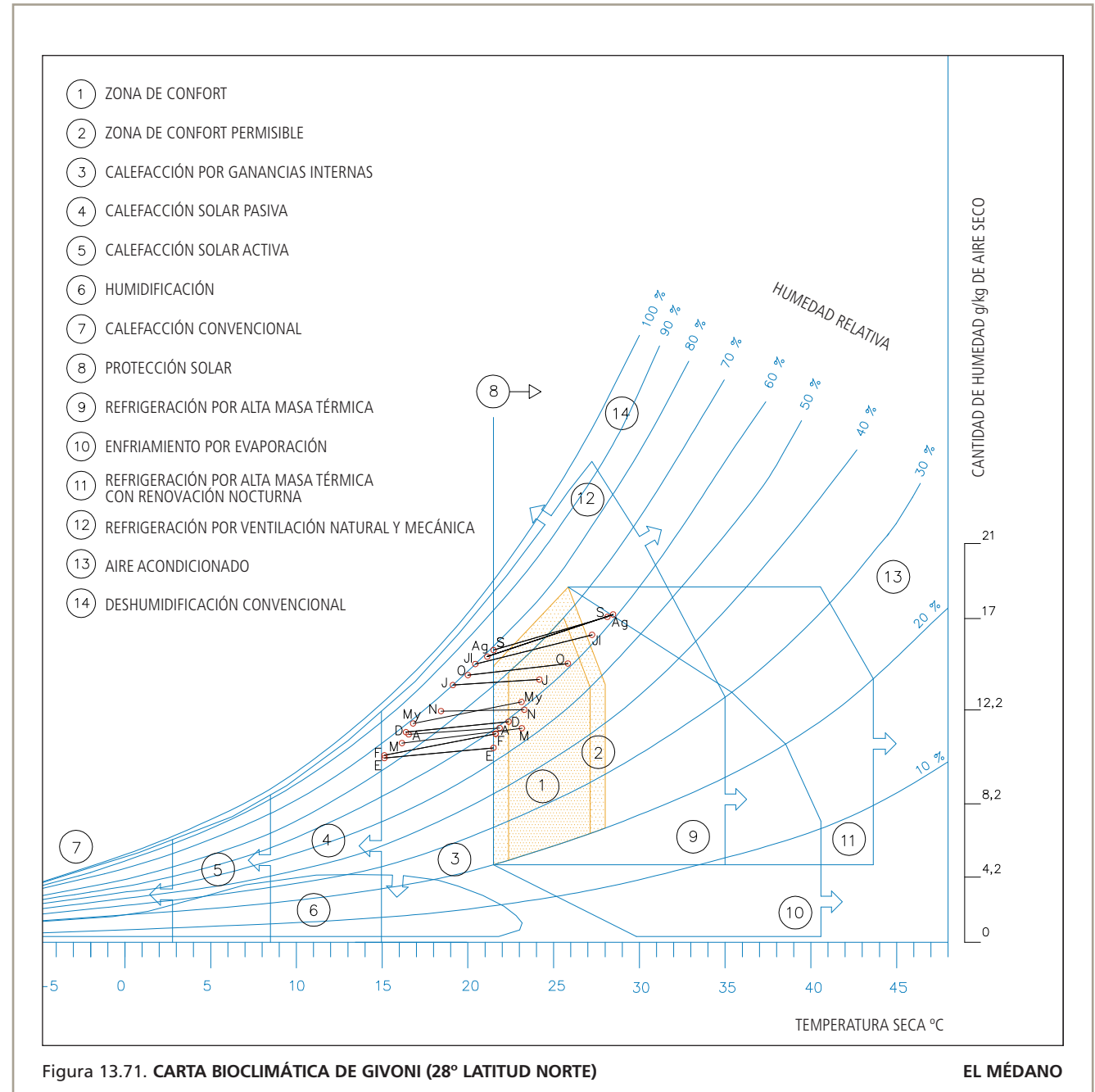


Figura 13.71. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

EL MÉDANO

Las Américas. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,3°C y medias máximas superiores a 21,6°C en los meses más fríos (enero y febrero) de modo que, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort. También es necesario estar a la sombra las horas centrales del día.

Durante los meses de diciembre, marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 15,7°C y máximas alrededor de los 22°C, y se necesitará igualmente estar a la sombra, en las horas centrales del día.

En junio, octubre y noviembre, para alcanzar el confort, es necesario estar a la sombra prácticamente todo el día, ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 24°C y humedades por encima del 62% de mínima.

Durante los meses de julio, agosto y septiembre, además de estar a la sombra, se necesitará una velocidad del aire entre 0,5 y 1,5 m/s para estar en confort.

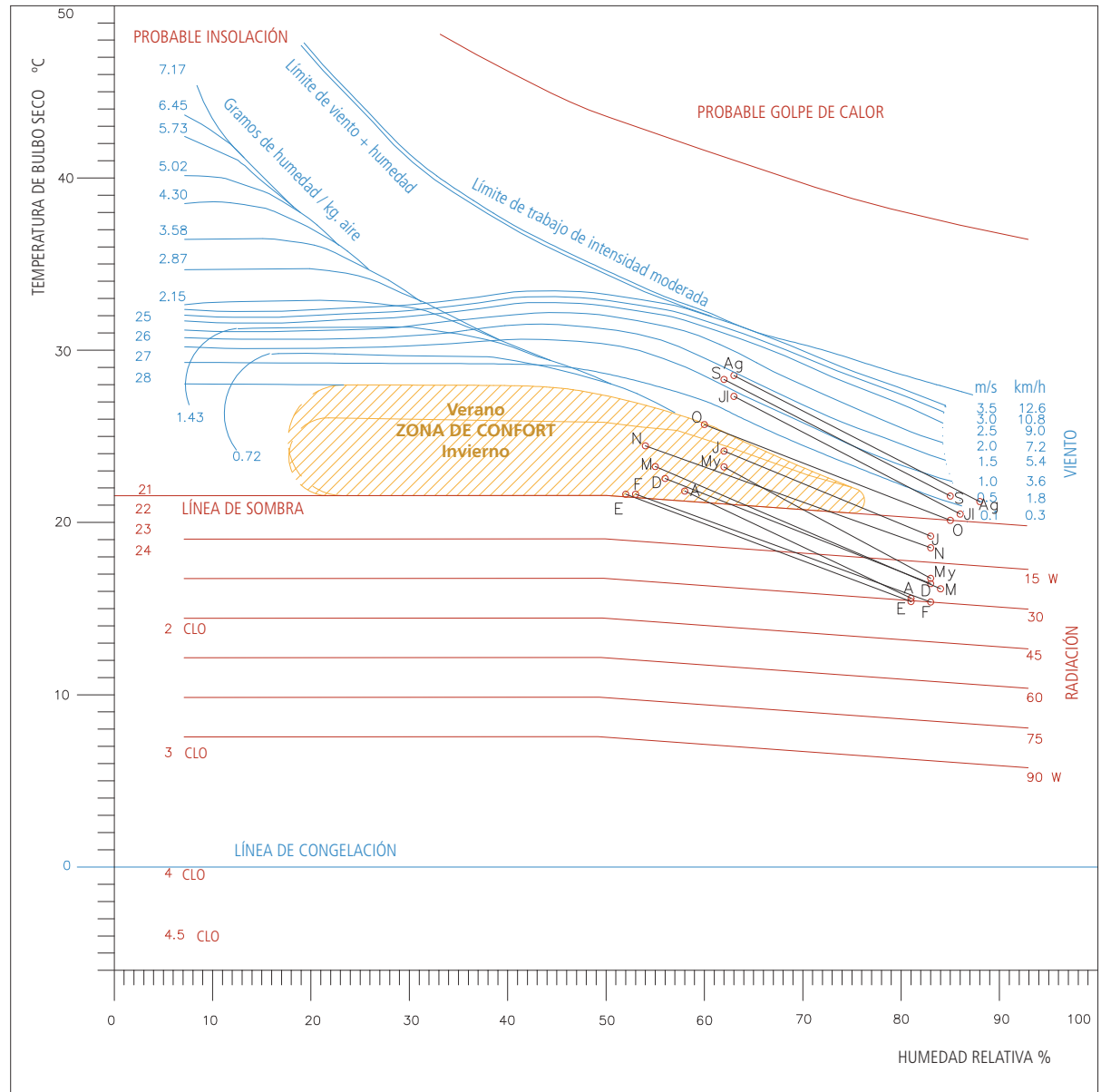


Figura 13.72. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LAS AMÉRICAS

Las Américas. Carta Bioclimática de Givoni

Una adecuada inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de 6 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos, con unas protecciones solares adecuadas.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

Las protecciones solares en este caso serán necesarias todos los meses del año.

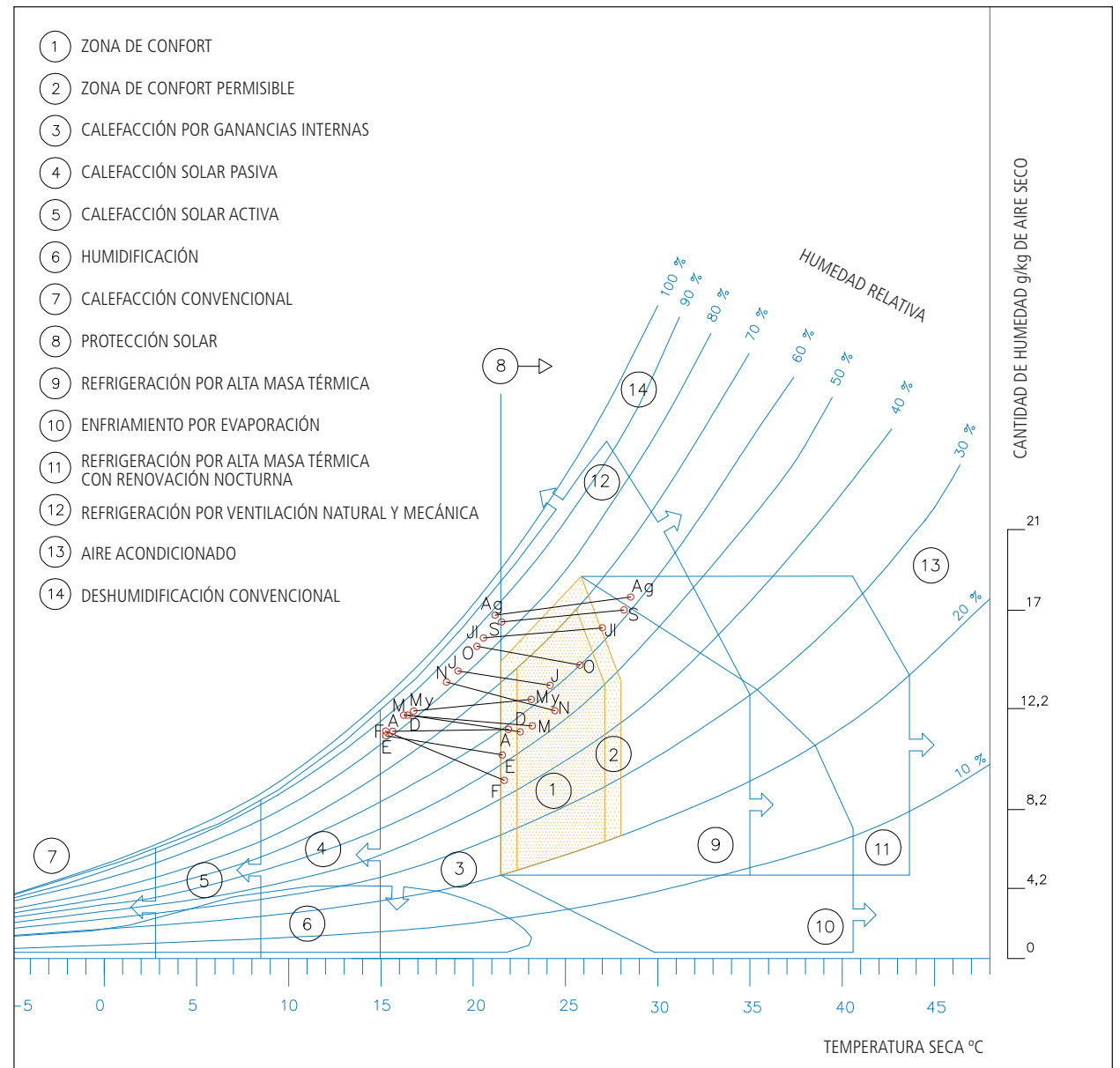


Figura 13.73. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LAS AMÉRICAS

Puerto de Santiago. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas en torno a los 15°C y medias máximas superiores a los 21,3°C en los meses más fríos (enero y febrero), de modo que durante el día la radiación solar es suficiente para estar en confort.

Durante los meses de diciembre y abril, aún más suaves, ocurre lo mismo, si bien se debe estar a la sombra durante las horas centrales del día.

En noviembre, marzo, mayo y junio se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 23°C de media máxima.

Durante los meses de julio, agosto y septiembre, además de la protección solar todo el día, se necesitarán velocidades del viento entre 0,1 y 1,7 m/s, dadas las elevadas humedades que se registran durante estos meses, que combinadas con las altas temperaturas, se salen de la zona de confort.

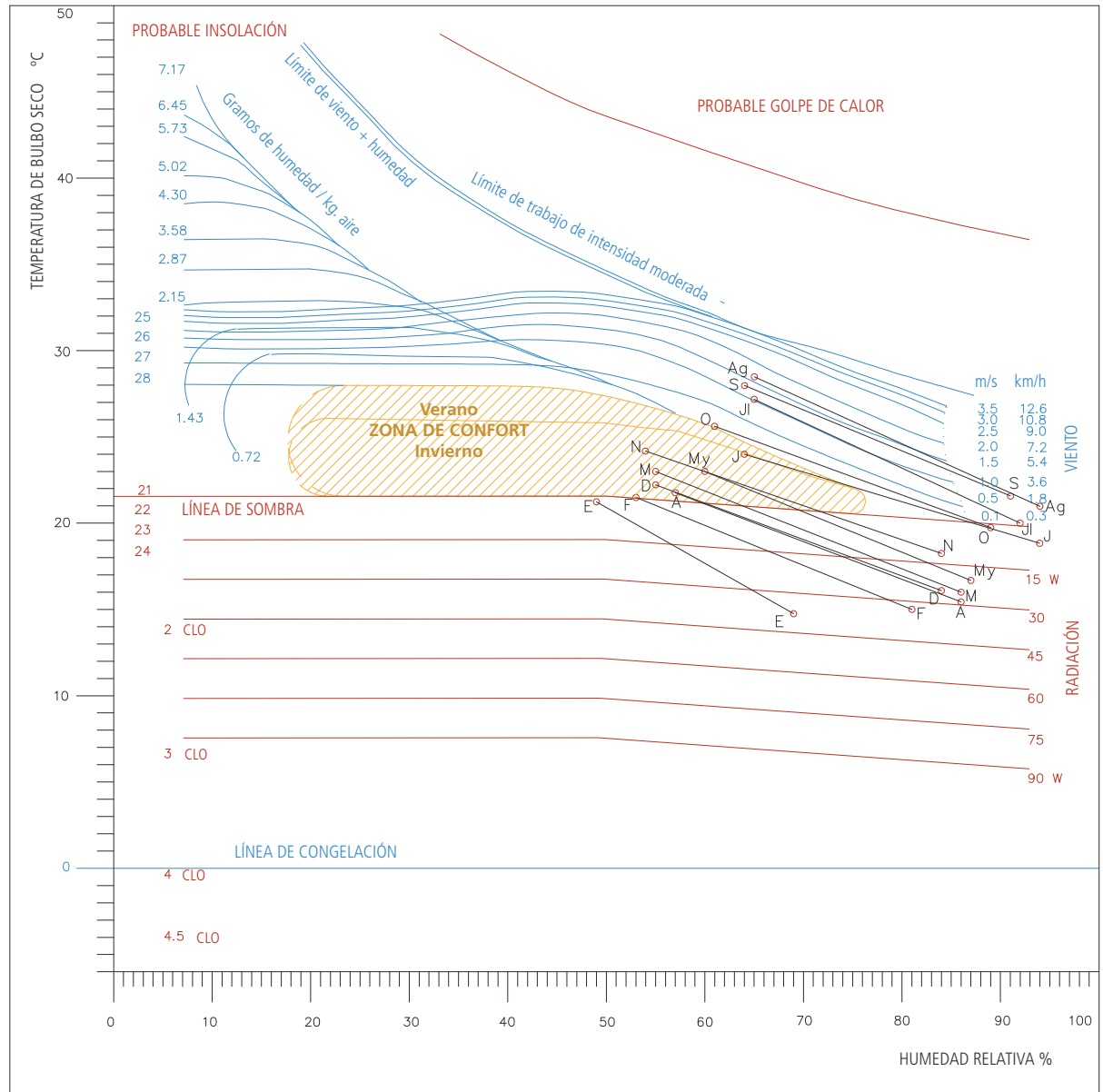


Figura 13.74. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

PUERTO DE SANTIAGO

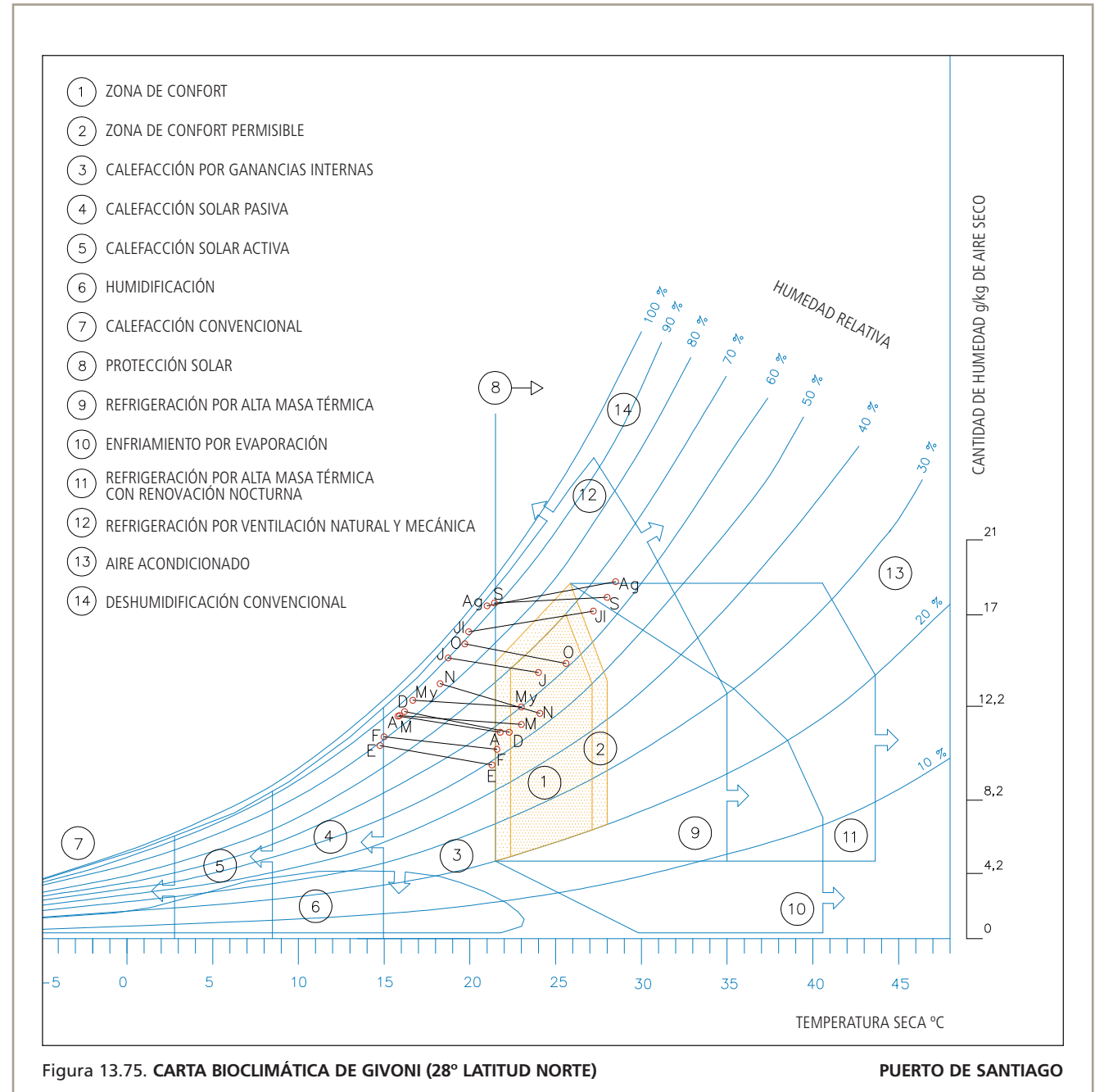
Puerto de Santiago. Carta Bioclimática de Givoni

Para obtener las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de enero y febrero, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche.

Esa misma inercia térmica, unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirá el confort durante los meses más cálidos y húmedos del año (julio, agosto y septiembre). Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de unas 9 a 12 h.

Vistas las condiciones del verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico, teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

En el resto de los meses, bastará disponer unas adecuadas protecciones solares durante los momentos más cálidos del día, ya que en los momentos más fríos del día se mantendrán las condiciones de confort sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación.



Tacoronte. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es uno de los más severos de las Islas Canarias con temperaturas medias mínimas inferiores a 10,1°C y medias máximas inferiores a los 17°C (enero y febrero). Aún así, durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en confort y se necesitaría todo el día durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio.

En el mes de octubre se necesitará estar a la sombra a mediodía y durante julio, agosto y septiembre, protecciones solares durante las horas centrales del día, especialmente en septiembre.

Ocasionalmente, se necesitarán velocidades del aire en estos meses de 0,1 m/s.

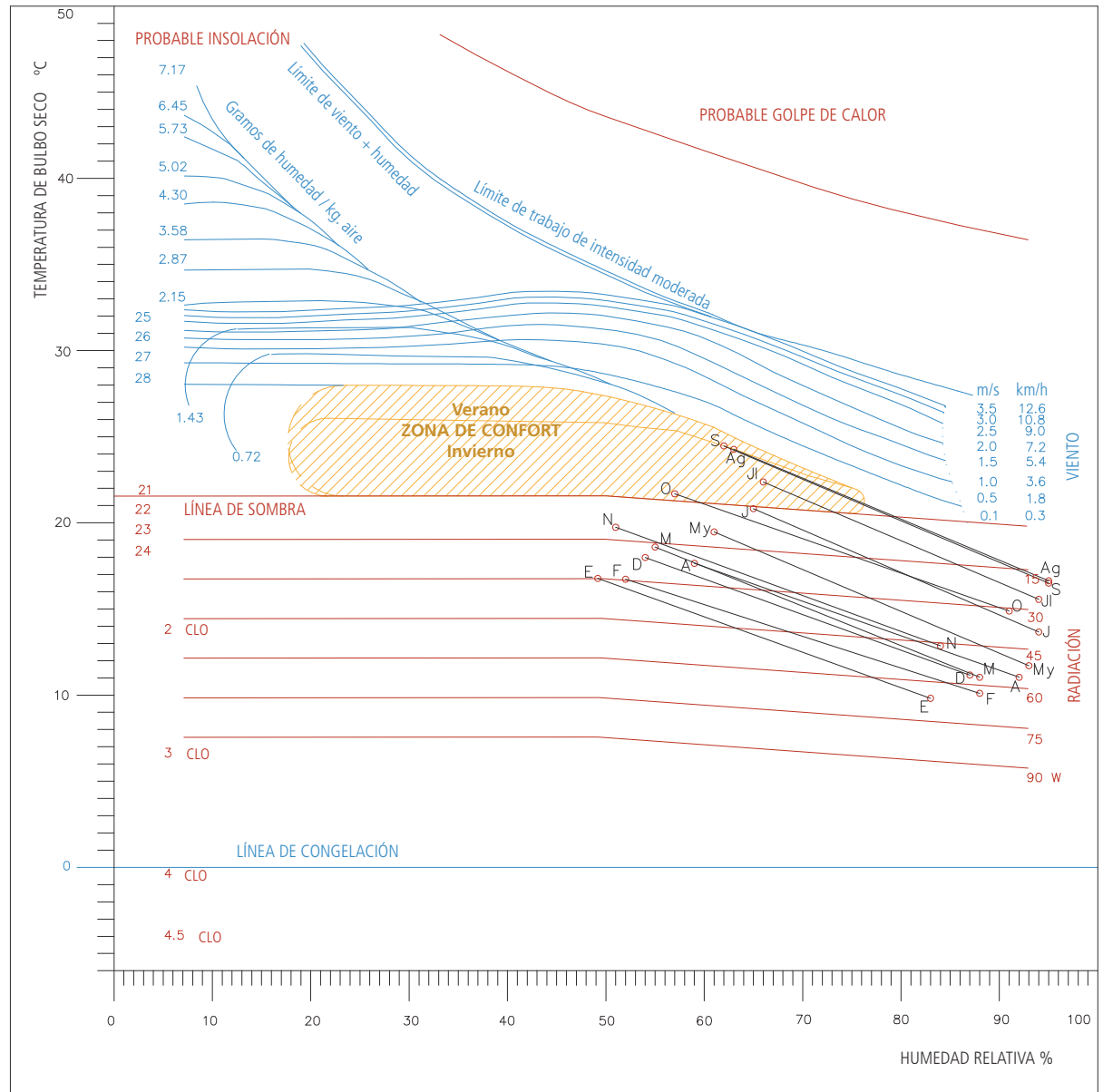


Figura 13.76. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

TACORONTE

Tacoronte. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Tiene especial importancia la correcta utilización de un aislamiento térmico adecuado, eliminando los puentes térmicos, para evitar las pérdidas de las ganancias solares obtenidas por los sistemas pasivos.

En el resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día con unas protecciones solares adecuadas. Estas protecciones serán necesarias los mediodías de julio y octubre y todo el día en agosto y septiembre.

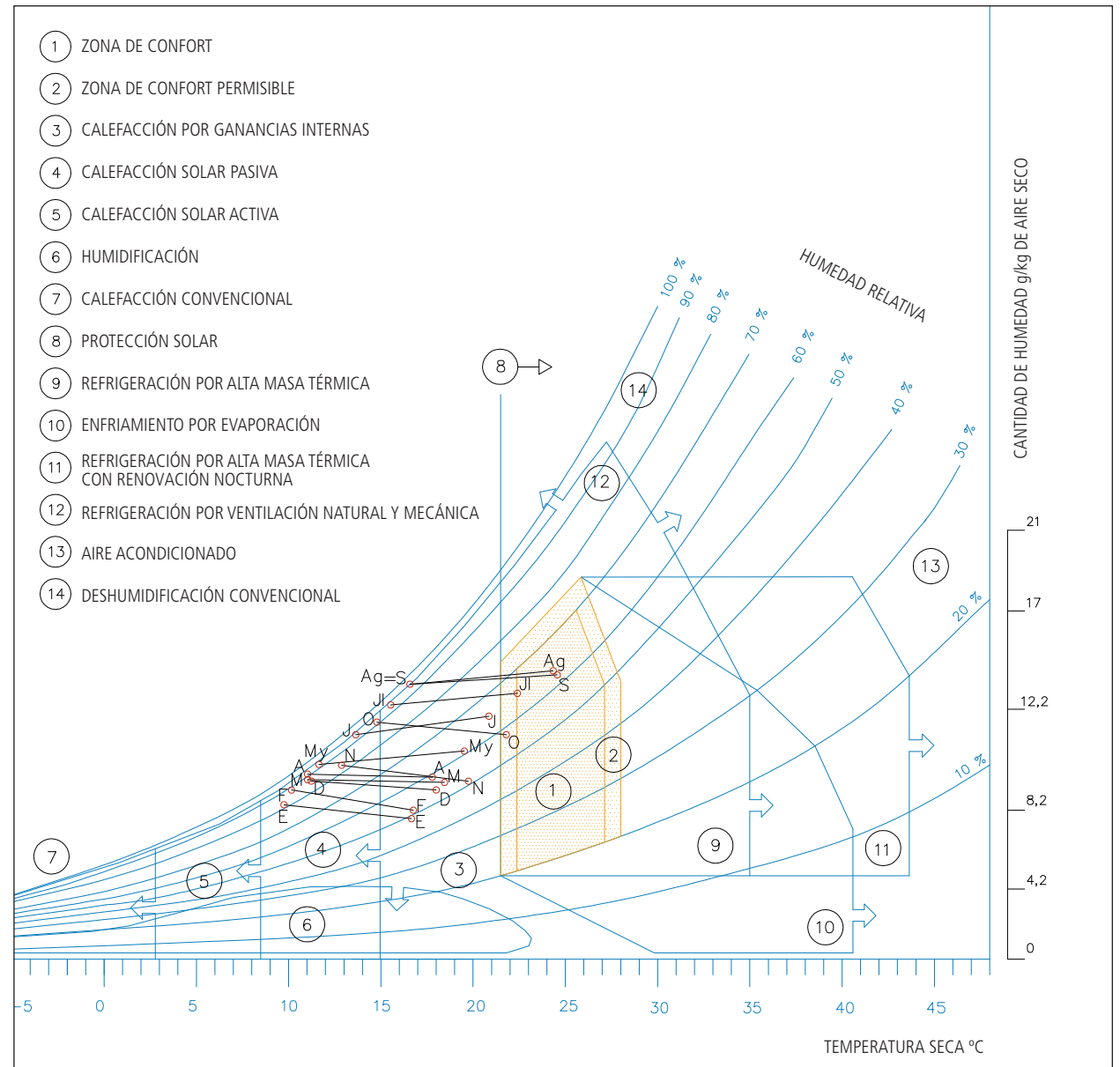


Figura 13.77. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

TACORONTE



La Esperanza. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es el más severo de los climas estudiados para la isla de Tenerife, con temperaturas medias mínimas en torno a los 7°C y medias máximas en torno a los 15°C durante los meses más fríos (enero y febrero), por lo que se necesitarán importantes aportes solares durante todo el día. Lo mismo ocurre aunque en menor medida en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio.

Sólo se necesitará estar a la sombra en las horas centrales del día de los meses de julio, agosto y septiembre.

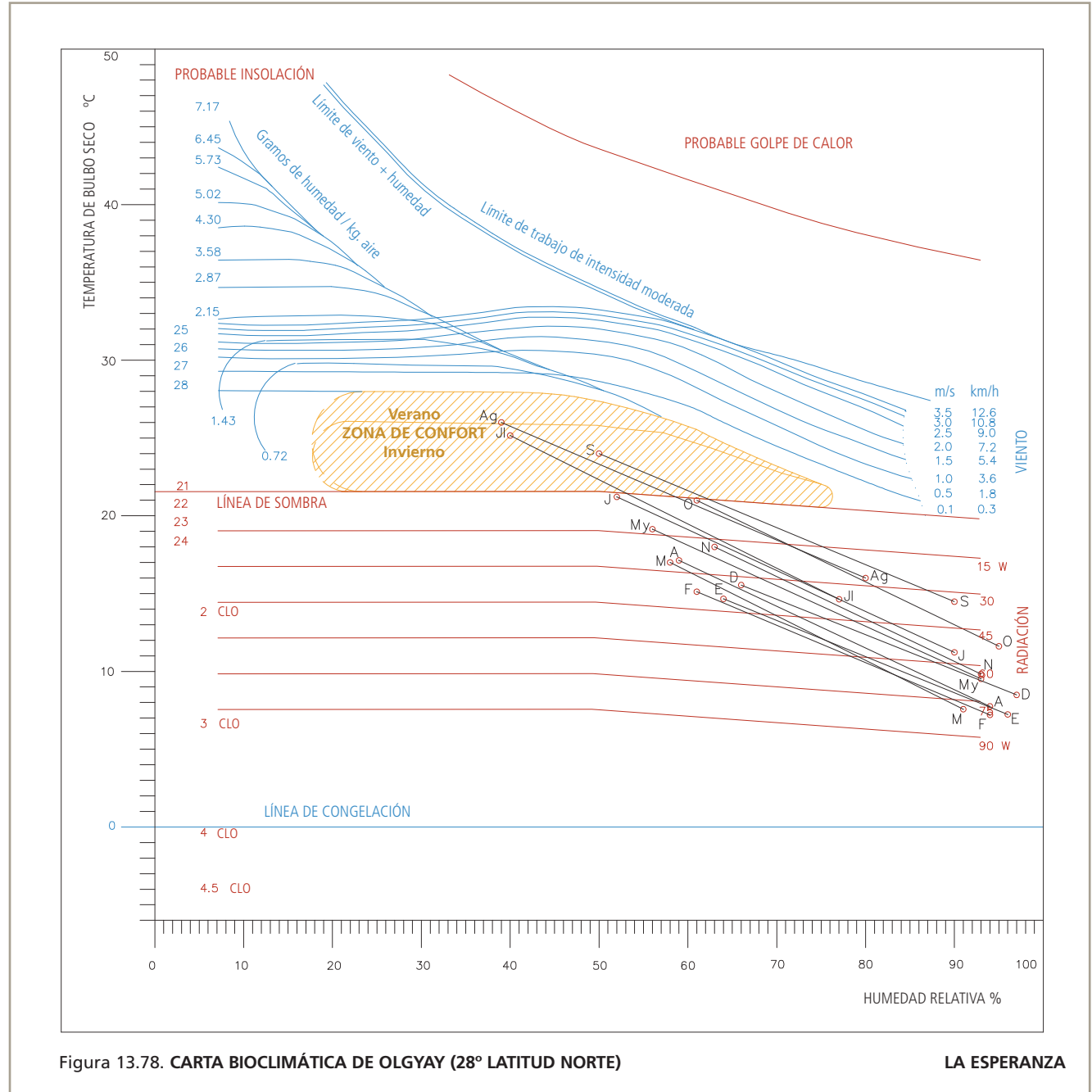


Figura 13.78. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LA ESPERANZA

La Esperanza. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de las condiciones de confort en el interior de las edificaciones se necesitará un buen comportamiento solar pasivo de los edificios (inercia térmica) capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, marzo, mayo, junio. Esta inercia deberá producir un desfase de la onda calorífica de 9 a 12 h.

Los meses de enero, febrero y abril se necesitará, además, un aporte de calefacción solar activa.

Tiene especial importancia el uso adecuado de aislamiento térmico para evitar las pérdidas de la radiación solar acumulada.

Los mediodías de julio, agosto y septiembre, se debe estar a la sombra para estar en confort. Durante el resto del día de estos meses, alcanzaremos el confort simplemente con las ganancias térmicas que se producen por el solo hecho de la ocupación del inmueble.

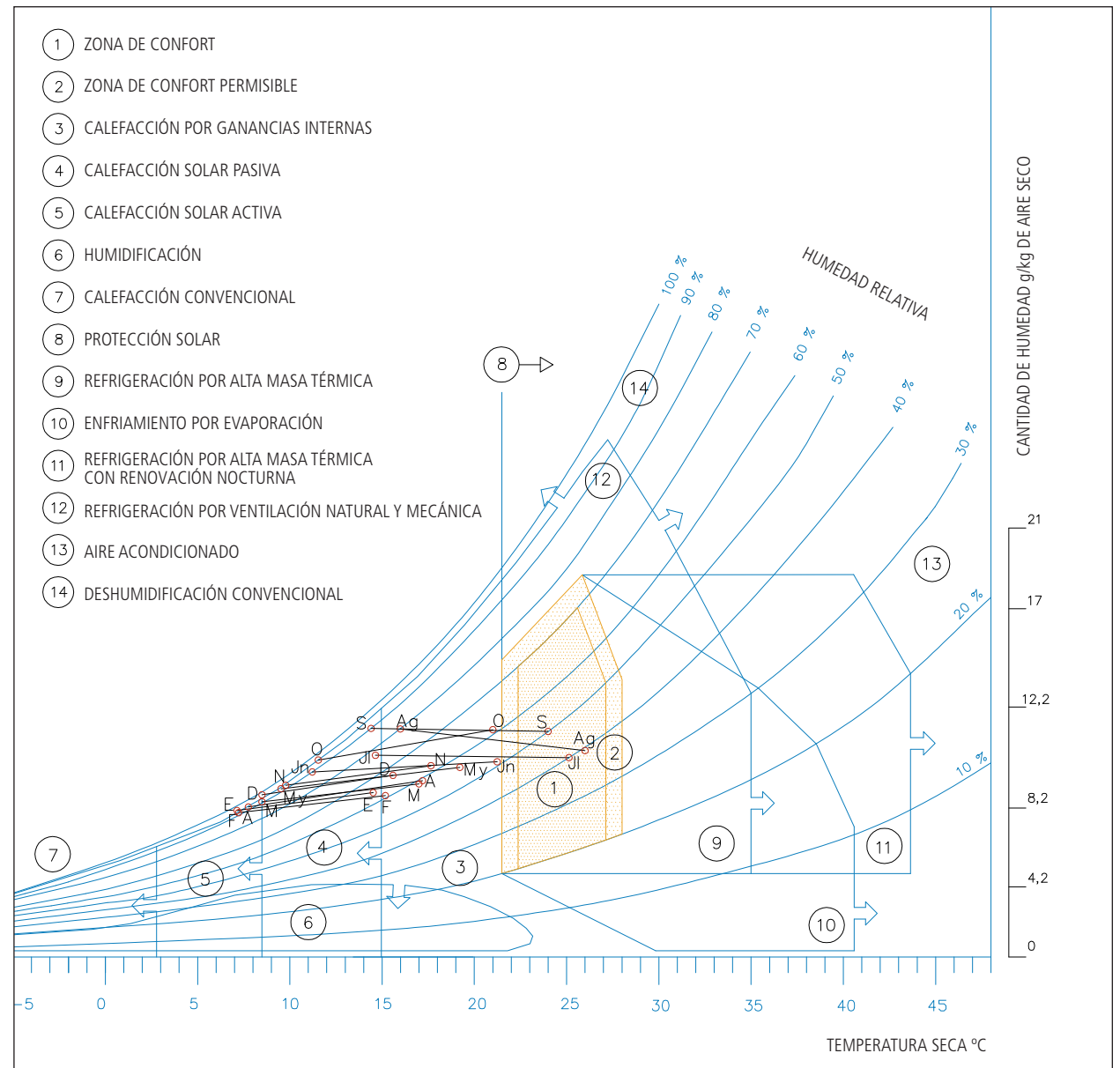


Figura 13.79. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LA ESPERANZA

Güímar. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a 11°C y medias de las máximas superiores a 17,9°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,7°C y máximas en torno a los 19,6°C.

En los meses de mayo, junio y octubre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto y septiembre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 27,4°C.

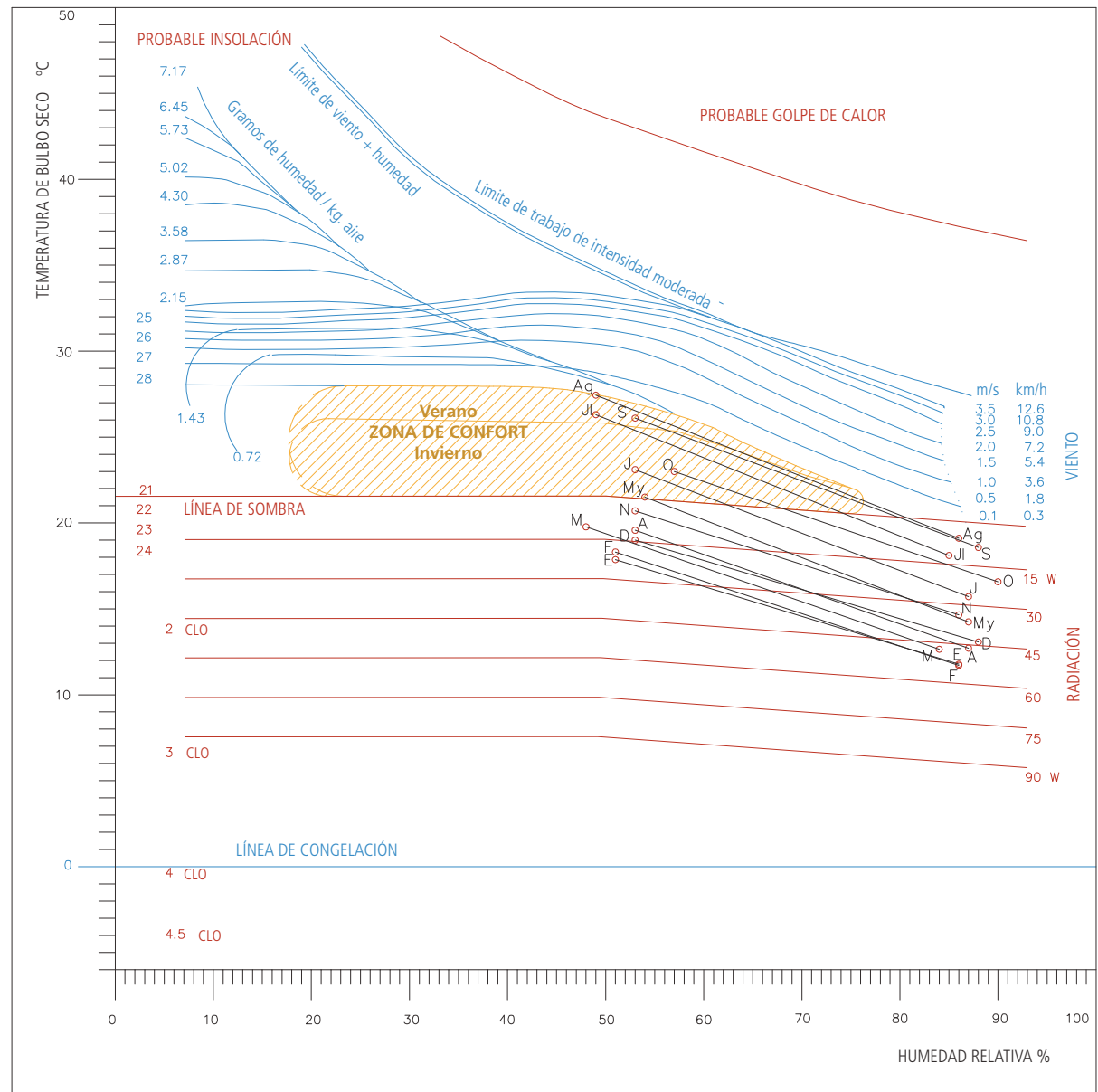


Figura 13.80. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

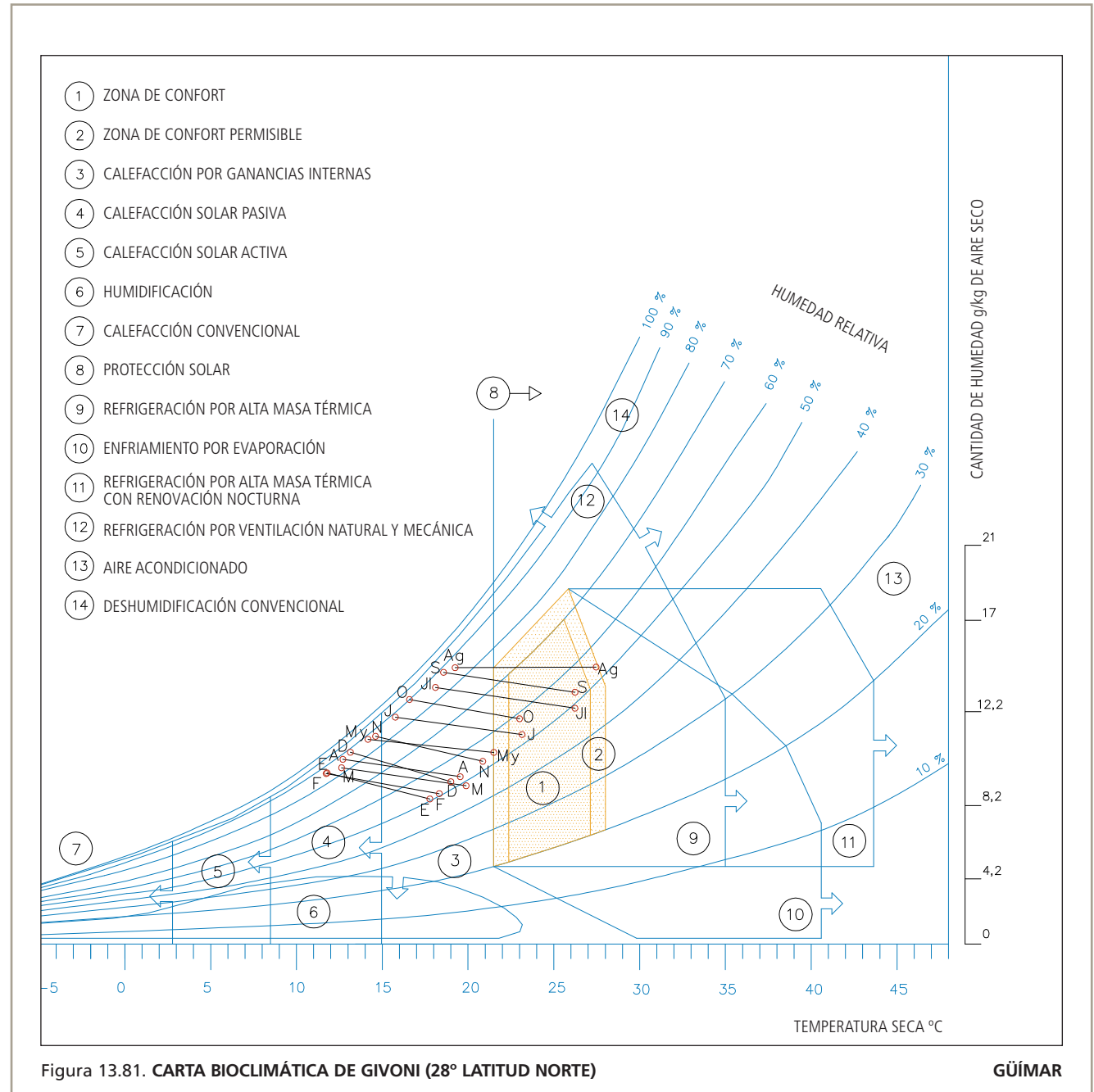
GÜÍMAR

Güímar. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con una inercia térmica, aislamiento térmico y protecciones solares adecuadas.

Las protecciones solares se necesitarán a mediodía en los meses de mayo, junio, y octubre y durante todo el día en, julio, agosto y septiembre.



Guía de Isora. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderadamente benigno con temperaturas medias mínimas superiores a 11,5°C y medias de las máximas superiores a 18,8°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de diciembre, marzo y abril, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 12,6°C y máximas en torno a los 20°C.

En los meses de mayo, junio y octubre y noviembre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En julio, agosto y septiembre se debe estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 27°C.

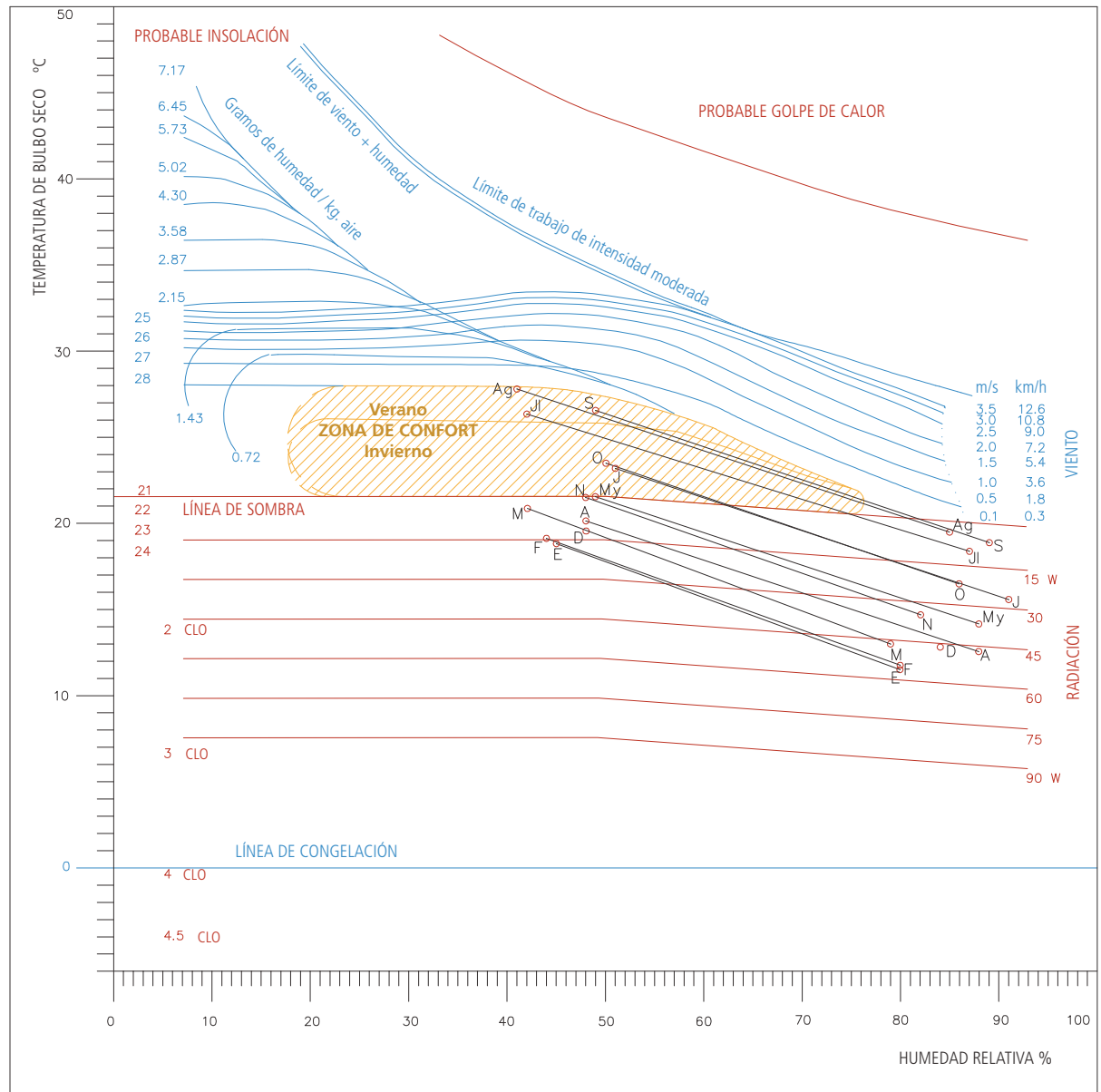


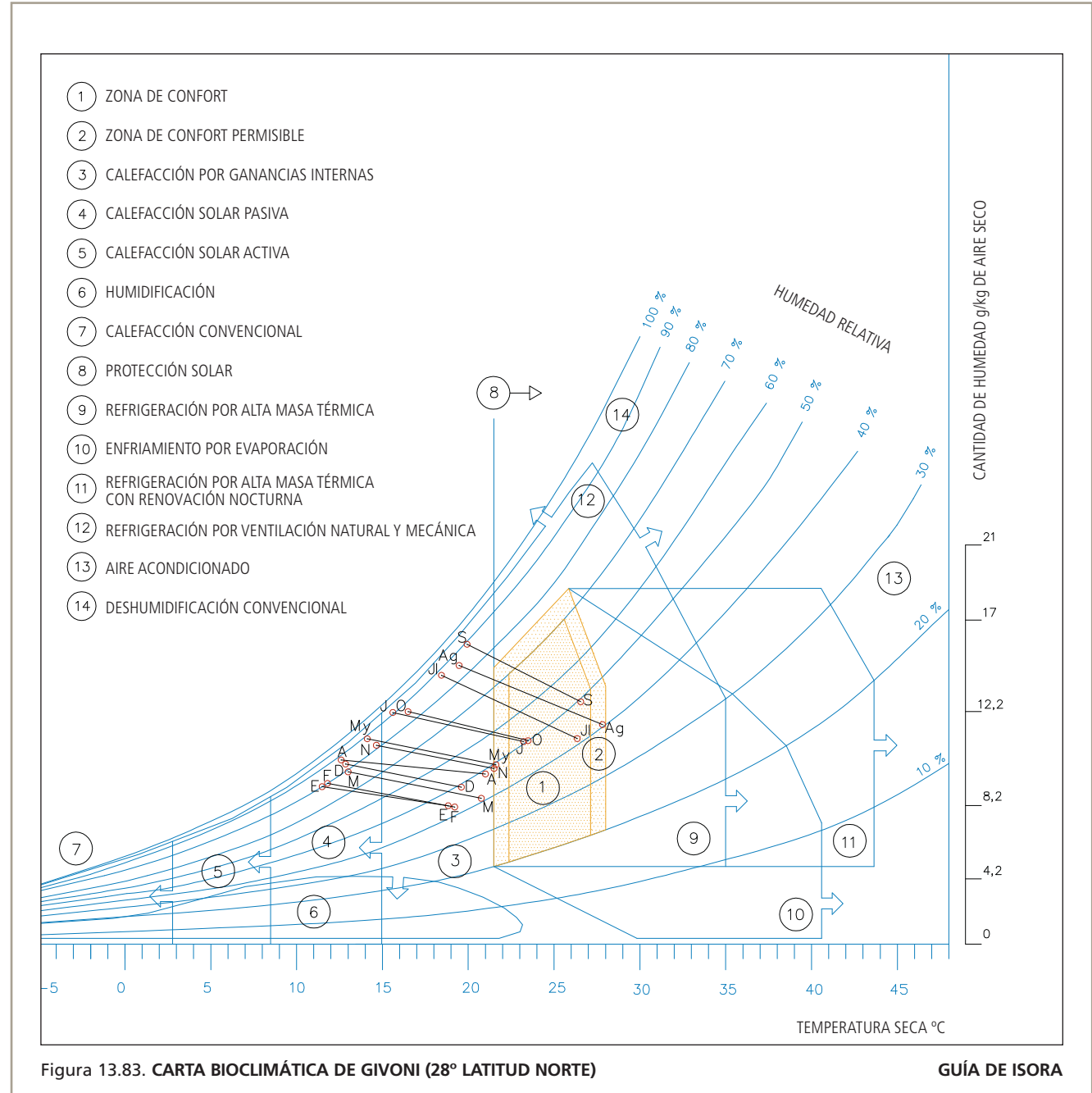
Figura 13.82. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

Guía de Isora. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con una inercia térmica y aislamiento térmico adecuados.

Las protecciones solares se necesitarán a mediodía en los meses de mayo, junio, y octubre y noviembre y durante todo el día en, julio, agosto y septiembre.



La Orotava. Carta Bioclimática de Olgay

El invierno es moderado con temperaturas medias mínimas superiores a 10,4°C y medias de las máximas superiores a 17,3°C en los meses más fríos (enero y febrero). Durante el día, la radiación solar es suficiente para estar en condiciones de confort.

Durante los meses de noviembre, diciembre, marzo y abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas superiores a los 11,4°C y máximas en torno a los 18,1°C.

En los meses de julio y octubre, para estar en condiciones de confort, se necesitaría estar a la sombra a mediodía. El resto de las horas del día, es suficiente la radiación solar para la obtención de bienestar.

En agosto y septiembre se necesita estar a la sombra todo el día ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 24,5°C y velocidades de viento de 0,1 m/s.

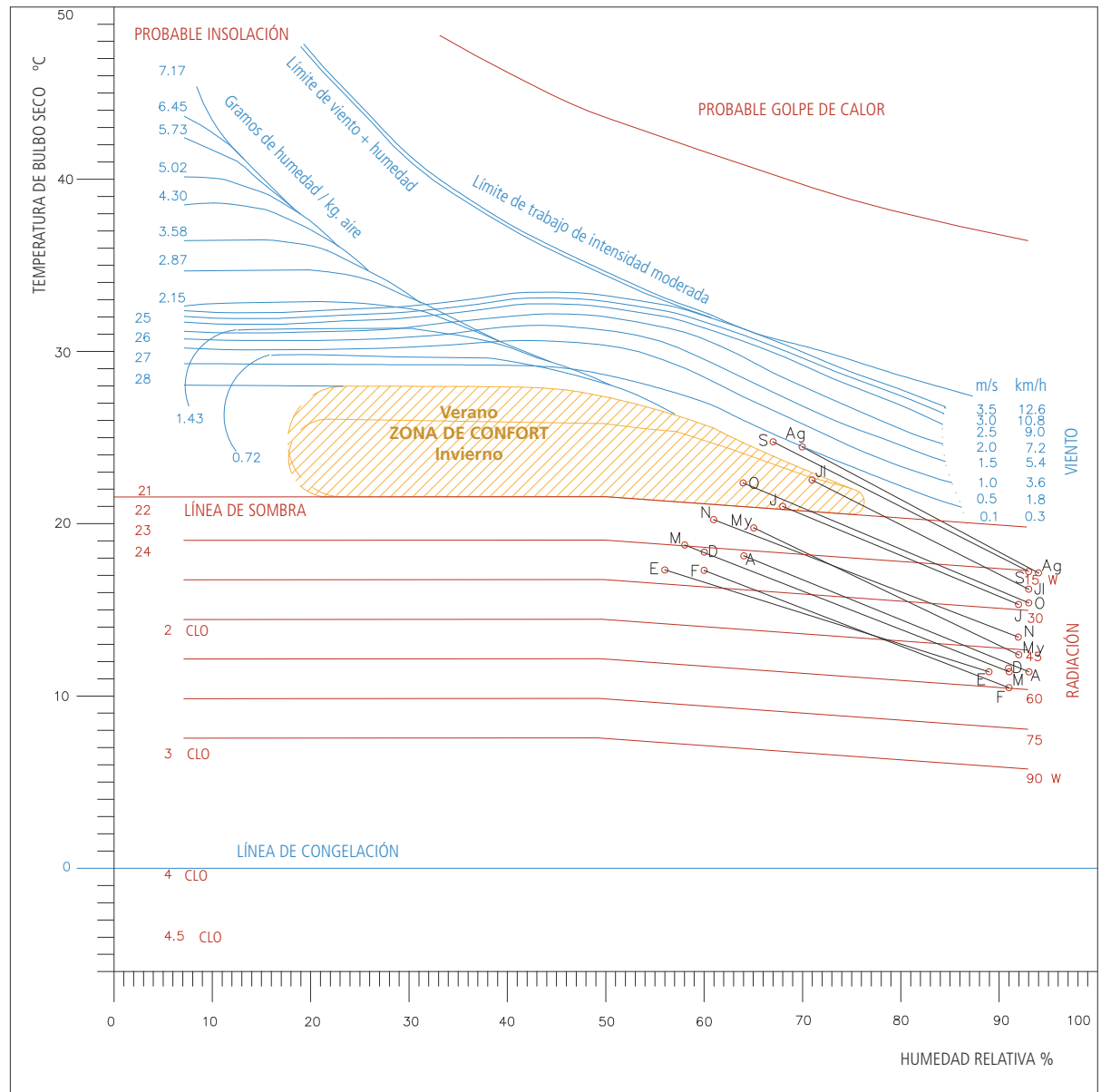


Figura 13.84. CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (28° LATITUD NORTE)

LA OROTAVA

La Ortava. Carta Bioclimática de Givoni

Para la obtención de confort en el interior de las edificaciones basta que, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, el edificio tenga un buen comportamiento solar pasivo (inercia térmica), capaz de acumular la radiación solar del día para ceder su calor al ambiente durante la noche. Esta inercia debería producir un desfase de la onda calorífica de 6 a 9 h.

En el mes de junio, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por ganancias térmicas debidas a la ocupación, y en los momentos más cálidos del día, con unas protecciones solares adecuadas.

Las protecciones solares se necesitarán a mediodía en los meses de julio, y octubre y durante todo el día en agosto y septiembre.

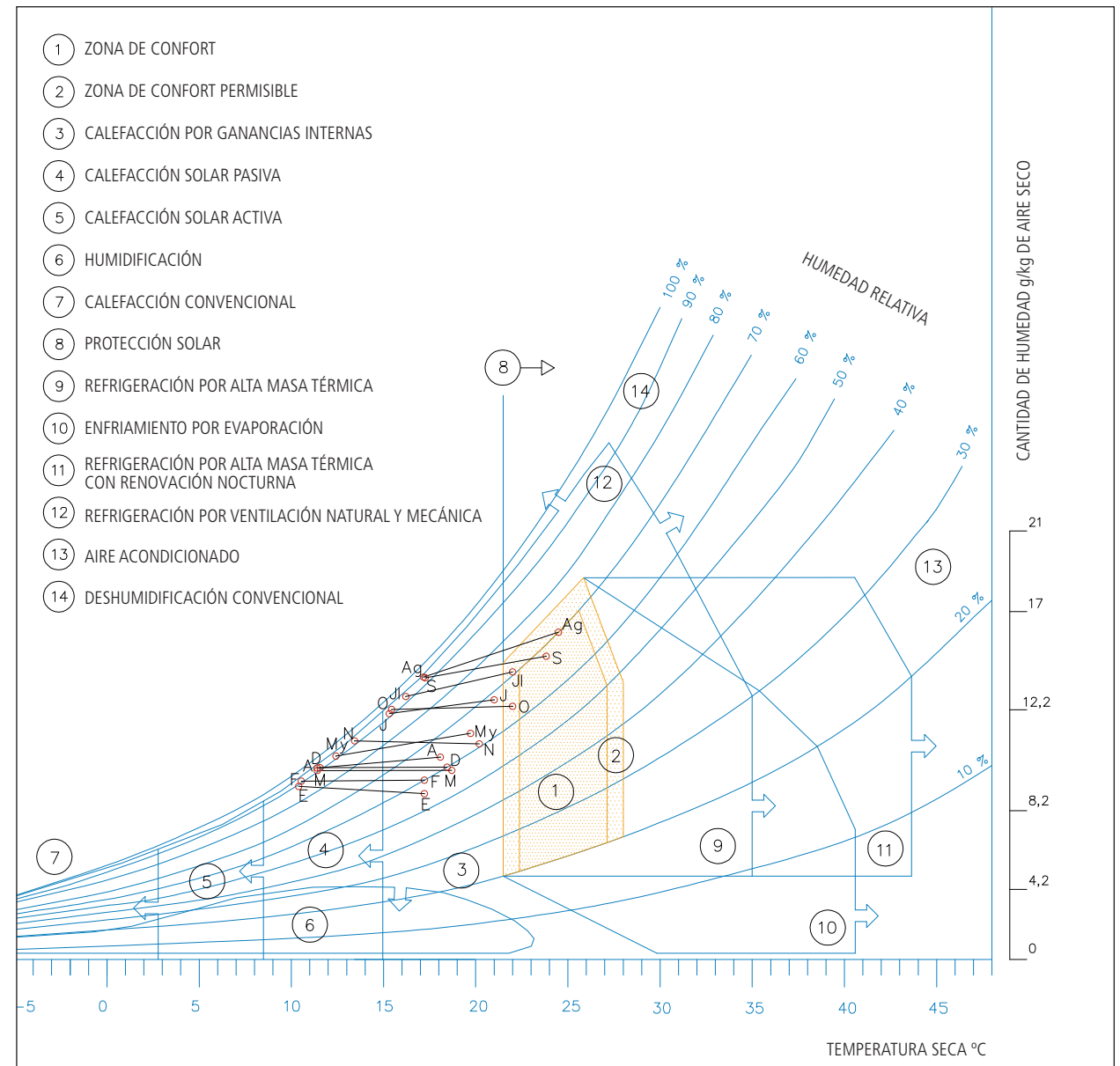


Figura 13.85. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

LA ORTAVA





# 14. ESTRATEGIAS DE DISEÑO

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, J. Hernández Tejera, M<sup>a</sup>. C. Bango Yanes

## CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI

Como ya se ha visto antes, en la carta bioclimática de Givoni se establecen las cualidades que debe tener una construcción en orden a que en su interior se obtenga una sensación térmica agradable (figura 14.1).

En este apartado se hace un análisis de las distintas estrategias que pueden ser utilizadas en Canarias, dependiendo de las características necesarias de la construcción que indica Givoni en su cuadro.

Según el diagrama, existen catorce zonas de estudio, y a cada una de ellas corresponderá una serie de estrategias en el diseño.

Las zonas citadas y que se desarrollan a continuación son:

- 1 Zona de confort
- 2 Zona de confort permisible
- 3 Calefacción por ganancias internas
- 4 Calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía solar
- 5 Calefacción por aprovechamiento activo de la energía solar
- 6 Humidificación
- 7 Calefacción convencional
- 8 Protección solar
- 9 Refrigeración por alta masa térmica
- 10 Enfriamiento por evaporación
- 11 Refrigeración por alta masa térmica con renovación nocturna
- 12 Refrigeración por ventilación natural o mecánica
- 13 Aire acondicionado
- 14 Deshumidificación convencional

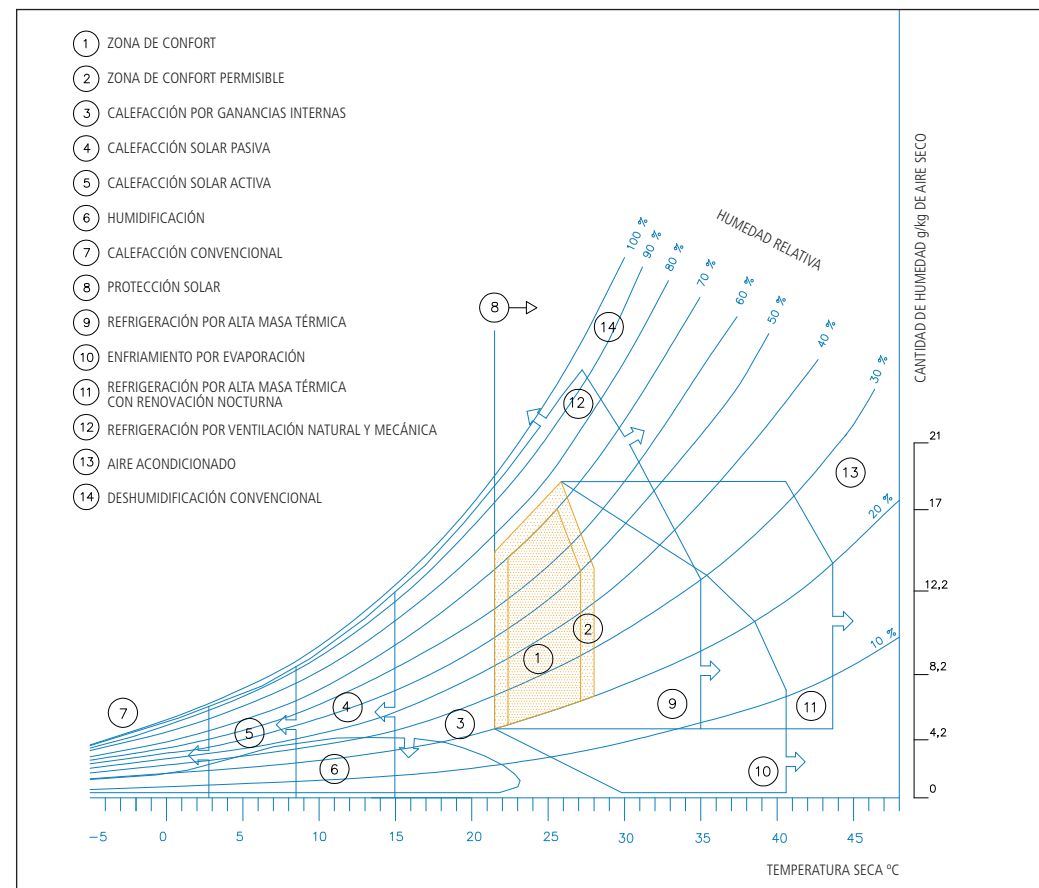


Figura 14.1. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

Hay que señalar que estas zonas se superponen en muchas ocasiones, lo que indica que se puede utilizar una, otra, o una combinación de ambas sumando sus efectos.

## 1. ZONA DE CONFORT

La zona denominada de confort es la que corresponde a las condiciones de humedad-temperatura en las que el cuerpo humano requiere el mínimo gasto de energía para ajustarse al ambiente. Se consideran las circunstancias para un individuo con ropa ligera, en baja actividad muscular y a la sombra.

En el diagrama de Givoni adaptado al clima canario, la zona de confort está limitada por los 22°C, entre el 20% y el 70% de humedad relativa y una línea quebrada correspondiente a los 27°C, entre el 20% y el 50% de humedad, y entre este último punto y el punto definido por 25,5°C y 70% de humedad (figura 14.2).

En el diagrama psicrométrico de Givoni la zona de confort define el área en la que, cuando los parámetros climáticos se encuentran en su interior, no se necesita ninguna corrección constructiva para la obtención del bienestar y en la que cualquier edificación media cumple con las condiciones de procurar dentro de ella una sensación térmica agradable si no hay radiación solar directa hacia el interior.

## 2. ZONA DE CONFORT PERMISIBLE

La zona denominada de confort permisible en el diagrama de Givoni está limitada por la zona de confort y un perímetro definido por los 21,5°C, entre el 20% y el 75% de humedad relativa y una línea quebrada correspondiente a los 28°C, entre el 20% y el 50% de humedad, y entre este último punto y el punto definido por 26°C y 75% de humedad (figura 14.3).

En las zonas de confort se ha tenido siempre en cuenta que el individuo lleva ropa ligera de verano y que se encuentra en estado de actividad baja. Los cambios de estos factores también intervienen en la amplitud y posición de la zona de confort.

El uso de ropas diferentes en el interior de las viviendas en invierno y en verano contribuyen a modificar, ampliándola, la zona de confort.

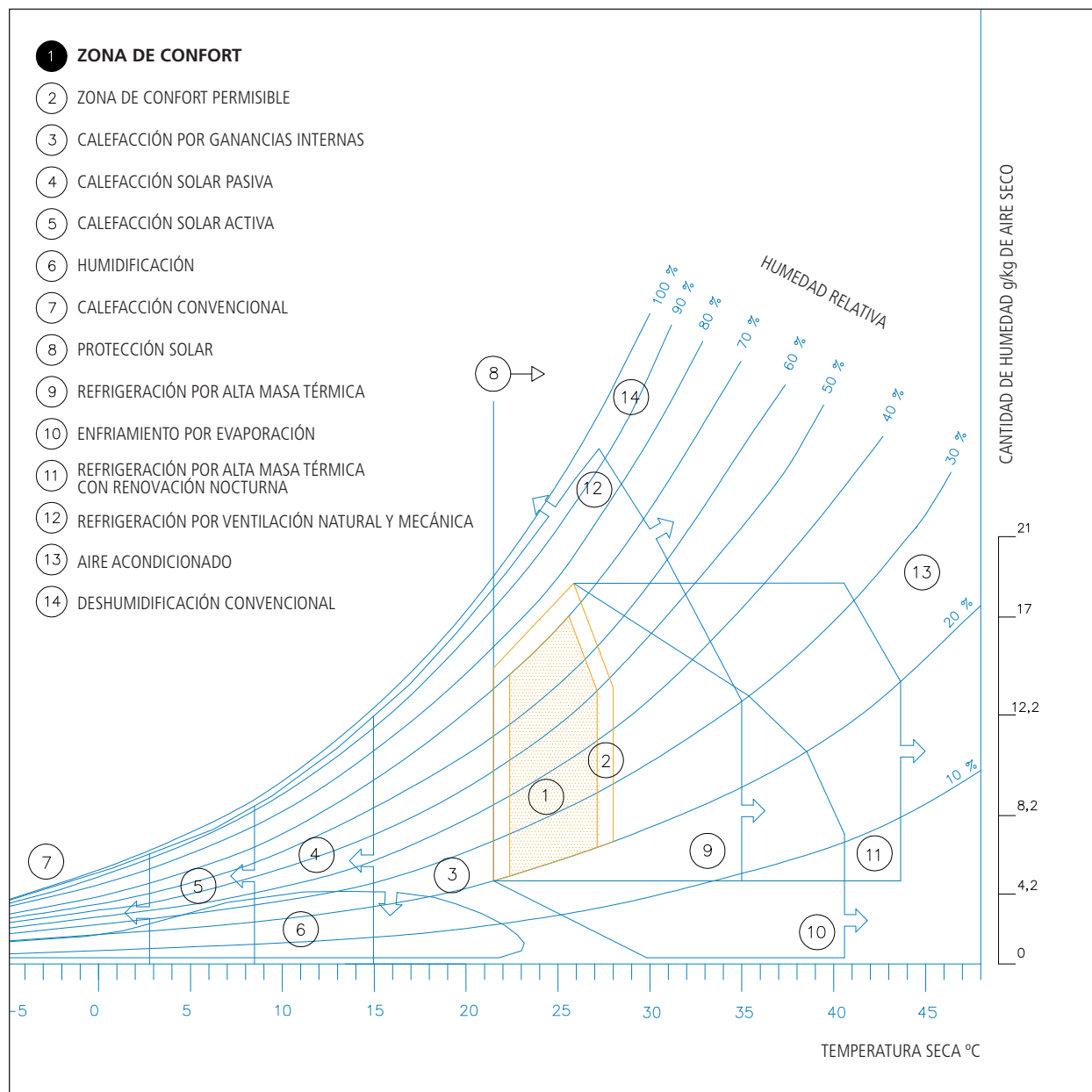


Figura 14.2. Carta bioclimática de Givoni (28° latitud Norte)

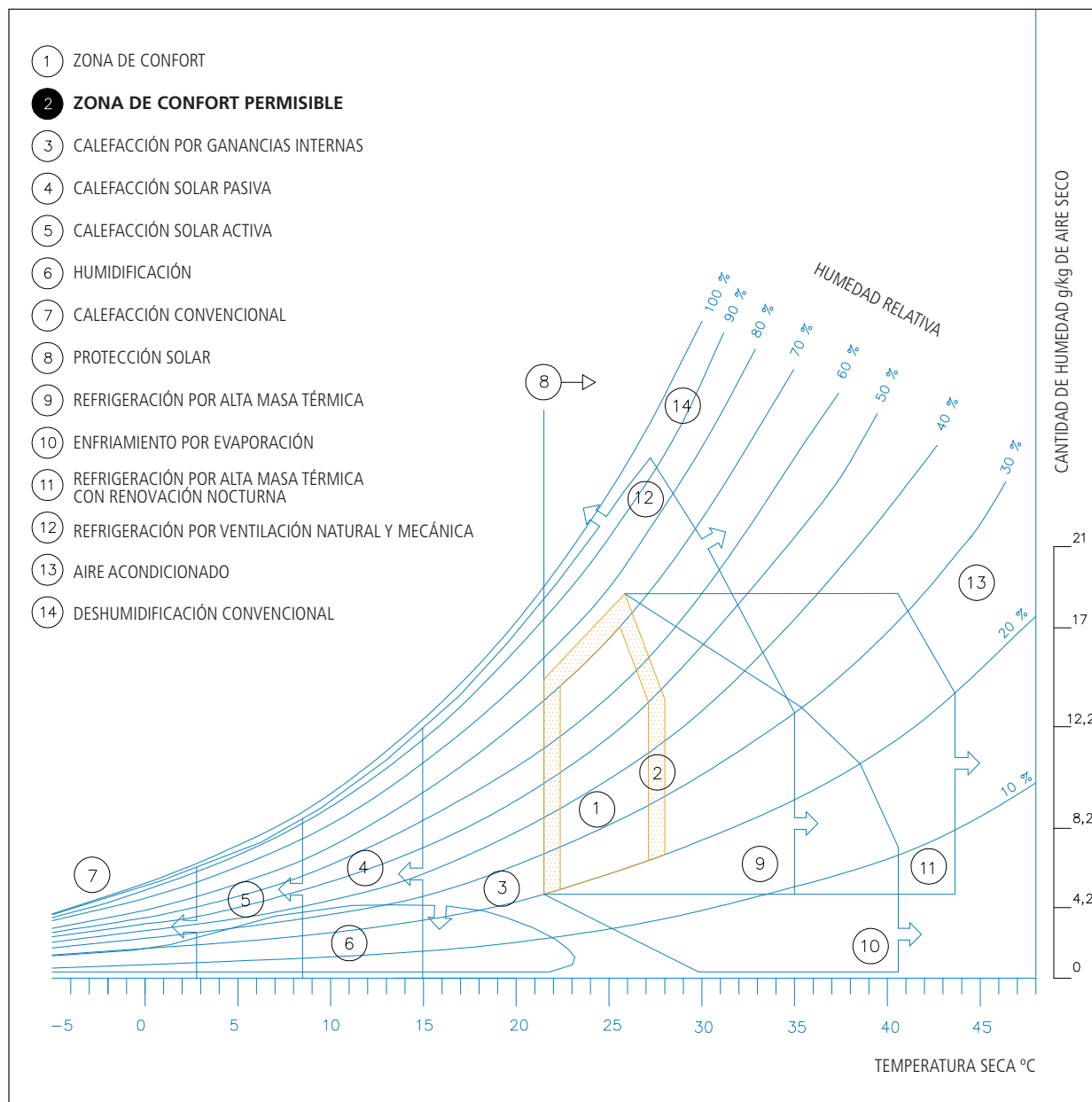


Figura 14.3. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

La escala de medida del factor de corrección del vestido más admitida es el CLO . Esta escala va desde cero, cuando no hay ropa, hasta cuatro, que representa gruesa indumentaria polar, pasando por la unidad que corresponde a traje y ropa interior normales. La unidad se define como la resistencia que encuentra el calor para transmitirse desde la piel hasta la superficie exterior de la ropa.

En la tabla 14.1 se ven distintas combinaciones de ropa, su correspondiente factor CLO y las temperaturas de máximo confort térmico para individuos en reposo.

Como se puede observar, unas variaciones en la ropa relativamente pequeñas producen un gran efecto en la corrección de temperaturas, efecto que conviene tener en cuenta, en cuanto a la sensación de confort en los edificios que estemos diseñando.

Por otra parte, hay que contar con el factor de aclimatación del individuo, que también cambia los límites. Para unas determinadas condiciones climáticas, un individuo acostumbrado a ellas puede encontrarse confortablemente aún cuando los valores psicrométricos queden algo separados de los valores teóricos de gasto mínimo.

Como consecuencia de estos factores aparece la denominada zona de confort permisible como la ampliación de la zona de confort en la cual las condiciones ya no son exactamente de mínimo gasto de energía en el individuo para acoplarse a las condiciones del medio, pero en las que la sensación térmica resulta aceptable.

Factor ropa	Tipo de vestido	Máxima temperatura de confort
0	Desnudo	28,5°C
0,5	Ropa ligera de verano	25,0°C
1,0	Traje normal	22,0°C
1,5	Ropa de abrigo medio	18,0°C
2,0	Ropa con abrigo grueso	14,5°C

Tabla 14.1. Factor de Ropa. Temperatura de confort.

### 3. CALEFACCIÓN POR GANANCIAS INTERNAS

La zona del diagrama de Givoni denominada calefacción por ganancias internas, engloba las situaciones comprendidas entre los 15°C y los 21,5°C, en las que se consigue llegar a condiciones de confort mediante el aumento de la temperatura ambiente del recinto, que se da por el mero hecho de habitar (vivir o trabajar) en una construcción (figura 14.4).

Estas ganancias son las aportadas por los ocupantes, la disipación de calor de los equipos eléctricos, la pérdida de calor en procesos domésticos relacionados con la combustión, etc.

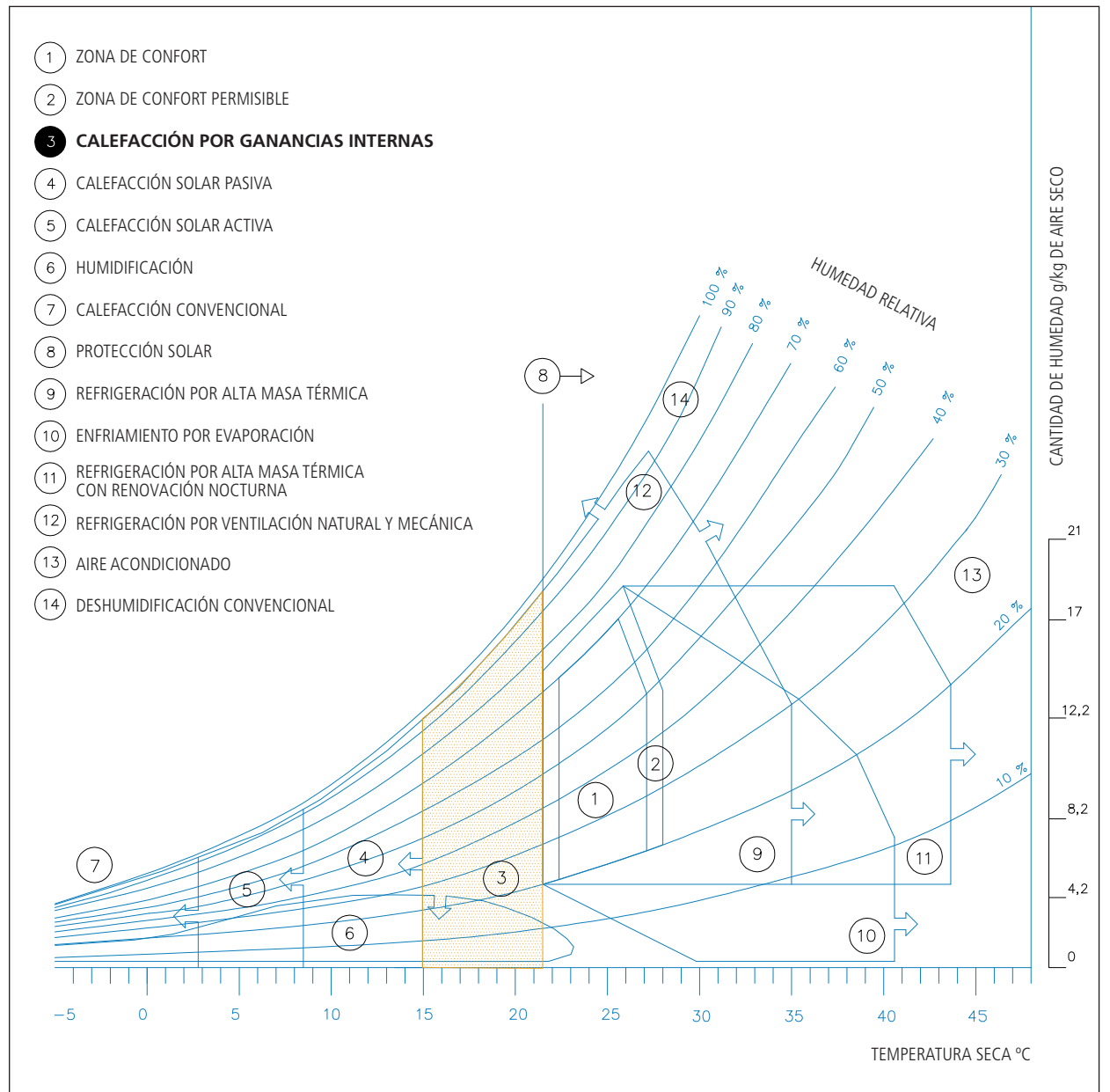
Es importante tener en cuenta este tipo de ganancias, ya que durante determinadas épocas del año serán suficientes para conseguir el confort en cualquier zona geográfica de Canarias donde ubiquemos la actuación.

La presencia de personas en el interior de un recinto modifica la temperatura ambiente debido ados efectos:

- La irradiación producida por las propias personas a los cuerpos de su alrededor, siempre y cuando la temperatura de éstos sea menor.
- El calor metabólico disipado por la actividad corporal de las personas, siendo mayor cuanto más activo sea el trabajo, como se puede observar en la tabla 14.2 de valores del calor producido por un hombre joven según el grado de actividad que desarrolle.

Actividad	Calor (W)
Sentado	115
Trabajo ligero de oficina	140
Sentado, comiendo	145
Andando	160
Trabajo ligero	235
Trabajo moderado o baile	265
Trabajo duro	440
Esfuerzo excepcional	1500

**Tabla 14.2. Calor producido según actividad.**  
Basado en la tabla A.7.1. de la guía IHVE 1970. No hay datos concretos sobre niños, ancianos y mujeres.



**Figura 14.4. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)**

Los equipos eléctricos, durante su funcionamiento, disipan calor, lo que se debe tener en cuenta a la hora de su distribución, ya que la concentración de estos equipos puede crear ambientes recalentados.

En algunos electrodomésticos la creación de calor es fundamental para realizar la función para la que han sido creados: planchas eléctricas, lavavajillas y lavadoras; en otros casos, frigoríficos y productores de frío, se debe extraer el calor del interior del aparato; y en otros, como los sistemas de iluminación, las pérdidas se producen por efecto Joule.

Otro foco de calor en la vivienda está relacionado con la elaboración de alimentos en hornos y cocinas, tanto si su funcionamiento se basa en el efecto Joule como si son de combustión.

La presencia de varios fumadores en un recinto también contribuye a la elevación de la temperatura del mismo.

Si se propone un uso continuado de la edificación y un buen aprovechamiento de estas fuentes de calor, para lograr una mayor eficacia de estas medidas existen una serie de aspectos que deben tenerse en cuenta:

- Este tipo de ganancias también se producen en las épocas de refrigeración, por lo que se deberán situar los equipos eléctricos en posiciones de fácil ventilación, o bien facilitar la extracción de aire a través de los mismos.
- Se deben evitar las pérdidas del calor obtenido, por ejemplo, mediante un correcto aislamiento del exterior.
- Se pueden utilizar elementos constructivos de gran masa térmica en el interior de la edificación para acumular el calor obtenido.

#### 4. CALEFACCIÓN POR APROVECHAMIENTO PASIVO DE LA ENERGÍA SOLAR

En el diagrama de Givoni, el área comprendida entre las 8,5°C a 15°C de temperatura corresponde a las condiciones ambientales en las que se puede conseguir el confort en el interior de la vivienda por sistemas de aprovechamiento pasivo de la energía solar (figura 14.5).

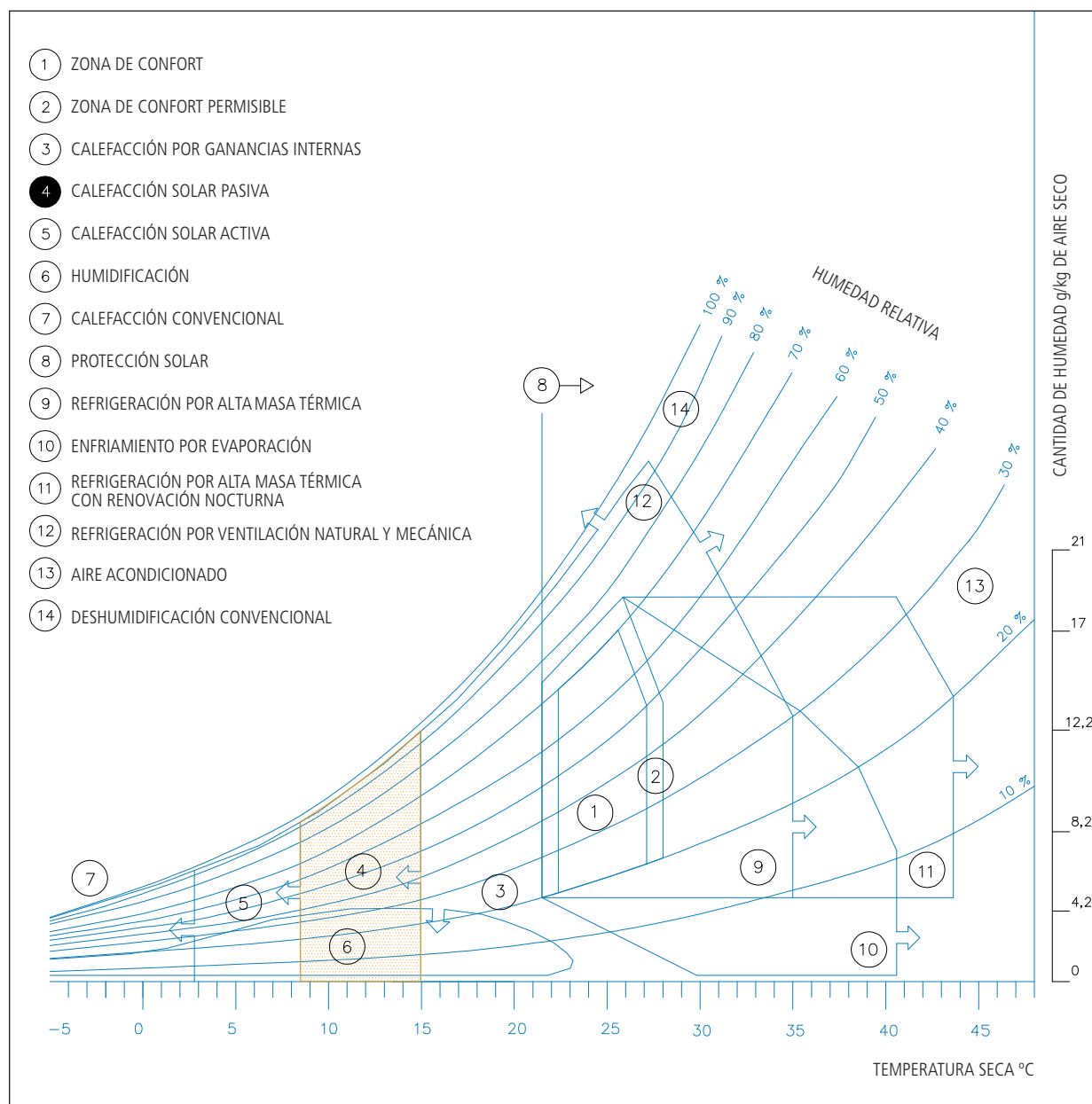


Figura 14.5. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

*Con estos métodos se pueden cubrir la mayor parte de las necesidades de calefacción, en todo el territorio de la Comunidad Canaria, durante el invierno, con excepción de algunos lugares y en situaciones de más frío, en las que se necesita el apoyo de otros sistemas activos que se verán en apartados posteriores.*

El diseño del edificio se concibe para favorecer la captación de calor solar en aquellas zonas en las que es posible, acumulándolo en elementos dispuestos para ello, y distribuirlo después a los locales que se desean calefactar, regulando también su flujo para cubrir las necesidades de calor a lo largo del tiempo.

En estos sistemas es fundamental el concepto de conservación: sería inútil todo el proceso si se dejase escapar el calor que se consigue introducir en el espacio interior, o si se perdiera la posibilidad de usar ese calor cuando ha cesado la radiación solar (disipación). (Ver apartado correspondiente al aislamiento).

Se distinguen tres sistemas, en estos modos de aprovechamiento solar, según sea la relación entre el sol y la estancia a calefactar. Estos sistemas pueden ser directos, indirectos e independientes:

- Sistemas directos son aquellos en los que la estancia se calienta por la acción directa de los rayos solares.
- Se llaman sistemas indirectos cuando la radiación solar incide primero en una masa térmica que está situada entre el sol y el ambiente a calentar.
- Se denominan independientes aquellos sistemas en los que la captación solar y el almacenamiento térmico están separados del espacio habitable.

En los procedimientos de aprovechamiento pasivo del calor solar intervienen tres tipos de elementos:

- Los elementos de captación, encargados de recoger la radiación solar.
- Los elementos de acumulación, encargados de la acumulación del calor captado.
- Los elementos de distribución, que se encargarán de repartir y de regular el calor acumulado de un modo adecuado en los diversos lugares y en los momentos en los que resulta necesario.

Una cuestión importante a señalar, es que, en todo caso y en mayor o menor medida (dependiendo del diseño y de las características termofísicas de los materiales empleados), hay elementos en los que confluyen las funciones de captación, acumulación y distribución. En los distintos apartados de este capítulo se irán tratando según la función predominante.

Como el aprovechamiento pasivo se basa en las propiedades de los materiales y los elementos que forman parte de la construcción, su funcionamiento como regulador del calor solar recibido en ellos, sobre todo en los sistemas directos e indirectos, no se reduce a las épocas frías sino que se da a lo largo de todo el año por lo que se volverán a citar estos modelos cuando se hable de la necesidad de refrigeración por un exceso de calor.

#### 4.1. SISTEMAS DE CAPTACIÓN

Los elementos captadores de la radiación solar pueden pertenecer al edificio, clasificándose en este caso como directos e indirectos, o ser independientes del mismo.

##### 4.1.1. SISTEMAS DE CAPTACIÓN DIRECTA

Básicamente se trata del aprovechamiento de la radiación que penetra directamente a través de los huecos de la fachada y de la cubierta (figura 14.6).

Se deben tener en cuenta las características de los propios huecos, las carpinterías y los vidrios elegidos.

##### Características del hueco

**Orientación:** La mejor orientación en Canarias para la captación de calor solar es la sur, al recibir una mayor cantidad de radiación durante el invierno, que es la época en que se necesita el concurso de estos sistemas.

Las orientaciones este y oeste, con similares características, son menos efectivas y pueden ser contradictorias con el régimen de necesidades anuales (son orientaciones inadecuadas para el verano).

Se pueden observar los diferentes valores de radiación en función de la orientación en la figura 14.7, adaptada del "Libro de la

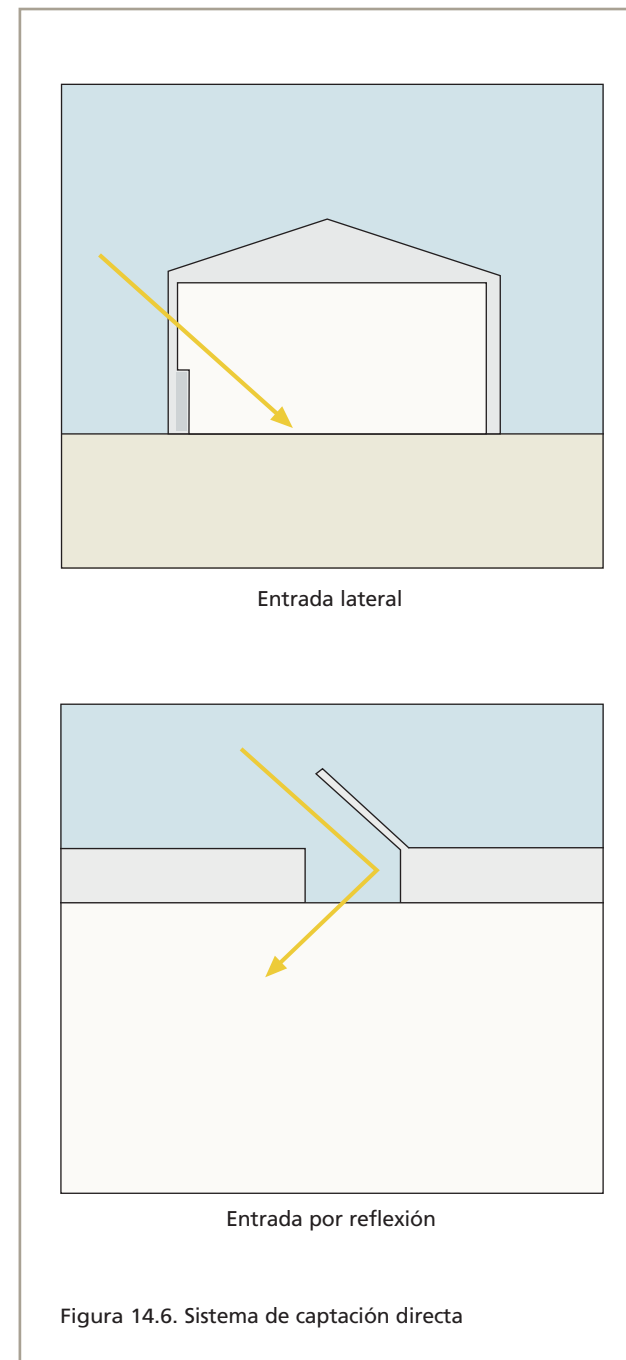


Figura 14.6. Sistema de captación directa

**Energía Solar Pasiva** de E. Mazria, con valores teóricos para una latitud de 28°. Se ha añadido, en línea discontinua, la radiación incidente en un plano horizontal, con datos procedentes del Atlas Climático de España.

**Dimensiones:** La forma y tamaño del hueco irán en función de la cantidad de calor necesario para el recinto; a mayor tamaño, mayores serán las ganancias solares, debiendo evitarse los riesgos de sobrecalentamiento. En este aspecto también influyen otros factores como son el uso del recinto, las vistas o la iluminación natural.

Los huecos horizontales en cubierta reciben la mayor cantidad de radiación en el verano, por lo que su utilización debe ir acompañada de un estudio para determinar las protecciones necesarias a adoptar en esta época para evitar que haya grandes sobrecalentamientos.

**Posición relativa en la habitación:** Es de gran influencia a la hora de la localización del elemento acumulador así como del sistema de distribución posterior. Hay que tener en cuenta que la radiación incidente sobre el mobiliario habitual es inútil, al ser de madera o materiales aislantes; por el contrario, si se utilizase un mobiliario de carácter masivo (de obra de fábrica, pétreo, etc), se podría utilizar como elemento acumulador.

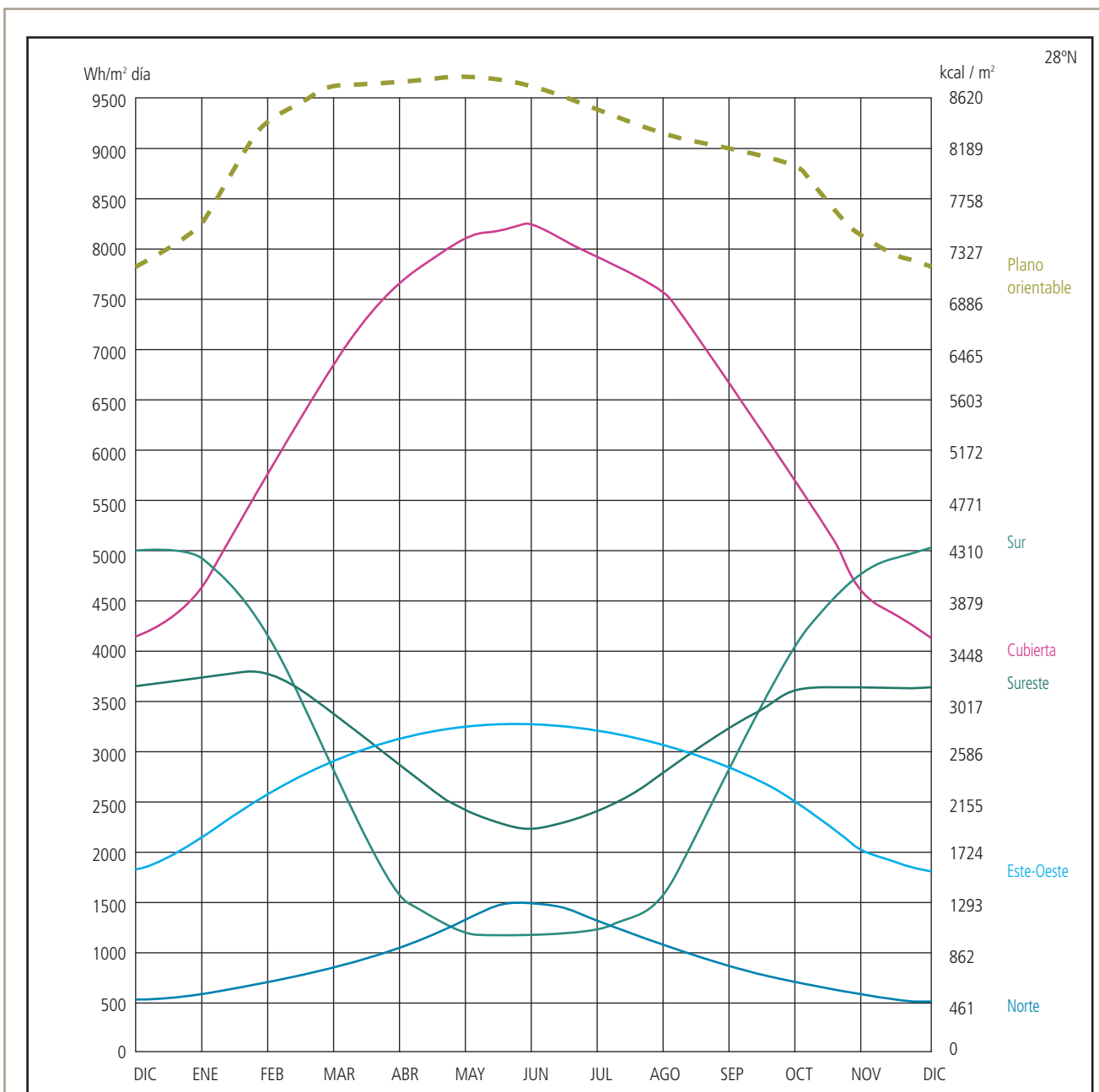


Figura 14.7. Aportes solares para un día despejado a través de superficies de vidrio en distintas posiciones (en Wh/m² y kcal/m²).



Factor	Material				
	Madera	Acero	Aluminio	Aluminio con rotura de puente térmico	PVC
Conductividad térmica (W/m K)	0,14	58	203	6,28	0,23
Espesor (cm)	4,5	0.8 - 1	4,5	5	6
U (W/m² K)	1,76	5,79	6,01*	3,02	1,74
Anchura (cm)	7 - 12	4 - 6	4 - 8	4 - 8	9 - 12
Sup. aproximada respecto a la del hueco (**)	50%	25%	30%	30%	55%
Coste de mantenimiento	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio (***)
Coste medioambiental de fabricación y reciclado	Bajo, sobre todo en el caso de maderas de aprovechamiento	Medio. Posibilidad de reciclaje fácil	Medio-alto. Posibilidad de reciclaje	Medio-alto. Posibilidad de reciclaje	Alto. Posibilidad de PVC reciclado

Tabla 14.3. Características de los materiales utilizados en la carpintería

Cuadro de elaboración propia, adaptado del Estudio de Integración Medioambiental y Adecuación Energética en El Toyo, Almería.

(\*) Depende del fabricante; (\*\*) Superficie aproximada calculada para una ventana de 1.20 m x 1.20 m de dos hojas; (\*\*\*) Las carpinterías de PVC pueden deteriorarse por el exterior en lugares con alta radiación solar. Se comercializan carpinterías mixtas metálicas en la cara exterior.

Transmitancia límite de huecos según CTE/HE-1										
Zona climática A3										
% Huecos	Transmitancia límite de huecos ( $U_{Hlim}$ (W/m² K))				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
< 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
11 ≤ % ≤ 20	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
21 ≤ % ≤ 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
31 ≤ % ≤ 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
41 ≤ % ≤ 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
51 ≤ % ≤ 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39

Tabla 14.4. Transmitancia límite de huecos según CTE/HE1 para la zona climática A3

En los casos en que la transmitancia de muros sea inferior a 0,67 W/m² K, se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis.

### Características de la carpintería

Interesan dos factores, el coeficiente U (transmitancia térmica del material) y la conductividad térmica que, unidos al tamaño de la sección de los marcos y cercos, influirán en el Coeficiente Global de Transmitancia Térmica U del hueco y en la superficie real de captación.

Si lo que se busca es la menor pérdida de superficie captora en la totalidad del hueco, interesa disminuir tanto el tamaño de la sección como la U; al menos es un factor a la hora del dimensionamiento de dichos huecos si se parte de una determinada superficie de captación.

Los materiales más usuales son el acero, la madera, el aluminio sencillo y con rotura de puente térmico, y el PVC. En la tabla 14.3 se pueden consultar las diferentes características de estos materiales, aunque estos valores pueden variar en función de las posibles mejoras que se practiquen en el material, lo que ha llevado a la fabricación también de carpinterías mixtas.

En los casos en que la transmitancia de muros sea inferior a 0,67 W/m²K, se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis.

### Características del vidrio

(Ver también estrategia 08 de Givoni, Protección solar, “los medios en la piel del hueco”).

Entre los factores y coeficientes que definen los tipos de vidrios, los más usuales son el Factor de Transmisión (FT), y la Transmitancia Térmica (U).

Si se busca un aumento de la captación, se favorecerá la entrada de radiación eligiendo un vidrio con un alto valor del Factor de Transmisión (FT), y se evitarán las pérdidas de calor, buscando un vidrio con bajo valor de la Transmitancia Térmica U.

También pueden utilizarse vidrios que eviten el efecto de recalentamiento en orientaciones o climas en que se necesiten adecuaciones al exceso de calor en el exterior.

Seleccionando los parámetros adecuados para las necesidades requeridas se puede controlar, con la elección del vidrio que los cumpla, la radiación solar, la iluminación natural, etc. que se tengan en el interior del recinto.

Los valores varían de unos fabricantes a otros, por lo que para una información más concreta, en los anexos finales, se adjunta una tabla con todos los valores particulares de diferentes tipos de vidrio y sus combinaciones.

En la tabla 14.6 se dan un abanico de valores de los principales factores que intervienen para diversos tipos de vidrios.

Se puede mejorar el comportamiento acústico de los vidrios dobles colocando espesores diferentes: 6+c+4, 6+c+5, 10+c+6; por ejemplo, de un vidrio 6+c+6 con 30 dBA, se podría pasar a 6+c+5 con 35 dBA sin tener variación en el comportamiento térmico ya que éste depende fundamentalmente de la cámara, y con ahorro de material y peso pasaría de 30 a 25 kg/m<sup>2</sup>. El tamaño de las ventanas captoras depende de varios factores: orientación, características del vidrio, etc., pero muy simplificada podría recomendarse, para un clima templado como el canario, que la superficie de ventana captora al sur, en relación a la superficie útil del local a calefactar se aproximase a los valores de la tabla 14.7.

Temp. media exterior enero	Superficie de ventana al Sur en % de superficie útil de local con vidrio sencillo	
	Zona A3	Zona B3
De +8°C a + 12°C	12%	16%
> +12°C	10%	14%

Tabla 14.7. Porcentaje de superficie de ventana al sur respecto a superficie útil del local (vidrio sencillo)

Escogiendo los valores más bajos en altitudes menores a 800 m (Zona A3 según nuevo Código Técnico) y los más altos en las altitudes superiores a 800 m (B3 según nuevo Código Técnico)

Estos valores son para ventanas con vidrio simple con un factor solar del 85% aproximadamente; si se colocasen vidrios dobles, de baja emisividad, etc., con factor solar más bajo, habría que aumentar el tamaño de la ventana según el % de disminución del factor solar del vidrio.

Transmitancia límite de huecos según CTE/HE-1										
Zona climática B3										
	Transmitancia límite de huecos ( $U_{Hlim}$ (W/m <sup>2</sup> K))				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
% Huecos	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
< 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
11 ≤ % ≤ 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	4,9 (5,7)	5,7	-	-	-	-	-	-
21 ≤ % ≤ 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	4,3 (4,7)	5,7	-	-	-	0,57	-	-
31 ≤ % ≤ 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
41 ≤ % ≤ 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
51 ≤ % ≤ 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Tabla 14.5. Transmitancia límite de huecos según CTE/HE1 para la zona climática B3

En los casos en que la transmitancia de muros sea inferior a 0,58 W/m<sup>2</sup> K, se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis.

Tipo de Vidrio	Espesor (mm)	Factores				U (W/m <sup>2</sup> k)	Atenuación acústica R (dBA)	Peso	Leyenda de Códigos:
		Transm. luminosa %	Transm. Energética %	Factor solar %					
Simple Normal	4	91	90	91	5,80	29	10	<p><b>e:</b> Espesor del vidrio en mm. La cámara se considera de 6, 8 y 12 mm.</p> <p><b>Tl:</b> Factor de Transmisión Luminosa (%). Relación del flujo luminoso transmitido respecto al flujo luminoso incidente.</p> <p><b>Te:</b> Factor de Transmisión Energética (%). Relación del flujo energético transmitido a través del vidrio respecto al flujo energético incidente.</p> <p><b>Fs:</b> Factor solar (%). Relación entre la energía total que entra en un local a través de un acristalamiento y la energía solar que incide sobre él.</p> <p><b>U:</b> Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>K)</p>	
	6	89	82	85	5,57	30	15		
	10	88	76	80	5,45	32	25		
Simple Absorbente	6	14-32	26-46	35-52	6,59	30	15		
Simple Reflectante	6	44-74	44-72	57-78	5,57	30	15		
Doble Normal	6+6+6	80	66	72	3,36	30	30		
	6+8+6	80	66	72	3,25	30	30		
	6+12+6	80	66	72	3,02	32	30		
Doble Absorbente	6+12+6	38-67	38-58	47-67	3,02	32	30		
Doble Reflectante	6+12+6	4-37	3-38	11-45	3,02	32	30		
	6+6+6	4-78	3-62	65	2,55	30	30		
Doble Baja Emisividad	6+8+6	4-78	3-62	65	2,20	30	30		
	6+12+6	4-78	3-62	65	1,74	32	30		

Tabla 14.6. Tabla comparativa de vidrios

Los datos proceden de documentación técnica proporcionada por diversos fabricantes.

La duplicidad de datos está en función de la combinación específica, así como del fabricante.

Fuente: "Criterios de Sostenibilidad para la Rehabilitación Privada de Viviendas en Madrid", M. de Luxán, M. Vázquez, R. Tendo, G. Gómez, E. Román y M. Barbero.

#### 4.1.2. SISTEMAS DE CAPTACIÓN INDIRECTOS

La radiación solar se aprovecha a través del comportamiento térmico de alguno o algunos de los elementos constructivos del edificio. En este caso el sistema captor coincide con los de acumulación y distribución.

La cantidad de radiación captada varía según parámetros cuantitativos (densidad, calor específico, número de capas y espesor de las mismas e inercia) y cualitativos (tipo de acabado y color del mismo y orden de las capas en relación con el flujo de calor) del material o materiales que constituyen cada elemento.

En Canarias no son necesarios, y si se usan debe ser con la precaución de no producir sobrecalentamientos en épocas de necesaria refrigeración (como el verano).

#### 4.1.3. SISTEMAS DE CAPTACIÓN INDEPENDIENTES

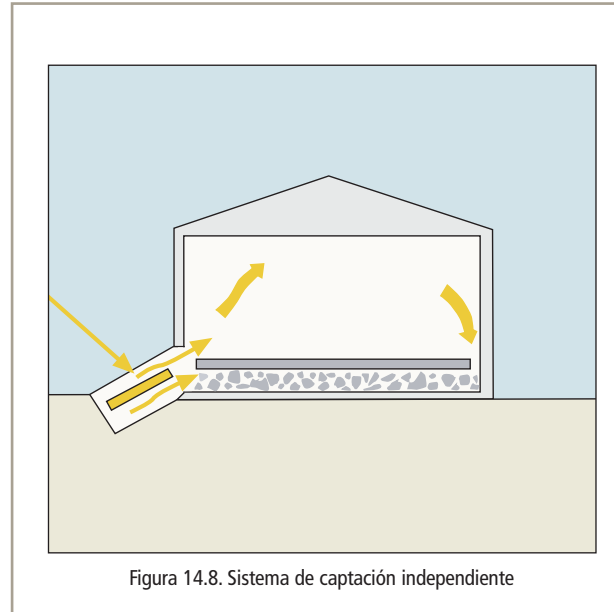
La radiación incide en elementos externos e independientes del recinto que se desea calefactar. La transferencia de calor se realiza a través de conductos. El rendimiento de estos sistemas puede mejorar con la aplicación de medios mecánicos de impulsión.

Termosifón. Sistema similar al indirecto por suelo que se verá en el apartado de sistemas de acumulación independiente, pero los elementos captadores y acumuladores están separados de la construcción y forman una unidad exenta (figura 14.8).

Caja solar-invernadero. Invernadero separado de los paramentos en contacto con el recinto. Se debe usar con precaución ya que tiene que poder protegerse de la radiación solar durante los meses más cálidos para evitar sobrecalentamientos.

#### 4.2. SISTEMAS DE ACUMULACIÓN

En el aprovechamiento pasivo la acumulación de calor se basa en las cualidades termofísicas de los materiales y se traduce en forma de calor latente y calor sensible. Existen más formas de acumulación de energía pero por la necesidad de utilizar aparatos de regulación y control se engloban dentro del capítulo correspondiente a la calefacción solar activa.



#### Calor latente

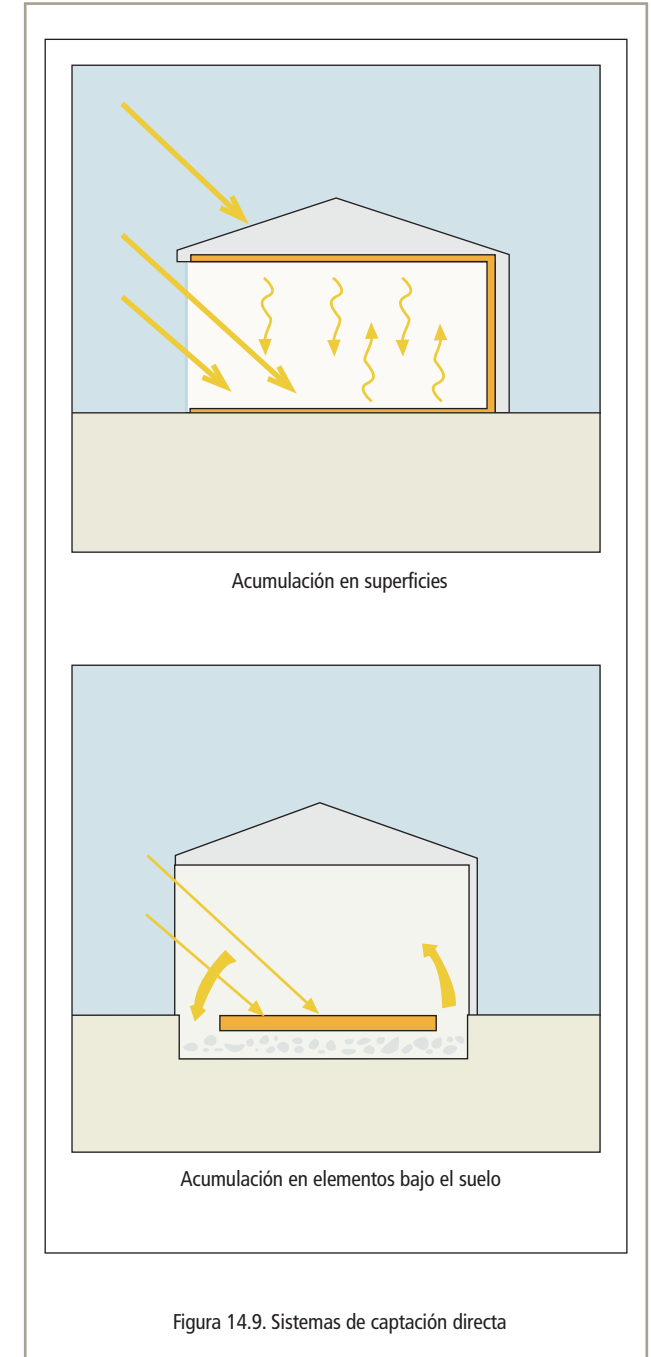
Es el calor que se aporta o se desprende al realizarse un cambio de estado de una sustancia.

En algún caso en particular se podría usar esta propiedad para la acumulación pasiva al no precisar de ningún mecanismo exterior, pero por lo general se usa en sistemas activos en los que la acumulación se realiza de forma centralizada dada la gran cantidad de calor absorbido y desprendido.

#### Calor sensible

Se basa en la inercia térmica de los materiales, acumulando y radiando el calor de una forma gradual por la simple diferencia de temperaturas y su tendencia natural a equilibrarse.

Cada material y/o combinación de materiales tiene modos propios de comportamiento ante el calor: capacidad de acumulación y propiedades emisoras. Por ello, la selección del material, la densidad y el espesor de los elementos permitirá el control por parte del diseñador de las horas y modos de funcionamiento del sistema.



Los materiales que suelen usarse para el almacenamiento del calor suelen ser agua, debido a su elevada capacidad calorífica, o elementos de fábrica de bastante espesor, debido a su masa térmica.

#### 4.2.1. ELEMENTOS DE ACUMULACIÓN DIRECTOS

Se corresponden con los sistemas de captación directa. La acumulación se realiza en la masa de los materiales con los que se construyen los recintos calefactados, paredes, suelos o techos.

Cuando interesa que la acumulación sea grande se debe tener en cuenta que los materiales que forman el elemento acumulador deben tener una elevada inercia térmica. Normalmente se utilizarán en los suelos o en las paredes que reciben directamente el soleamiento (figura 14.9).

Los elementos acumuladores se deben disponer donde mayores sean las variaciones de temperatura: superficies vidriadas (captoras), locales periféricos...

Se debe evitar la concentración puntual de la masa. Si se requieren ciclos cortos de oscilación, debe reducirse el espesor de los elementos. Estos aspectos no ocurren si la masa está formada por agua.

En este tipo de captación-acumulación hay que tener cuidado con los elementos como cortinas, alfombras, mobiliario de madera, superficies reflectantes, etc. porque al ser materiales aislantes no acumulan calor, por lo que un exceso de los mismos puede anular el efecto deseado y limitar el calentamiento al aire de la estancia, con el consecuente enfriamiento en el momento en que deja de haber radiación solar.

Los muros de cerramiento son un elemento idóneo para la acumulación dado su gran superficie aunque debería adoptarse una solución de muro en la que el material pesado se encontrase al interior y los ligeros y los aislamientos por el exterior sobre todo por las condiciones de verano.

#### 4.2.2. ELEMENTOS DE ACUMULACIÓN INDIRECTOS

En los sistemas de aporte de calor indirecto, los elementos captadores son a la vez elementos acumuladores y reguladores de la ener-

gía calorífica. En general se puede decir que, con mejor o peor funcionamiento, el conjunto de las superficies envolventes del edificio conforman un sistema de aporte indirecto de energía solar. Indudablemente hay ingenios que mejoran la captación y regulación formando elementos específicos, algunos de los cuales se citan al final de este apartado.

Los elementos de la piel externa del edificio interceptan la radiación exterior e impiden el paso directo de la misma y debido a su calor específico, acumulan el calor y lo transmiten al interior de forma gradual y retardada.

La onda calorífica incidente en la cara exterior del elemento, muro o cubierta, llega al interior con un retraso que se denomina "desfase" sufriendo una disminución de su amplitud denominada "amortiguamiento".

El estudio pormenorizado se realiza en función de la situación de cada elemento en el edificio: cubierta, fachada y terreno.

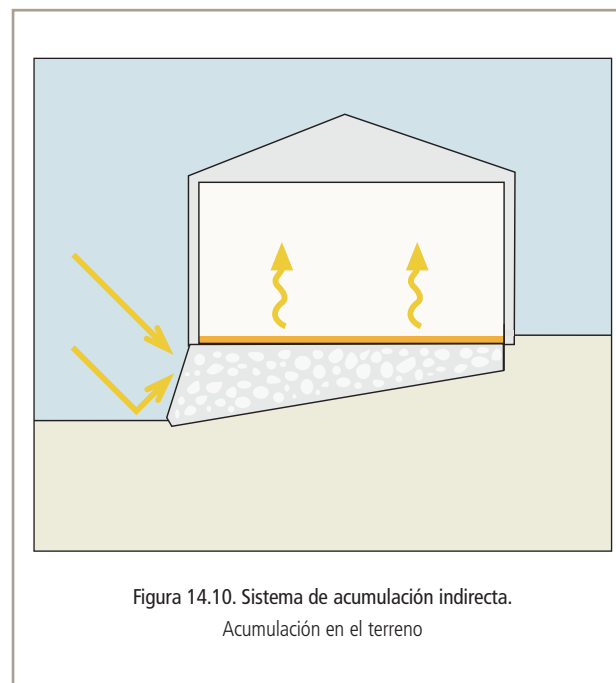


Figura 14.10. Sistema de acumulación indirecta.  
Acumulación en el terreno

#### Por el terreno

El depósito de calor es el terreno situado debajo de la edificación, pudiendo aprovechar un doble origen de la energía, la solar y la geotérmica, en función de la profundidad a la que situemos el elemento acumulador.

El terreno, se puede considerar como una masa infinita, que mantiene una temperatura bastante estable, a pesar de las oscilaciones térmicas del exterior, por lo que, en las zonas más frías sería obligatorio el aislamiento perimetral, para evitar pérdidas de calor hacia el terreno.

Pueden, sin embargo, hacerse ingenios para que el aporte de energía solar sea por el suelo.

El depósito acumulador de calor, bajo el forjado del piso de planta baja, está formado por un lecho de agua o materiales pétreos o la combinación de ambos que se aísla en las zonas de contacto con el terreno (figura 14.10).

La captación de energía solar, se realizaría por medio de una superficie adosada a la edificación, orientada al sol.

La cesión de calor se realiza por convección y por radiación, provocando la existencia de corrientes de aire calentado al hacerlo pasar por el lecho caliente.

Otro sistema de adecuación al medio, aunque en principio no interviene el calor solar, puede estimarse cuando la estancia se desarrolla total o parcialmente excavada en el terreno, o enterrada por acumulación de masas de tierra de gran espesor, con lo que se aprovecha la estabilidad térmica del subsuelo.

Son sistemas muy eficientes para situaciones climáticamente extremas.

El amortiguamiento de las oscilaciones térmicas va en función del espesor del terreno:

Día - noche	0,20 a 0,30 m
Varios días	0,80 a 2,00 m
Invierno - verano	6,00 a 12,00 m

Otros aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar este tipo de medidas son:

- Extremar las medidas en presencia de humedad (pueden aparecer humedades, mohos, en zonas húmedas sobre todo en épocas estivales).
- Cuando el clima exterior sea predominantemente confortable, no conviene la total excavación del edificio.
- Debe evitarse excavar en terrenos de arcillas expansivas, así como en laderas desprovistas de defensas ante la erosión.

#### Por la cubierta

Debido la inclinación solar de verano en la latitud canaria y que las estrategias a utilizar serán predominantemente de defensa de la radiación solar, en este manual se desaconseja la acumulación en los forjados de cubierta para evitar sobrecalentamientos, especialmente durante los meses más cálidos del verano.

#### Por las fachadas

Los sistemas de captación-acumulación indirecta en muros se pueden aumentar con determinados sistemas como son el muro invernadero y el muro Trombe basados ambos en la impermeabilidad del vidrio frente a la radiación de baja longitud de onda.

- Muro invernadero: La radiación penetra en un invernadero adosado a una pared del edificio en contacto con el recinto interior vividero que se pretende calefactar.
- Muro Trombe: La radiación es interceptada directamente tras una superficie colectora de vidrio por un muro de gran capacidad calorífica que forma parte del cerramiento del edificio.

Para el clima canario estos sistemas deben ser protegidos, sombreados exteriormente o desmontables en verano, ya que se producen sobrecalentamientos que hacen inconfortables los recintos que están bajo su influencia.

La capacidad de acumular calor de un material depende de su capacidad calorífica (efusividad) característica o coeficiente de acumulación térmica. Este valor es directamente proporcional al producto del calor específico, la conductividad térmica y la densidad aparente.

### 4.3. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Son variables y están en función del sistema de captación y acumulación adoptado. El calor captado y acumulado puede ser distribuido tanto a la totalidad de la superficie del propio recinto de captación (distribución directa) como a otros recintos (distribución indirecta).

#### 4.3.1. DISTRIBUCIÓN DIRECTA, SUPERFICIAL

El elemento acumulador transmite el calor por radiación y por convección.

La transmisión por radiación se produce por la diferencia de temperatura entre el elemento acumulador y el resto del recinto.

La transmisión por convección se produce al calentarse el aire en contacto con el elemento y provocarse la circulación por diferencia de presión en el recinto.

En ambos casos, la posición del elemento acumulador, tanto si se trata de un solo recinto como de varios, debe estar situado de tal modo que la distribución sea lo más homogénea posible, a fin de evitar zonas sobrecalentadas.

#### 4.3.2. DISTRIBUCIÓN INDIRECTA, POR CONDUCCIONES DE AIRE

Se trata de hacer circular el aire previamente por el interior del elemento acumulador, aumentando su temperatura, y favorecer después su circulación por los recintos a calentar, de modo que se produzca un movimiento de renovación del aire del interior (figura 14.11).

No es conveniente hacer recircular siempre el mismo aire del recinto, ya que se produciría un "viciado", o pérdida de calidad del aire interior. Por ello se debe aportar aire exterior, en proporción y con los sistemas de intercambio de calor adecuados, para aprovechar parte del aire de recirculación así como el calor del aire interior que se va a renovar.

Cualquiera de los sistemas completos que se dispongan en el edificio se obtendrán por la combinación de algunos de los elementos vistos en este apartado, combinación que rea-

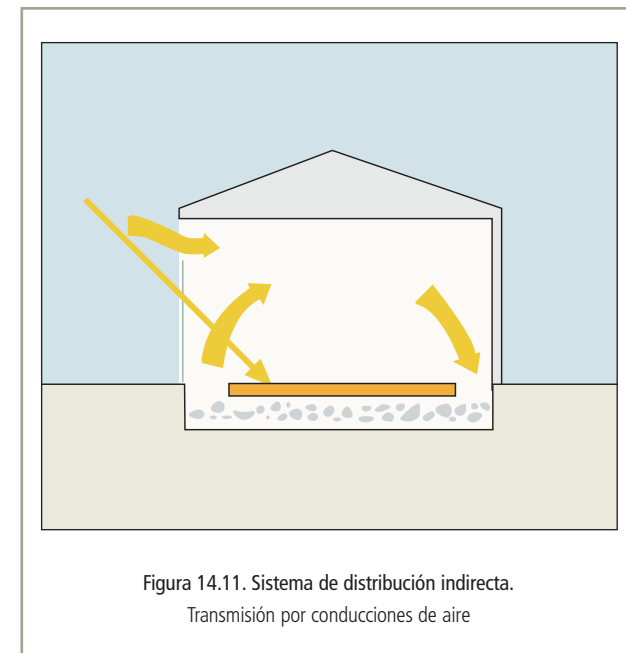


Figura 14.11. Sistema de distribución indirecta.  
Transmisión por conducciones de aire

lizará el diseñador del edificio según su criterio, aunque la recomendación es que deben ser sistemas de sencillo funcionamiento y construcción, así como de fácil mantenimiento, por no decir nulo, y deben estar integrados en el diseño global del edificio.

Para que este tipo de sistemas de aprovechamiento pasivo se puedan utilizar, es importante que existan grandes oscilaciones de temperaturas noche-día, así como tener un alto nivel de radiación solar, aspectos que en general se cumplen en toda Canarias.

Teniendo en cuenta que en Canarias existen climas calificados como benignos, la recomendación es no tender a cubrir las necesidades al 100% de todos los días y todas las horas, ya que la exageración dentro de una misma solución no mejorará el sistema, pudiendo provocar diferentes problemas:

- a) Riesgos de sobrecalentamiento en determinados períodos cercanos al confort.
- b) Aumento de costos iniciales.

Los sistemas de calefacción auxiliar de apoyo, a utilizar para cubrir los momentos más críticos, deben ser de poca inercia (paneles eléctricos, chimeneas), puesto que el edificio impone su propio ritmo.

La ventaja de los sistemas pasivos es la economía de su construcción siempre que sean tenidos en cuenta en el diseño del edificio, ya que pueden resolverse con materiales habituales en el mercado y de bajo coste.

A la hora del dimensionamiento de los elementos adoptados, hay que tener en cuenta su comportamiento durante la época estival, de tal modo que no se creen situaciones inconfortables, o aplicar, en su caso, las medidas de protección necesarias para ello.

## 5. CALEFACCIÓN POR APROVECHAMIENTO ACTIVO DE LA ENERGÍA SOLAR

El área definida como calefacción solar activa es la comprendida entre las temperaturas de 2,5°C y 8,5°C del diagrama de Givoni (figura 14.12).

Para corregir la situación interna de la edificación y llegar a las condiciones de confort es preciso un aporte de energía en forma de calor. Esta energía se obtiene del medio ambiente, pero ya no basta con sistemas pasivos, siendo necesario el uso de algún tipo de energía convencional para la alimentación de los mecanismos de apoyo (bombas, ventiladores, controles, motores,...) que aumentan y potencian la ganancia de calor.

Al igual que en la calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía solar, el aprovechamiento activo se basa en la captación, acumulación y distribución, haciendo hincapié en los mecanismos ajenos que aumentan el rendimiento.

Es fundamental el concepto de conservación. Sería inútil todo el proceso si se dejase escapar el calor que se consigue introducir en el espacio interior, o si se perdiera la posibilidad de usar ese calor cuando ha cesado la radiación solar (disipación). (Ver apartado correspondiente al aislamiento).

A la vista de los climogramas estudiados para Canarias, este sistema no sería necesario en un 80% de los casos.

- ① ZONA DE CONFORT
- ② ZONA DE CONFORT PERMISIBLE
- ③ CALEFACCIÓN POR GANANCIAS INTERNAS
- ④ CALEFACCIÓN SOLAR PASIVA
- ⑤ **CALEFACCIÓN SOLAR ACTIVA**
- ⑥ HUMIDIFICACIÓN
- ⑦ CALEFACCIÓN CONVENCIONAL
- ⑧ PROTECCIÓN SOLAR
- ⑨ REFRIGERACIÓN POR ALTA MASA TÉRMICA
- ⑩ ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN
- ⑪ REFRIGERACIÓN POR ALTA MASA TÉRMICA CON RENOVACIÓN NOCTURNA
- ⑫ REFRIGERACIÓN POR VENTILACIÓN NATURAL Y MECÁNICA
- ⑬ AIRE ACONDICIONADO
- ⑭ DESHUMIDIFICACIÓN CONVENCIONAL

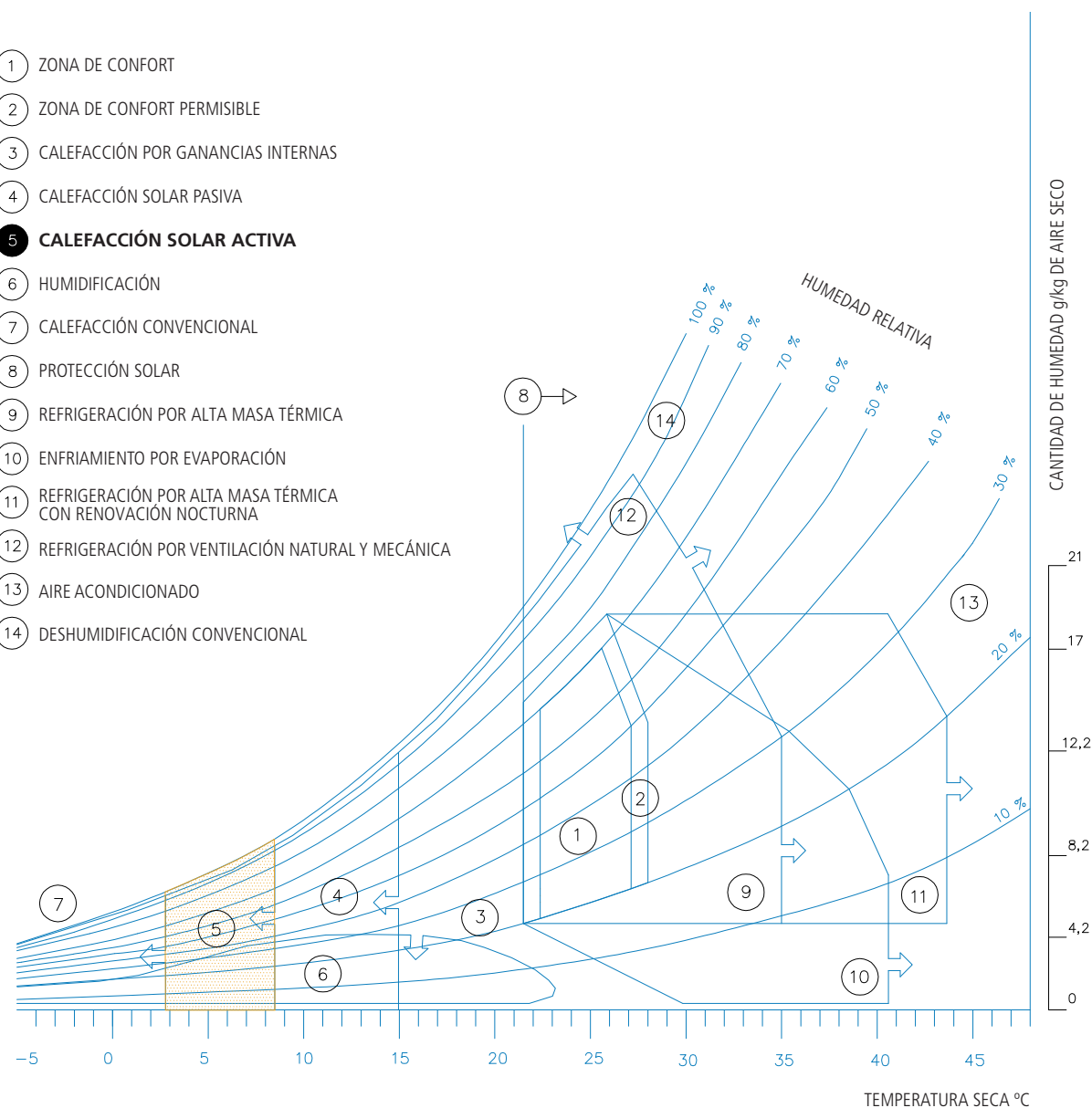


Figura 14.12. CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI (28° LATITUD NORTE)

## 5.1. SISTEMAS DE CAPTACIÓN

En el aprovechamiento activo de la energía solar los elementos captadores pueden ser mecanismos activos independientes de alto rendimiento o mecanismos que aumenten el rendimiento de la captación pasiva (figura 14.13).

### Mecanismos activos

Los elementos captadores activos de la radiación solar son en general de dos tipos, con fundamentos y usos diferentes.

En unos, la captación de la radiación se hace en forma de calor. Los captadores domésticos basados en este principio, lo hacen a través del calentamiento de un fluido que recorre un serpentín, bien por condiciones naturales, bien por impulsión. En las grandes centrales solares se usa la concentración de los rayos solares de un gran área por medio de reflectores. El calor así obtenido mueve una turbina para producción de energía.

Otro tipo de captadores solares recoge la energía solar en forma de energía eléctrica a través de módulos fotovoltaicos.

En los captadores domésticos se producen temperaturas no demasiado elevadas en los meses fríos con lo que suponen una solución para los sistemas de calefacción por baja temperatura. Existen captadores que consiguen temperaturas superiores, similares a los quemadores de la calefacción convencional. Es siempre recomendable la utilización de sistemas cerrados por la dureza del agua, que daña los mecanismos del sistema y redundaría en un mayor mantenimiento de los equipos.

### Mejora de la captación pasiva

Otro sistema activo consiste en la mejora de los sistemas de captación pasiva. Esto puede hacerse:

- Por medio de reflectores que concentren la radiación en las zonas deseadas.
- Por la automatización de movimientos de elementos aislantes o de cierre.
- Con el uso de espejos y reflectores controlados y accionados con mecanismos externos para evitar el efecto contrario.

## 5.2. SISTEMAS DE ACUMULACIÓN

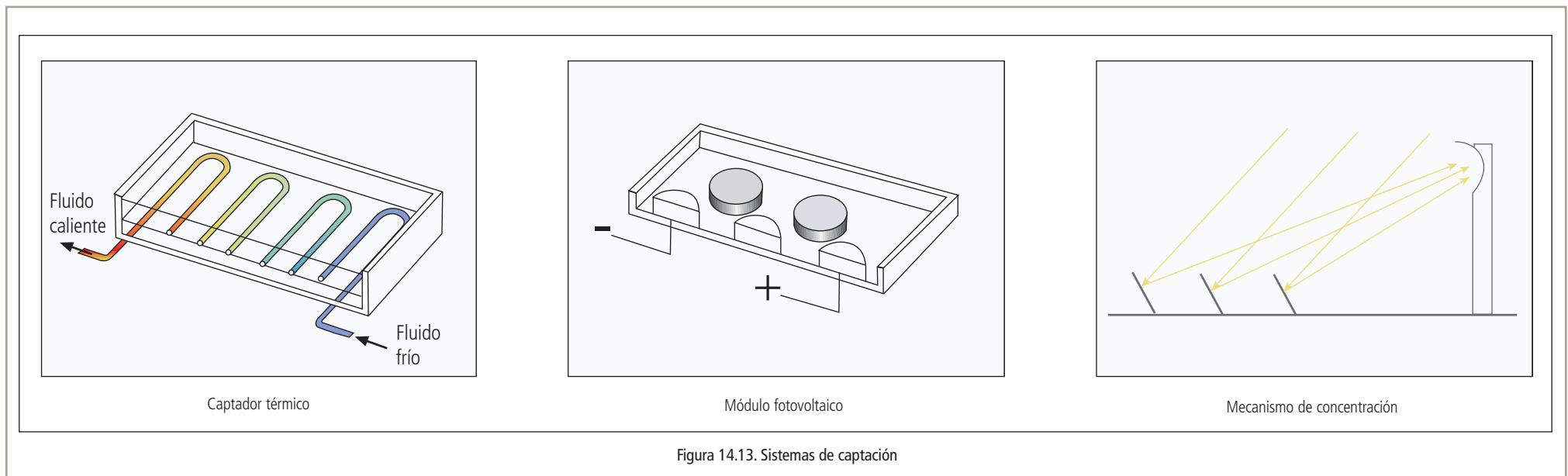
Mientras que el aprovechamiento pasivo directo e indirecto de la energía solar utiliza, para la acumulación del calor, la masa de los elementos del edificio (muros, fachadas, cubiertas, soleras,...), en el aprovechamiento activo la acumulación se realiza en "depósitos" localizados y centralizados.

### Energía eléctrica

De la energía solar se puede obtener electricidad por dos métodos: utilización de células fotovoltaicas, o producción de vapor de agua y una turbina.

En ambos casos es precisa la captación mediante un panel sofisticado con células fotovoltaicas o con reflectores y lentes que permitan la concentración de los rayos solares para elevar la temperatura del agua hasta la evaporación.

La electricidad obtenida se puede acumular como tal en baterías o se puede transformar en otras energías, teniendo en cuenta que cuantas más transformaciones se hagan y cuanto menor sea la cantidad de energía, menores serán los rendimientos.





### Energía potencial

La electricidad se emplea en elevar masa de agua a una determinada altura para su posterior uso.

### Energía química

La electricidad se usa para provocar la electrólisis del agua y obtener hidrógeno que puede guardarse para su posterior uso.

### Energía calorífica

La energía en forma de calor puede almacenarse aprovechando la capacidad calorífica de algunos materiales o por el calor latente de algunas sustancias cuando cambian de estado.

## 5.3. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

La distribución del calor desde el elemento de acumulación hasta las dependencias a calefactar debe adaptarse a las circulaciones de la casa y, en cualquier caso, no entorpecer la vida en la misma.

La forma mas cómoda para la distribución es mediante fluidos, siendo el agua y el aire los más cómodos y usuales por el fácil mantenimiento y sustitución (figura 14.14).

Para la circulación de estos fluidos se usan bombas en el caso del agua y ventiladores y extractores cuando se trata de aire.

Como ya se ha indicado, los captadores solares habituales no pueden alcanzar en el fluido de distribución temperaturas muy altas, por lo que son muy eficaces en los sistemas de calefacción de baja temperatura en cualquiera de sus formas:

- Por aire caliente.
- Por radiadores de zócalo.
- Por suelo radiante.

La distribución debe realizarse en el momento adecuado para evitar que se suministre calor cuando no haga falta, con posibles problemas de sobrecalentamiento.

Los sistemas de calefacción solar activa se pueden aplicar a una vivienda de diseño y construcción convencional, especialmente a las viviendas ya existentes.

Un perfecto aprovechamiento de la radiación solar se obtiene cuando se combinan los dos sistemas pasivo y activo de energía. El calor obtenido puede ser mayor y más controlado.

Aunque se está tratando específicamente de la construcción de la vivienda bioclimática, las medidas aquí descritas para obtención de agua caliente son aplicables a la producción de agua caliente sanitaria. La determinación de la superficie necesaria por usuario está en función del tipo de captador, la orientación, la latitud y las condiciones particulares de la zona.

En general podría decirse que en Canarias la mejor posición para equipos activos de captación solar sería con orientación al Sur (con una desviación posible de hasta 15° Este a 15° Oeste) y una inclinación de 28° + 10° con la horizontal para equipos que funcionen en invierno (calefacción) y una inclinación de 28° - 10° con la horizontal para equipos que deban funcionar todo el año (agua caliente sanitaria, fotovoltaica, etc.). En todo caso se recomienda consultar a los fabricantes e instaladores de los equipos que se vayan a instalar.

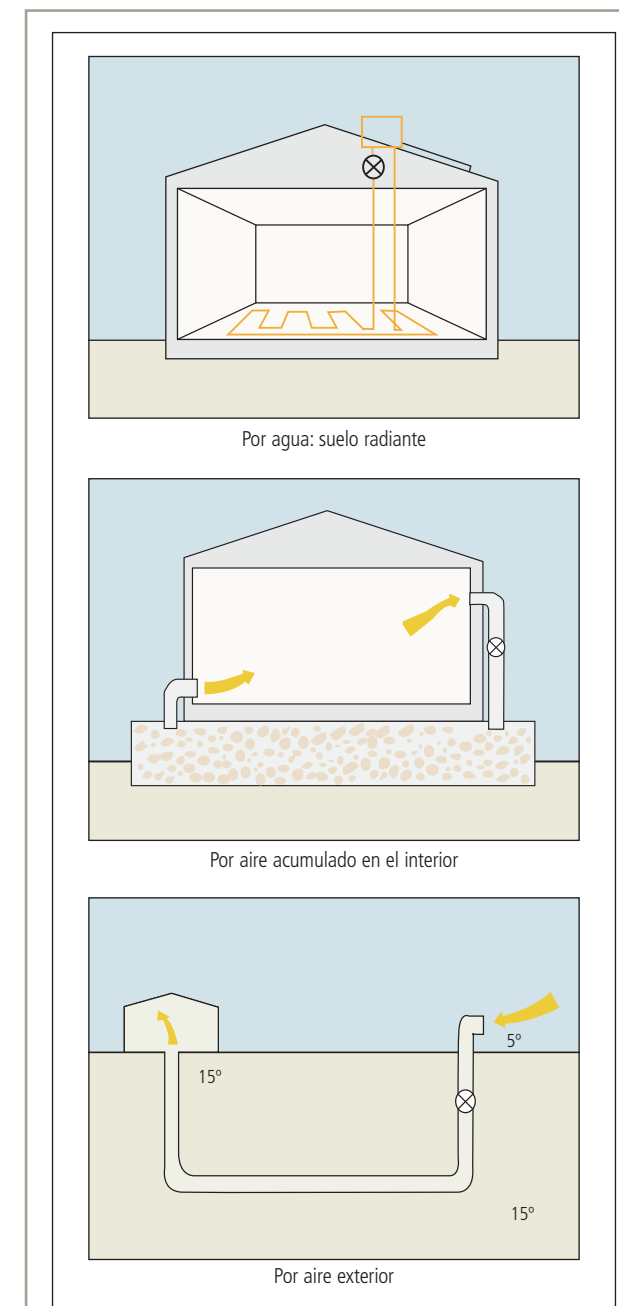


Figura 14.14. Sistemas de distribución



## REFERENCIA AL NUEVO CÓDIGO TÉCNICO

La Exigencia Básica HE 4 "Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria" sostiene que "en los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda total de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su ámbito territorial."

Según el propio CÓDIGO, Canarias se encuentra en la zona V, con una Radiación Solar Global Media Diaria Anual sobre Superficie Horizontal  $\geq H$  de 18 MJ/m<sup>2</sup> (5 kWh/m<sup>2</sup>), exigiéndosele una contribución solar mínima, tanto para energía de apoyo con efecto Joule como general (gas, propano...), de un 70% y para cualquier demanda de ACS.

Igualmente el CÓDIGO TÉCNICO afirma en su apartado 12, art. 2.1. de esta sección HE 4, que "se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10°.

En la Tabla 2.3. (Sección HE 4), se indican los porcentajes de pérdidas límite en función de la orientación e inclinación del sistema generador, y sombras.

El apartado 2 del artículo 3.3.1. establece que "en una instalación de energía solar, el rendimiento del captador, independientemente de la aplicación y la tecnología usada, debe ser siempre igual o superior al 40%. Adicionalmente se deberá cumplir que el rendimiento medio dentro del periodo del año en el que se utilice la instalación, deberá ser mayor del 20%".

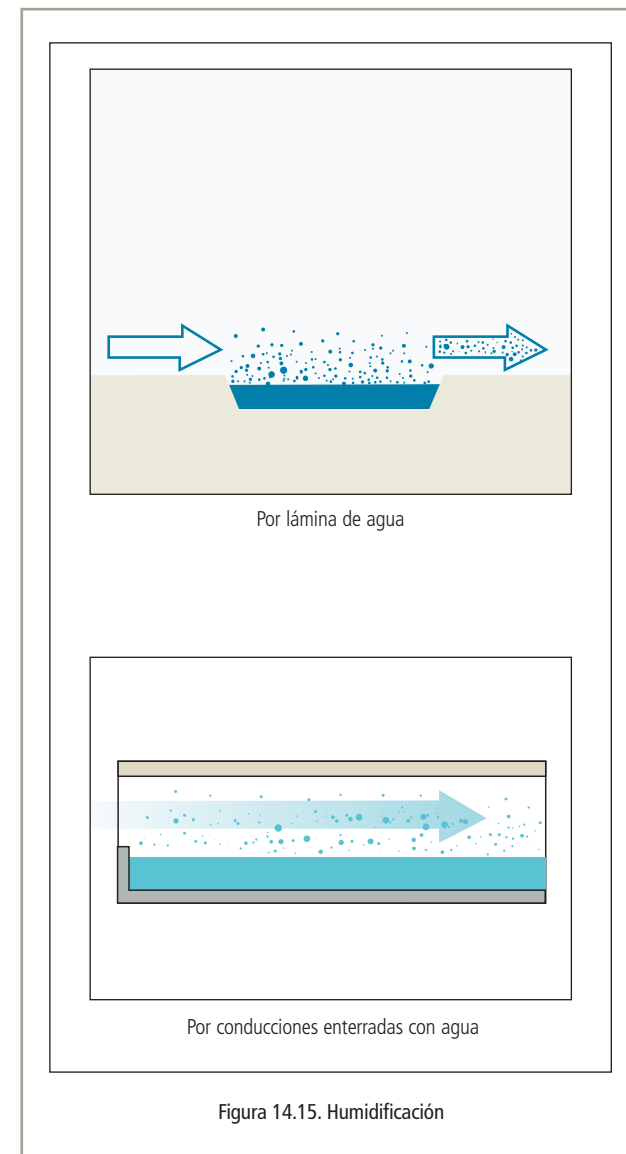
## 6. HUMIDIFICACIÓN

Esta zona del diagrama de Givoni comprende las situaciones con un grado de humedad relativa menor del 20%, siendo la temperatura menor de los 23°C, y entre los 5°C y los 13°C con un grado de humedad menor al 35% (figura 14.16). Se une en parte de esta zona el efecto de la falta de humedad con el del frío. Para alcanzar el confort se busca el aumento de la humedad relativa del interior del local, proceso que en general deberá ir acompañado por alguno de los sistemas de calefacción existentes.

El aporte de humedad se realiza introduciendo aire en el recinto, al cual se le hace pasar previamente por una superficie húmeda. Los sistemas pueden ser varios (figura 14.15):

- Láminas de agua, fuentes, estanques o surtidores, en el interior del recinto, o bien en la zona exterior de toma de aire.
- La introducción del aire a través de superficies de agua por tubos enterrados con un tercio de su altura llena de agua (combinación de humedad y equilibrio térmico).
- Paso del aire por filtros húmedos que serán los que aporten el grado de humedad.
- Presencia de vegetación, a ser posible frondosa y de hoja grande. Es fundamental la elección del tipo de vegetación a

colocar, sobre todo en el exterior, ya que debe ser lo más integrada posible, tanto en el paisaje, como en el clima de ubicación (se recomienda siempre el uso de especies autóctonas o de fácil aclimatación).



Para realizar el aporte de aire pueden utilizarse medios pasivos (tiro forzado, diferencias de presión, etc) o bien medios mecánicos activos.

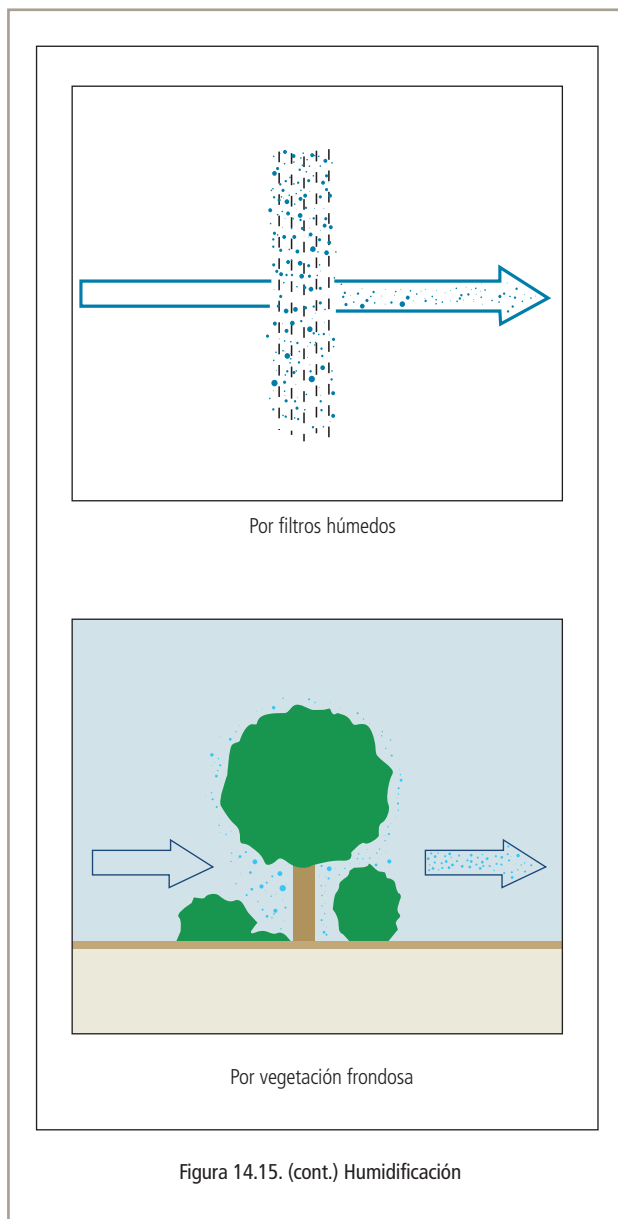


Figura 14.15. (cont.) Humidificación

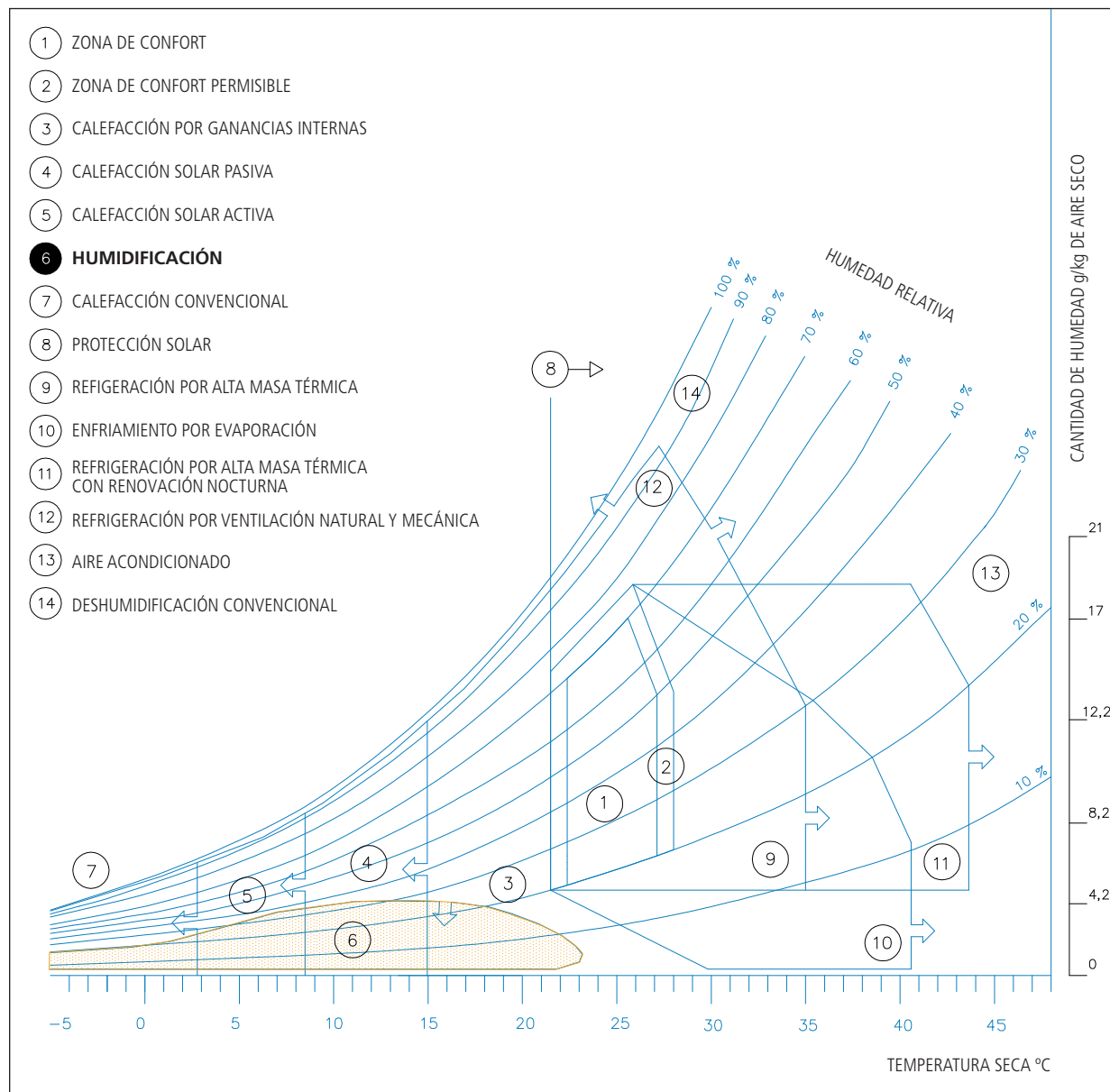


Figura 14.16. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

Este concepto siempre va en combinación con alguno de los sistemas de calefacción estudiados. Sólo en casos de temperaturas que oscilen entre 20°C y 23°C, y con humedades relativas inferiores al 15%, podría alcanzarse el confort con la única aportación de humedad, aunque para ese caso hay sistemas más convenientes de utilización.

En estos procesos el agua es un elemento fundamental, tanto en el caso de la humidificación del aire como en el de empleo de vegetación (riego). Podrá, pues, utilizarse en zonas donde no existan problemas de escasez y sequía, pues en caso contrario el sistema sería desaconsejable.

El inconveniente de estos procedimientos es el complicado control de la cantidad de humedad en el aire, ya que para ello se tendrían que utilizar sistemas automatizados con sensores y sistemas de aporte de humedad controlada, aunque hay que decir que nunca se debe llegar a aportes de humedad que hagan inconfortable el ambiente.

Por otro lado, existen aparatos humidificadores, algunos de ellos móviles, que además de humidificar, purifican el aire, al disponer de filtros que retienen las partículas en suspensión. Son aparatos que se englobarían dentro de los sistemas activos, ya que para su funcionamiento es necesario el consumo de energía eléctrica. Existen algunas versiones con alimentación continua de agua.

## 7. CALEFACCIÓN CONVENCIONAL

*En Canarias no se da esta situación en ninguno de los climogramas estudiados con las temperaturas medias*

El área correspondiente en el diagrama de Givoni denominada calefacción convencional, es la más extrema, y ocupa todas las situaciones con una temperatura inferior a 2,5°C (figura 14.17).

El aumento de temperatura necesario para alcanzar la sensación de confort, no puede producirse únicamente por medios bioclimáticos activos y pasivos, sino que hay que acudir a medios

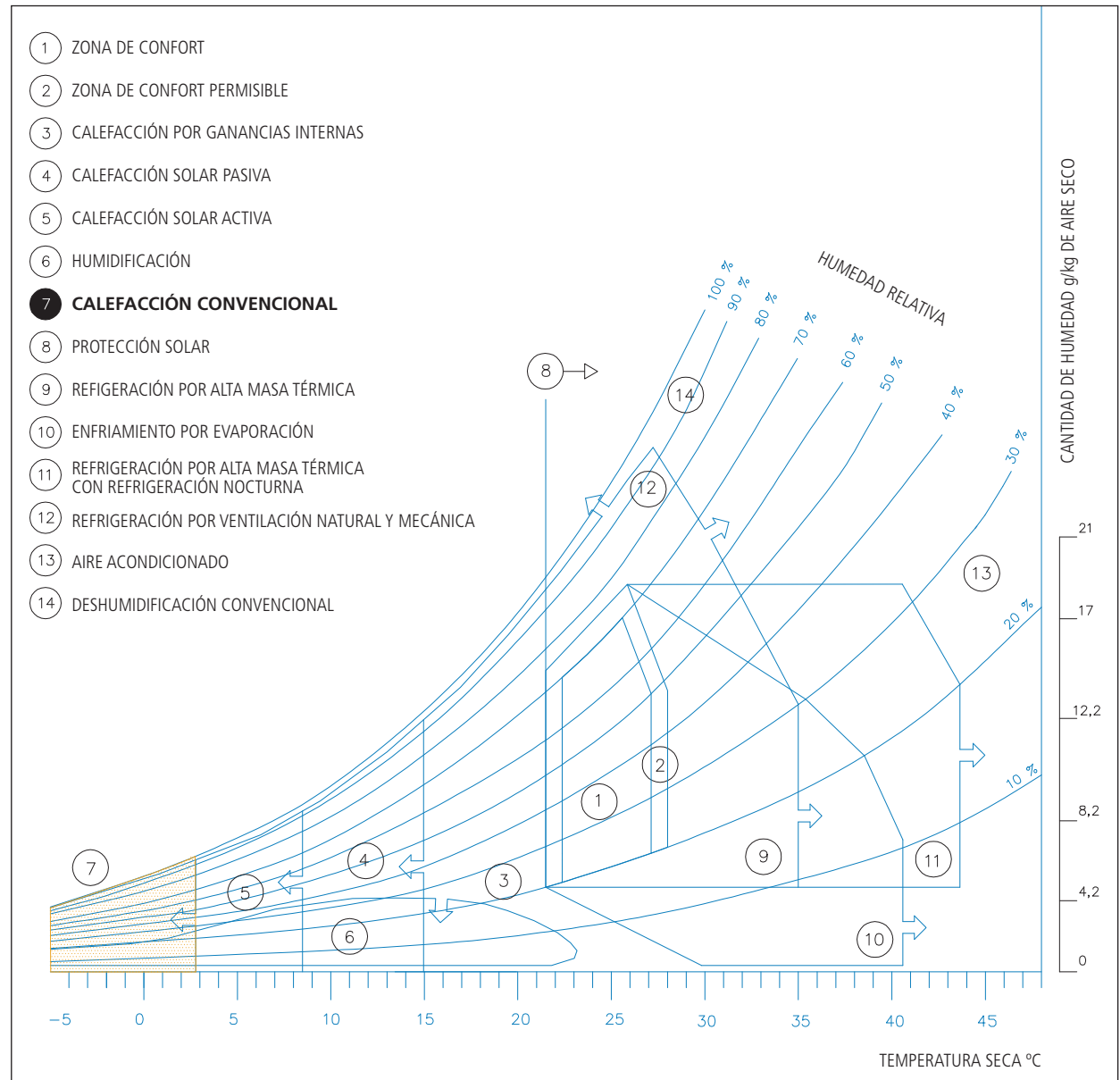


Figura 14.17. Carta bioclimática de Givoni (28° latitud Norte)

de calefacción convencionales, con producción de calor mediante el consumo de algún tipo de energía (carbón, gasóleo, gas, electricidad).

En cualquier caso, habrá que tener en cuenta que un adecuado diseño del edificio, una buena elección de los materiales para un buen aprovechamiento pasivo de la energía solar y los aportes de elementos de aprovechamiento activo, permiten que el uso de la calefacción convencional no sea con carácter prioritario, sino como sistema de apoyo. En cualquiera de los casos se consigue una importante reducción del consumo de energía, una simplificación de los sistemas o una reducción en su dimensionamiento.

Se pueden distinguir dos tipos de calefacción según sea la temperatura de salida del fluido de distribución, siendo necesario unos 90°C (alta temperatura) para sistemas de emisores con distribución bitubular o monotubular, o unos 40°C (baja temperatura) para sistemas radiantes, bien sea por suelos o techos.

Los sistemas de baja temperatura pueden entroncar con la calefacción solar activa, utilizando captadores solares como fuente de energía y apoyados, en caso necesario, por sistema convencionales.

Es importante tener en cuenta una serie de aspectos, a la hora de seleccionar el tipo de instalación a realizar y el combustible a utilizar.

#### Tipo de instalación

Los sistemas de distribución del calor, también convencionales, serán función del tipo de fluido que intervenga (agua, aceite, aire), de modo que sean necesarios o no, elementos intercambiadores de calor.

Se debe tener en cuenta no sólo el coste inicial de la propia instalación, sino también el coste de mantenimiento y la repercusión de las posibles averías, así como la posibilidad de instalaciones mixtas que cubran diferentes tipos de necesidades.

#### Tipo de combustible

Además de los costes de consumo, teniendo en cuenta los rendimientos de las instalaciones y el poder calorífico de los

combustibles, es de gran importancia el nivel de contaminación que produce cada producto en su combustión, así como las diferentes posibilidades de reciclaje (humos, combustible no consumido, etc.)

Un factor importante es la posición del elemento emisor dentro del recinto, ya que, como se puede observar en la figura 14.18, tiene gran influencia en el comportamiento de la temperatura interior; en dicha figura se estudian diversas posiciones de los elementos emisores, así como diversos sistemas de calefacción. Se analiza la distribución de temperaturas tanto en horizontal (a un nivel de 70 cm del nivel del suelo), como en vertical (en el centro de la habitación), para los casos de tener un buen aislamiento en el muro exterior, y en el caso de tenerlo mínimo.

En el caso de calefacción por suelo radiante, la elección del tipo de pavimento influye decisivamente en el rendimiento del sistema; como ejemplo, se puede observar en la tabla 14.8 la

emisión de una calefacción de suelo radiante con agua a 40° y con un paso o distancia entre tubos de la instalación variable entre 7,5 y 30 cm para una temperatura ambiente de 19°C, habitual para este tipo de instalaciones.

Es decir, que para conseguir unos 85 W/m<sup>2</sup> de emisión, la instalación por suelo que resulta necesaria para un pavimento cerámico o pétreo se incrementa en un 33% en el caso de pavimento de parquet y en un 300% en el caso de pavimento de moqueta.

Con la misma instalación y tomando como rendimiento el 100% de la emisión a través de un suelo cerámico, el uso de parquet lo reduce hasta el 80% y el de moqueta hasta el 40%.

Tipo de pavimento	Distancia cm Paso de tubo	Emisión W/m <sup>2</sup>
Cerámica	7,5	148
	15	122
	22,5	102
	30	86
Parquet madera	7,5	120
	15	102
	22,5	88
	30	75
Moqueta	7,5	85
	15	76
	22,5	68
	30	59

Tabla 14.8. Emisión del suelo en W/m<sup>2</sup>

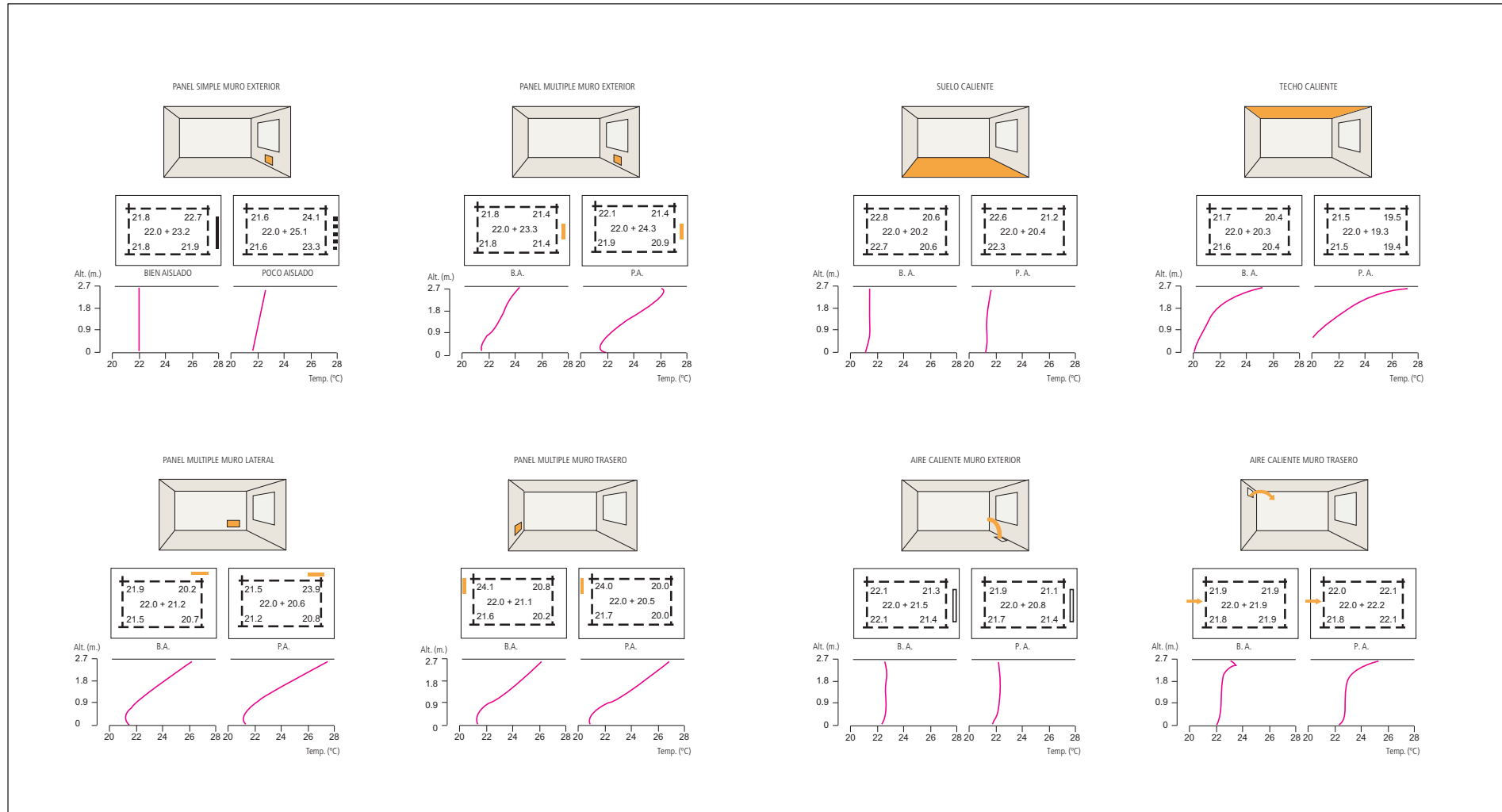


Figura 14.18. Comportamiento de la temperatura interior en función de la ubicación y tipología del elemento emisor y del aislamiento

## 8. PROTECCIÓN SOLAR

La protección solar, según el Diagrama de Givoni adaptado al clima canario, es considerada necesaria a partir de los 21,5°C, debiéndose combinar con las demás estrategias que correspondan (figura 14.19). La misión de estos sistemas es evitar la incidencia de la radiación solar directa en la piel del edificio, bien en los huecos captore o de iluminación o ventilación, bien en cualquier tipo de cerramiento; es decir, estos sistemas funcionan como apantallamientos para interceptar dichas radiaciones.

Estos sistemas de protección solar son de gran utilidad en Canarias debido a la gran cantidad de radiación que existe durante el verano, siendo imprescindible en muchas ocasiones la adopción de alguna de las medidas que se exponen a continuación.

La intercepción de la energía se produce en el lugar adecuado, es decir, antes de su incidencia en el edificio. Así, la radiación obstruida es reflejada o absorbida y puede disiparse en el aire exterior.

La eficiencia de estos medios es indiscutible, con un buen diseño se pueden garantizar sus prestaciones en épocas cálidas, permitiendo la captación de radiación en la época que sean necesarias.

El parámetro con el que se indica el grado de eficacia es el coeficiente de sombra. Cuanto mayor sea este valor, menor será la eficacia del sistema, ya que la cantidad de radiación en el interior será mayor (en la tabla 14.24 se muestran los sistemas más habituales, obtenidos del libro "Design with Climate" de Olgyay and Olgyay).

Un sistema efectivo está subordinado a múltiples factores: al sol, a la cantidad de radiación o a su ángulo de incidencia. Estos factores están acordes a la orientación, latitud y posición geográfica en la que se encuentre el edificio, lo que implica la imposibilidad de la estandarización, teniendo que diseñar la protección solar específicamente para el lugar de aplicación.

Existen unas tipologías básicas que, adaptándolas y combinándolas, darán la protección ideal para cada lugar. La elección del sistema y sus posibles combinaciones son atribuciones del diseñador.

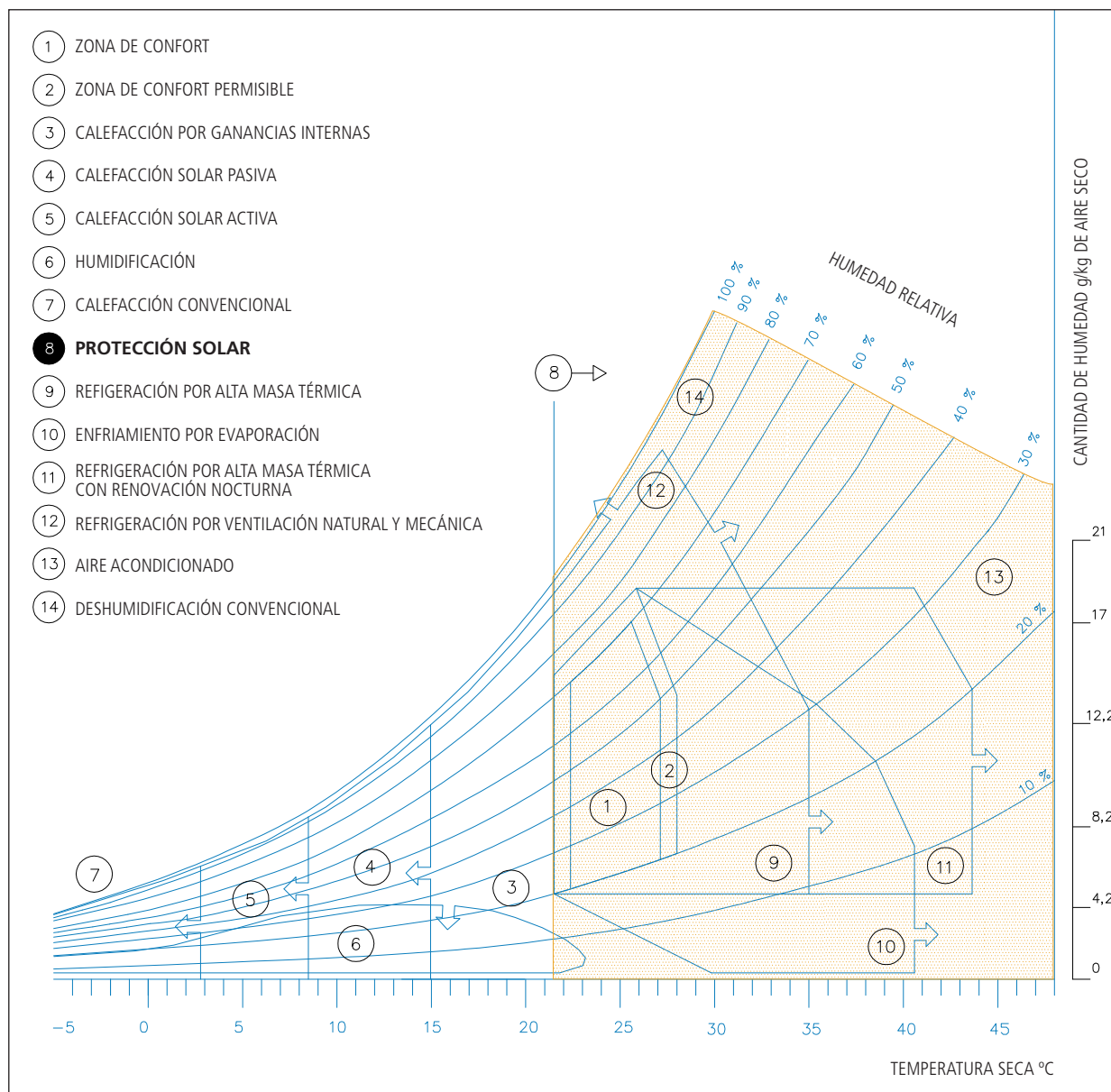
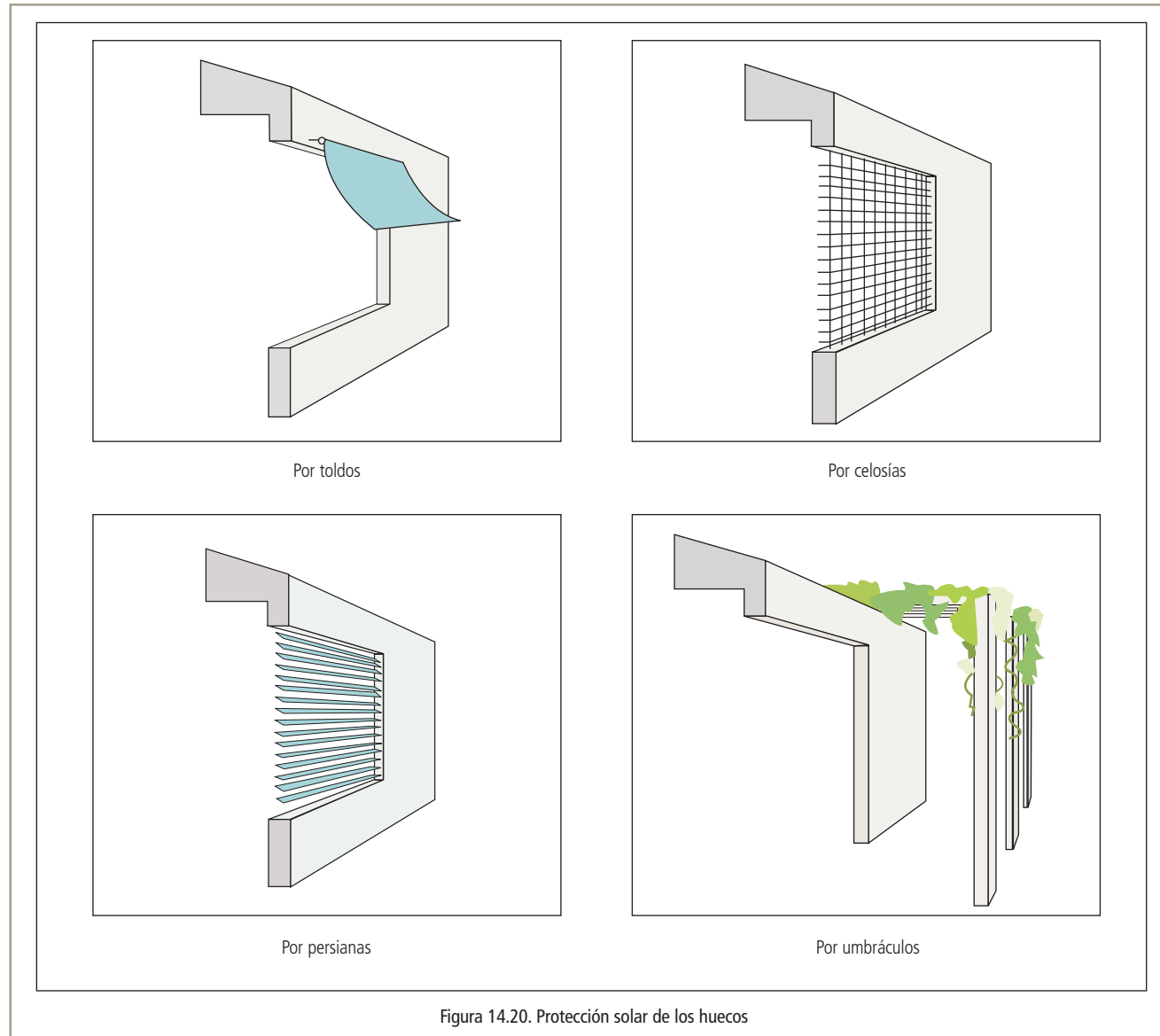


Figura 14.19. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

La protección puede darse en los huecos, limitando la cantidad de radiación que los atraviesa o también pueden montarse protegiendo los cerramientos, disminuyendo la temperatura sol-air de los mismos.

## 8.1. PROTECCIONES DE LOS HUECOS

Los sistemas pueden estar ubicados en el exterior del plano de la fachada, en el interior o en la propia piel del hueco (figura 14.20).



### 8.1.1. Elementos exteriores

Los principales se pueden agrupar de la siguiente manera:

#### Estores exteriores

Las persianas venecianas, compuestas por lamas de aluminio, presenta mayores posibilidades como interceptoras de los rayos solares, produciendo sombra, además de los diferentes grados de intimidad y ventajas visuales.

El empleo de toldos es estimado, por algunos, como de gran eficacia, aunque se deben guardar ciertas precauciones: engrasar periódicamente los mecanismos, proteger el toldo enrollado, etc. La duración de los toldos se prolonga con el uso de materiales imputrefactibles.

Con respecto a los toldos hay que tener en cuenta que un toldo de plástico de color claro puede actuar como un vidrio dando lugar a un cierto efecto invernadero. Asimismo, se debe dejar una ranura con el paramento para permitir la ascensión del aire caliente.

#### Persianas enrollables y celosías

Pueden estar compuestas por láminas de aluminio, acero, plástico, madera, etc., y adoptar distintas soluciones: persianas enrollables, proyectables, con láminas orientables, etc.

Su eficacia térmica es función de su inercia térmica, de su poder reflector y de su separación de la fachada.

Las persianas proyectables proporcionan mejores resultados que las que quedan en el plano de la fachada, al aumentar el factor refrigerante.

#### Umbráculos

Son espacios anexos a la edificación, con un acceso de la radiación solar controlado. Suelen estar formados por estructuras ligeras no excesivamente cerradas (pérgolas), a las que se les puede combinar con vegetación de hoja caduca, para permitir la entrada de radiación solar en invierno (emparrados, etc.).

Aunque están integrados en este apartado de la protección de huecos, pues en general anteceden a alguno de ellos, pueden también proteger muros e incluso formar espacios intermedios



sombreados entre las condiciones exteriores y el espacio interior en función de su tamaño y su disposición, facilitando el control del confort humano.

### "Brise-soleil" o parasoles

Bajo esta denominación se comprenden todos aquellos dispositivos arquitectónicos, fijos o móviles, exteriores al plano de la fachada y susceptibles de dar sombra a toda o parte de la misma (figura 14.21).

Los materiales constitutivos pueden ser muy variados: hormigón, madera, aluminio, vidrios de seguridad y, en general, cualquier materia rígida con un mínimo de estabilidad ante la variación de temperaturas.

Su eficacia es función de su débil inercia térmica, de su alto poder reflector y de su forma y dimensiones, que estarán determinadas por la exposición de la fachada, la latitud, la superficie y la orientación de los elementos a proteger.

En las fachadas con orientación sur, estos medios podrán ser horizontales o verticales. En las este-oeste, la disposición deberá ser obligatoriamente vertical, al ser el ángulo de incidencia casi perpendicular al plano.

Los "brise-soleil" horizontales pueden ser fijos o móviles, pero los verticales serán preferentemente móviles y orientables, a fin de no perder parte de su eficacia en ciertas horas del día.

Los sistemas móviles están compuestos por láminas opacas, o al menos translúcidas, cuyo eje de giro permite su regulación conforme al ángulo de incidencia de los rayos solares, impidiendo su paso, así como el de los reflejados. Como orientación se puede decir que las láminas deben tener una anchura igual a 1,5 "L", siendo "L" el espacio existente entre dos láminas.

La realización de parasoles fijos suele ser más complicada, pues para mantener su funcionamiento durante un período de tiempo, se obtienen grandes dimensiones que pueden resultar excesivas por exigencias derivadas de la orientación del edificio.

Las formas y combinaciones que pueden adoptar estos sistemas pueden llegar a ser infinitas.

El tamaño exacto de las diferentes protecciones deberá determinarse por medio de las cartas solares de modo que, según las necesidades de cada lugar en los momentos en que haya que sombrear, se conozca el ángulo de incidencia de los rayos del sol en cada época determinada para poder definir los tiempos de funcionamiento del sistema y, sobre todo, para no sombrear los huecos captorees en períodos en los que se necesita radiación, pues no siempre es posible conseguir radiación solar y sí sombrear con elementos móviles.

### Vegetación

Interponer elementos arbóreos delante del hueco, en edificios de relativa altura, da resultados generalmente muy positivos, dependiendo tanto del tipo de árbol, como de su desarrollo biológico particular (figura 14.22); las recomendaciones para su utilización serían: árboles de hoja caduca para orientaciones, E, SE, S, SO y O; emparrados caducos horizontales a Sur, y cortinas vegetales o trepadoras a E, O y N. Obviamente este sistema puede intervenir tanto en la protección de huecos como en la de los cerramientos creando espacios en sombra.

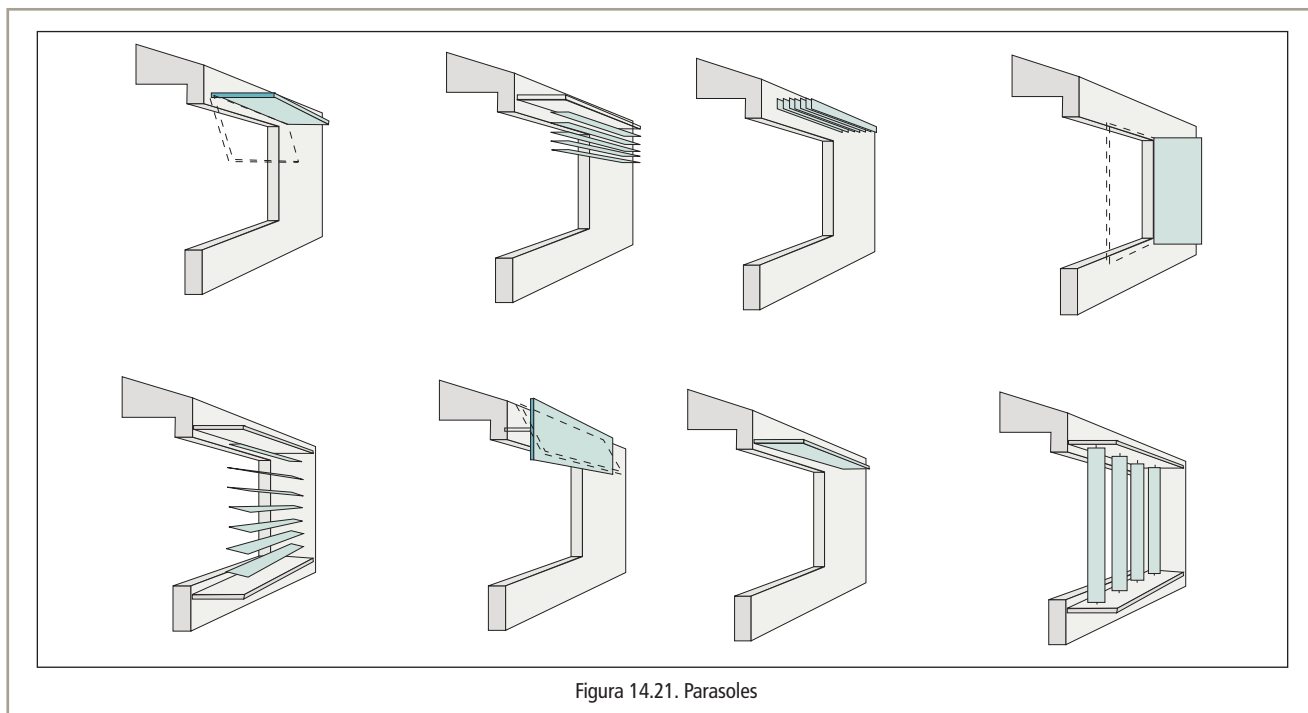


Figura 14.21. Parasoles

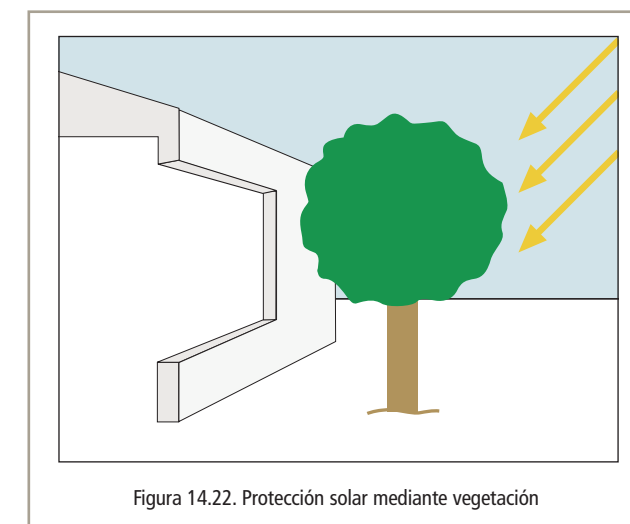


Figura 14.22. Protección solar mediante vegetación



### 8.1.2. Elementos interiores

También se podrían utilizar estores y persianas, pero está demostrado experimentalmente que todos los dispositivos interiores transmiten un porcentaje importante de las calorías recibidas y que varía de un 60% a un 80%, según la distancia a que se encuentren del hueco acristalado, por lo que nunca se deben utilizar como elementos únicos, debiéndose combinar con algún otro sistema de los analizados en este apartado para evitar el efecto invernadero del sol una vez que atraviesa el cristal.

### 8.1.3. Los medios en la piel del hueco

Serán, principalmente, tratamientos especiales de fabricación o adosamiento de algún elemento, siempre sobre un vidrio soporte. Un factor a tener en cuenta es la reducción del factor de transmisión luminosa (TL), lo cual implica una reducción de la luz en el interior del recinto (figura 14.23).

#### Vidrios con tratamientos especiales

Las diferentes opciones, con el fin de alterar voluntariamente las características espectro-fotométricas del vidrio, surgen partiendo del vidrio más convencional, mediante el efecto de alguna de las actuaciones siguientes:

- Modificaciones en su composición.
- Transformaciones en su superficie.
- Asociación con otros productos.
- Combinación de varias acciones o productos.

Se agrupan principalmente en vidrios absorbentes, vidrios reflectantes, vidrios de baja emisividad, y vidrios selectivos con los espectros de radiación.

#### Vidrios absorbentes

Su función principal es limitar la cantidad de ganancias solares a través del hueco, mediante la variación del factor de absorción energética (AE).

Cuanto mayor sea el valor de este parámetro, menor será la cantidad de energía que atraviese el elemento. Hay que indicar que no toda la energía absorbida es eliminada hacia el exterior;

existe un porcentaje que es remitido hacia el interior y que va en función principalmente de la temperatura de cada cara del vidrio.

La modificación de este valor se obtiene coloreando la masa de un vidrio base, tipo Planilux, con óxidos metálicos que, en función de su poder absorbente, obtiene los diferentes grados de absorción.

Con este tipo de modificaciones se puede llegar a obtener vidrios que, manteniendo un valor de transmisión luminosa (TL) relativamente alto (60%), posean un valor bajo (30%) de la transmisión energética (TE), actuando fundamentalmente en la absorción de la banda infrarroja de la radiación solar.

Estos vidrios pueden utilizarse como sustrato para otras modificaciones, como tratamientos superficiales, adhesión de láminas, o bien formar parte de acristalamientos dobles aislantes.

La energía solar absorbida por estos vidrios puede provocar la rotura de los mismos por el choque térmico, para evitar este extremo se deben refrigerar los vidrios o someterlos a un tratamiento de aumento de resistencia.

#### Vidrios reflectantes

Su misión principal es la reducción de la radiación incidente aumentando el factor de reflexión, tanto de la energía térmica (RE) como de la lumínica (RL).

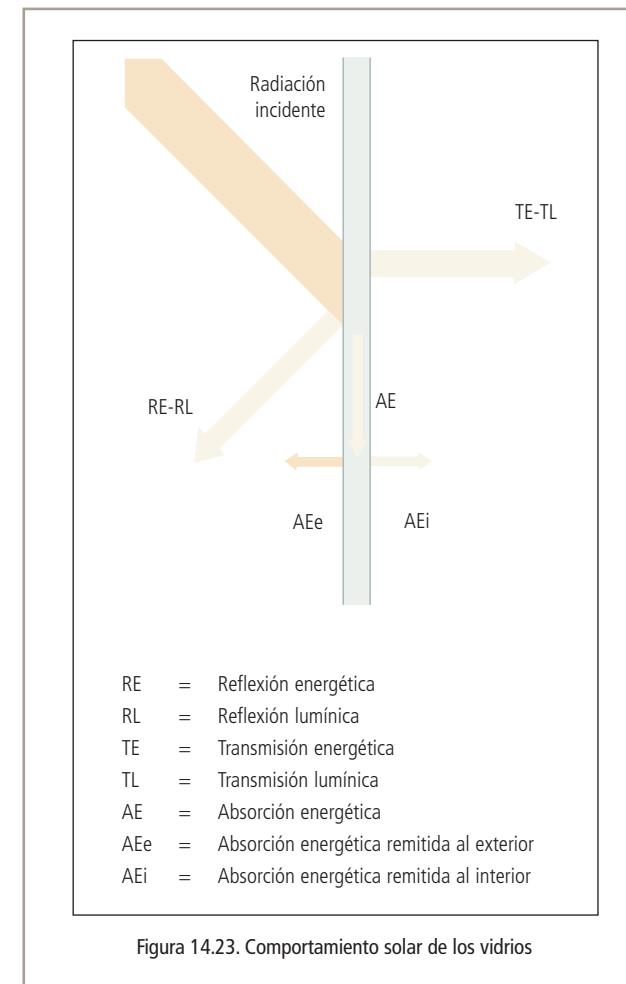
Se obtienen por medio de diferentes tratamientos superficiales de una de las caras de la lámina de vidrio. Los resultados obtenidos dependen del tipo de vidrio base, del material que conforma la capa y del proceso seguido para su fabricación.

Su funcionamiento es variable según sea la posición de la cara en la cual se ha aplicado el tratamiento.

Pueden ser utilizados como vidrios monolíticos o bien en acristalamientos dobles: en ambos casos, la cara tratada se dispondrá en el exterior, obteniéndose así el funcionamiento deseado.

La cantidad de luz que penetra está en función de los valores del factor de transmisión luminosa (TL), eliminándose en todo caso el efecto de deslumbramiento.

La aplicación de estos vidrios no varía el valor del coeficiente de transmisión de calor, K, del elemento base, no influyendo por tanto en el aislamiento del edificio. Si la cara tratada está



colocada hacia el interior, permitirá la reflexión del calor interior del recinto, evitando pérdidas, y además se producirá el efecto, desde el interior, de ver sin ser visto.

Con estos tratamientos se consigue una elevada gama de colores y variantes en los parámetros solares (reflexiones, transmisión luminosa, etc...).

#### Vidrios de baja emisividad

Son vidrios tratados en una de sus caras con capas de precipitaciones metálicas, que constituyen una barrera capaz de blo-

quear buena parte de la radiación calorífica de un edificio (infrarrojos de larga longitud de onda), reenviándola hacia el interior y evitando la pérdida calorífica.

Por otro lado, permite el paso de la radiación solar, visible e infrarroja de corta longitud de onda, con las ganancias térmicas que ello conlleva.

La función principal de estos vidrios es la de limitar las pérdidas térmicas y, por ello, se utiliza siempre como componente de un acristalamiento aislante.

El factor de transmisión luminosa es similar a la de la luna base, por lo que la transparencia es una de sus características, aspecto muy apreciable en el caso de viviendas.

El factor solar de estos productos es relativamente alto, lo que favorece la posibilidad de aportes exteriores.

Estas características, junto al bajo coeficiente K del conjunto (alrededor de la mitad de un acristalamiento doble normal), convierten a este material en opción factible en el campo de la arquitectura.

La localización recomendable de estos elementos es en aquellas orientaciones en las cuales interesa preferentemente un mejor aislamiento que controlar el acceso de los aportes solares (norte) ya que en zonas de aportes interesantes (sur) interesa más que las ganancias sean lo mayor posible.

#### Vidrios selectivos con los espectros de radiación

Son aquellos que dejan pasar un determinado espectro de radiación, bloqueando el resto. Reducen las ganancias de calor, teniendo un gran nivel de iluminación natural.

Las propiedades de estos vidrios pueden ser alteradas, bien a voluntad (acristalamientos electrocomandados), bien como respuesta a las condiciones exteriores (acristalamientos inteligentes). Son el objetivo de las investigaciones más recientes.

Varios son los métodos: termocrómicos, fotocromáticos, electrocromáticos, con cristales líquidos, con películas holográficas.

- **Vidrios termocrómicos.** Son vidrios con ciertas capas que cambian sus propiedades ópticas por la acción del calor.
- **Vidrios fotocromáticos.** Los vidrios que contienen agentes fotocromáticos cambian su transmisión luminosa (oscurecimiento), por el efecto de la irradiación. Este efecto es reversible

volviendo a su estado anterior cuando desaparece el estímulo. Actualmente tienen un elevado coste.

- **Vidrios electrocromáticos.** Las propiedades ópticas son variadas a voluntad por el efecto de un potencial eléctrico. El tiempo de reacción es muy pequeño (segundos), cambiando la transmisión luminosa desde un 80% (máx) hasta un 5% (mín) de la luz incidente. La reacción es reversible, mediante la aplicación de un potencial eléctrico de sentido contrario al inicial. Está en desarrollo de investigación.

#### Vidrios con cristales líquidos

Los cristales líquidos son estados intermedios entre la fase líquida y la sólida que presentan ciertos compuestos orgánicos. Poseen varias arquitecturas moleculares variables, una fase con orden orientacional (fase "Nemática") y otro con torsión (fase "Colestérica"). Estos dos estados presentan una transmisión luminosa diferente.

La aplicación de un campo eléctrico, bajo cierta frecuencia e intensidad, puede hacer girar dichas moléculas y cambiar el espectro de transmisión (color) o solamente la difusión de la luz (transparencia u opacidad). Este cambio es totalmente reversible. Una aplicación en el mercado es el "PRIVALITE".

- **Vidrios con películas holográficas.** Son vidrios estratificados que, además del intercalado de unión (PVB), llevan en su interior un film fotográfico sobre el que se han impresionado ondas coherentes, producidas por una radiación monocromática láser, provenientes de diferentes direcciones.

Esta estructura de capas interferenciales puede reflejar determinadas longitudes de onda y permitir el paso de otras en función del ángulo de incidencia. Una de sus aplicaciones puede ser la obtención de capas filtrantes selectivas que reflejen la banda infrarroja y transmitan la visible sin dispersión cromática. También podría dar lugar a acristalamientos de colores cambiantes en función de la incidencia de la luz. Está en fase de investigación.

#### Elementos adosados al vidrio

Consiste en adosar una lámina exterior, combinación de políester y metales, adherida mediante adhesivo o proyectada (lacas).

Actúan de dos formas, por absorción, de parte de la radiación tanto energética como lumínica, o por reflexión, de la radiación infrarroja y de la lumínica.

El principal inconveniente de estos productos es el desconocimiento de su comportamiento ante el paso del tiempo (envejecimiento), tanto de la propia lámina como de los adhesivos utilizados para su colocación, al ser un producto de reciente implantación y no poder ratificar en la práctica los resultados de laboratorio.

Por otro lado, al ser un material de rápida y sencilla instalación, y sin mantenimiento, se convierte en una protección económica y adaptable a cualquier tipo de edificio.

Poseen gran variedad de colores: plata, humo, oro, bronce, verde, ámbar.

## 8.2. PROTECCIONES DE LOS CERRAMIENTOS

La disminución de la temperatura de la superficie exterior del cerramiento tiene una gran influencia en la distribución interior de temperaturas. Este efecto de disminución de temperatura puede conseguirse, bien aumentando las cualidades de reflexión del paramento por medio de colores claros, revestimientos reflectantes, etc., o bien mediante algunos de los sistemas ya vistos para los huecos, que interceptan la radiación solar antes de incidir sobre el muro (parasoles, umbráculos, vegetación, etc).

En la tabla 14.9 se pueden observar los diferentes porcentajes de absorción de la radiación incidente en diferentes tipos de superficies.

Tipo de superficie	% Absorción
Reflectantes	0,20
Rugosas de color blanco	0,25-0,40
Amarillo al amarillo oscuro	0,40-0,50
Verde, rojo y marrón	0,50-0,70
Marrón oscuro al azul	0,70-0,80
Azul oscuro al negro	0,80-0,90

Datos obtenidos de "El libro de la energía solar pasiva" de Edward Mazria

Tabla 14.9. Tabla de absorción según tipo de superficie

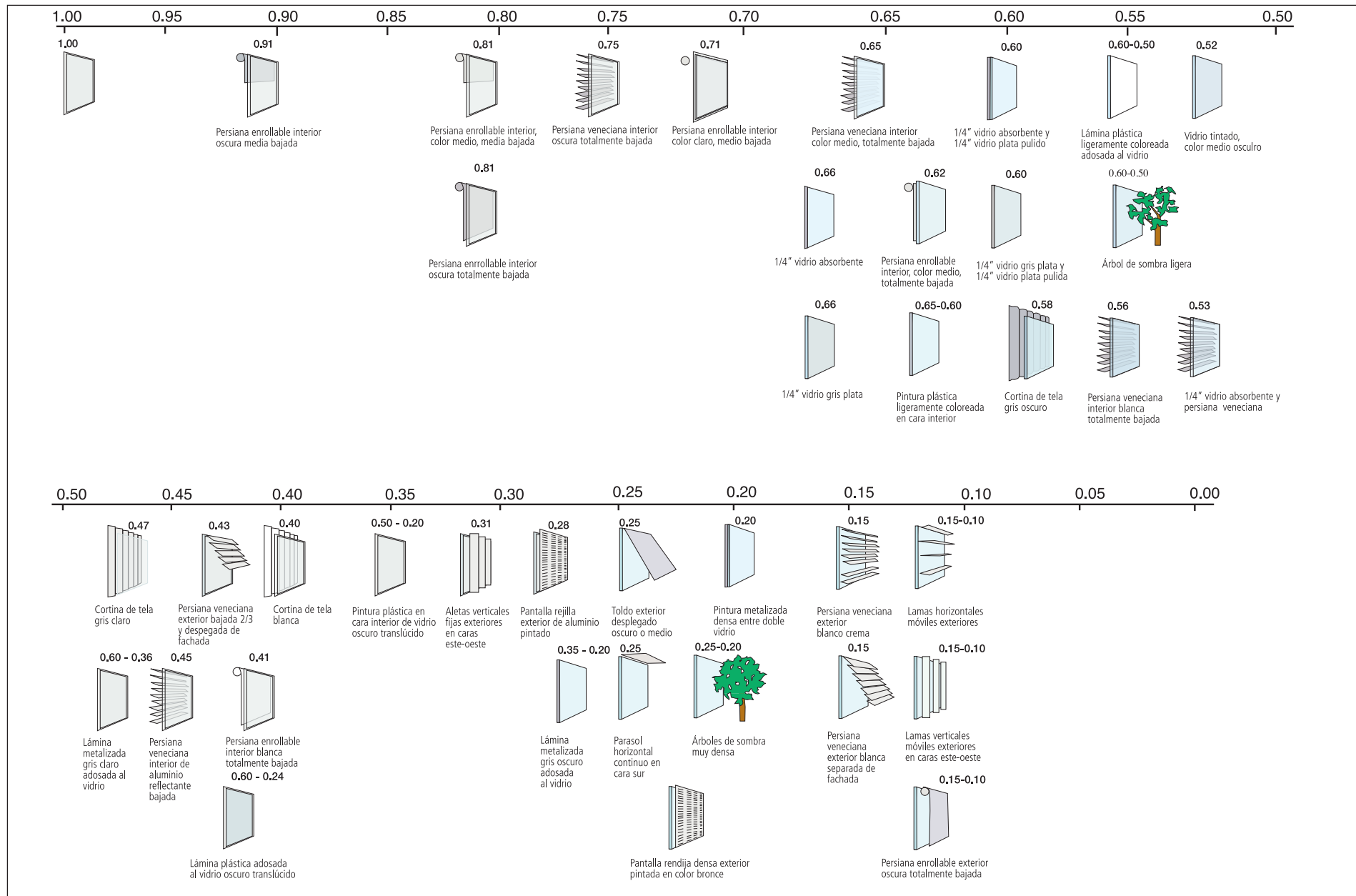


Figura 14.24. Coeficientes de sombra

## 9. REFRIGERACIÓN POR ALTA MASA TÉRMICA

La zona de influencia de la alta masa térmica en el diagrama de Givoni, comprende un área definida por una línea poligonal, representada en la figura 14.25, que cubre el espacio existente entre la zona de confort permisible y la línea quebrada que, partiendo de los 21,5°C y 20% HR, une los puntos definidos por 35°C y 8% HR, 35°C y 30% HR, 31,5°C y 50% HR y 25,5°C y 75% HR.

En esta región del diagrama de Givoni, para alcanzar una situación de confort en el interior de la edificación, es necesario una reducción de la temperatura, que se obtiene simplemente por el amortiguamiento de la onda térmica exterior, consiguiendo que los máximos de la onda interior estén próximos a la temperatura de confort.

En este proceso se estudian los conceptos de amortiguación, disipación y protección del calor a través del edificio. Este procedimiento es de gran eficacia cuando las temperaturas medias diarias se aproximan a la temperatura de confort.

Es fundamental el concepto de protección, sería inútil todo el proceso si se favoreciera la entrada de radiación en el espacio interior.

No toda la energía solar incidente penetra en el interior pues la onda térmica se ve amortiguada, y parte de esta onda retrocede.

La cantidad de calor que puede absorber y disipar un material está ligado a las propiedades termofísicas de cada material, siendo directamente proporcional a la admisividad de un material como ya se vio al tratar de los sistemas de acumulación anteriormente.

Además de los parámetros ya vistos en la tabla 14.3 (conductividad, calor específico y densidad), hay otros parámetros que influyen en la cantidad de energía acumulada:

- Número de capas, y sus respectivos espesores.
- Tipo de acabado y color del mismo.
- Posición relativa del aislamiento respecto al resto de las capas.

El máximo rendimiento se obtiene situando los materiales aislantes al exterior y los materiales con mayor inercia térmica en

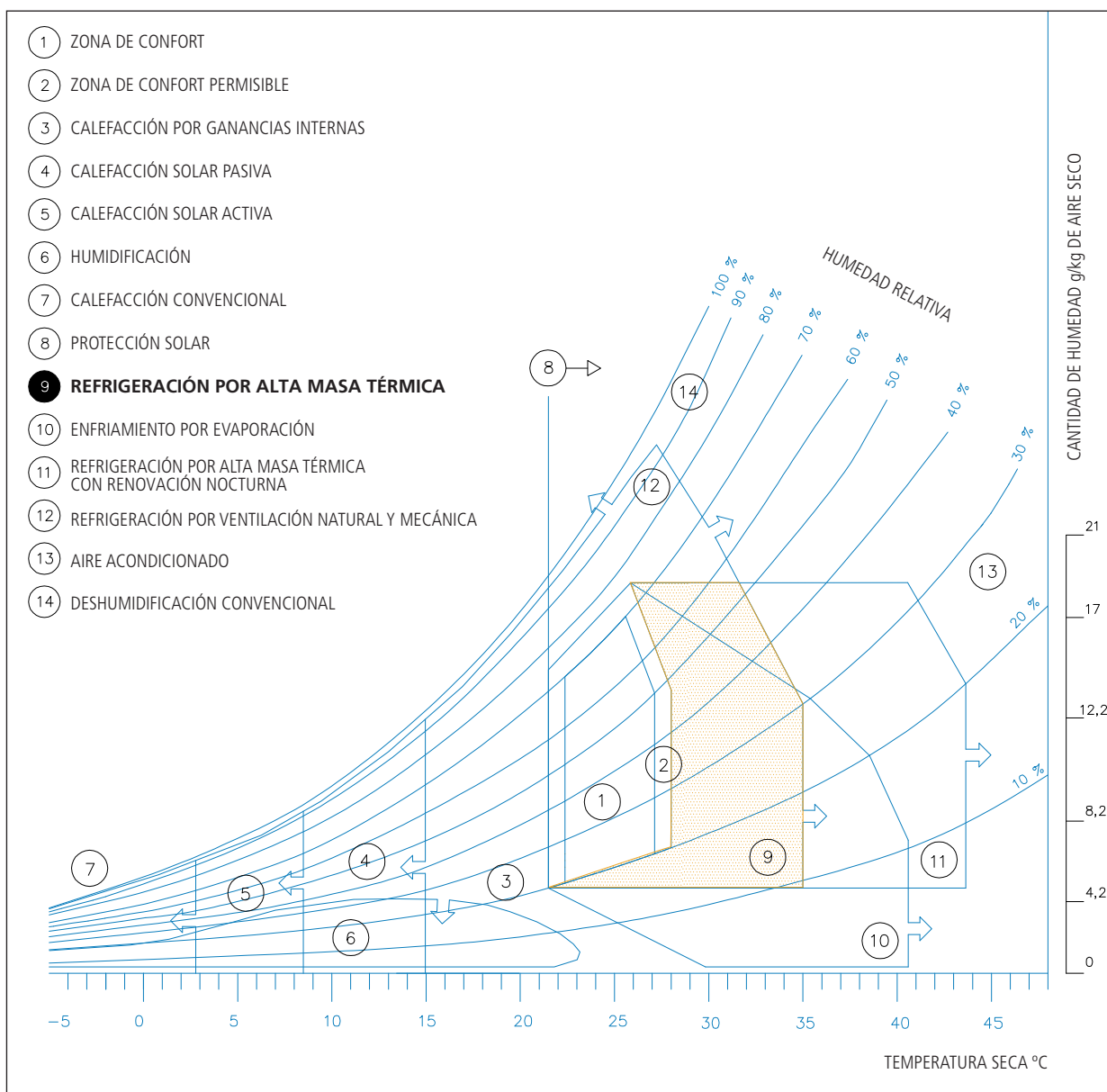


Figura 14.25. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

el interior del recinto, protegidos de la radiación solar tanto por su posición como por la situación del aislante.

Cada material y su combinación tienen modos propios de distribución de calor, capacidad de acumulación y propiedades emisoras; por ello, la selección del material, su densidad y el espesor de los elementos permitirá el control, por parte del diseñador de las horas y forma de funcionamiento del sistema. A mayor volumen de acumulación, mayor capacidad de almacenamiento de calor y mayor plazo de distribución.

El paso de la onda térmica a través del cerramiento la modifica en dos aspectos: el amortiguamiento y el desfase.

### 9.1. AMORTIGUAMIENTO

En la refrigeración solar, el amortiguamiento permite suavizar la oscilación térmica exterior.

El efecto de amortiguamiento consiste en la disminución de la amplitud de la misma en el interior (figura 14.26). En los muros de gran espesor los amortiguamientos se aproximan a la totalidad de la onda térmica pudiendo en el límite dejarla horizontal. Este hecho se denomina efecto de cueva o de catedral.

El amortiguamiento es una función exponencial y es proporcional a la densidad, al calor específico y al espesor, e inversamente proporcional a la conductividad, siendo aplicable esta fórmula en muros uniformes en todo su espesor; cuando se quiere estudiar un paramento real, formado por múltiples capas, se debe tener en cuenta los factores de corrección que aproximen los valores a los resultados experimentales.

### 9.2. DESFASE

Es el otro efecto producido en la onda calorífica al atravesar un cerramiento, consistente en el retraso de la longitud de onda un tiempo que depende de las cualidades termofísicas del muro.

### 9.3. DISIPACIÓN

En la refrigeración pasiva la disipación se realiza fundamentalmente por la noche y es una "acumulación de frío" absorbiendo en el día el calor del espacio de habitación.

La disipación de calor se realiza a través de los paramentos del edificio (fachadas, cubierta o solera), mediante convección, radiación y transmisión (figura 14.27).

### Por las fachadas

Se produce un enfriamiento del muro por convección con la masa de aire que rodea al edificio.

### Por la cubierta

Además del enfriamiento por convección con la masa de aire que rodea al edificio, se produce una irradiación de energía hacia la bóveda celeste cuya temperatura es infinitamente menor, reduciendo la temperatura del material de cubierta. Este fenómeno se da en noches despejadas y con una humedad relativa inferior al 65%, siendo más eficaz cuanto menor sea la humedad. Como puede verse en los mapas de Canarias, en casi todas las zonas este efecto va a ser mínimo.

Para mejorar la disipación se puede disponer aislamiento móvil de protección que evite la ganancia de calor durante el día y que se retirará por la noche para favorecer la irradiación hacia la bóveda celeste.

Los materiales que se utilizan tienen una elevada capacidad térmica y son, o bien agua en bolsas o recipientes o materiales pesa-

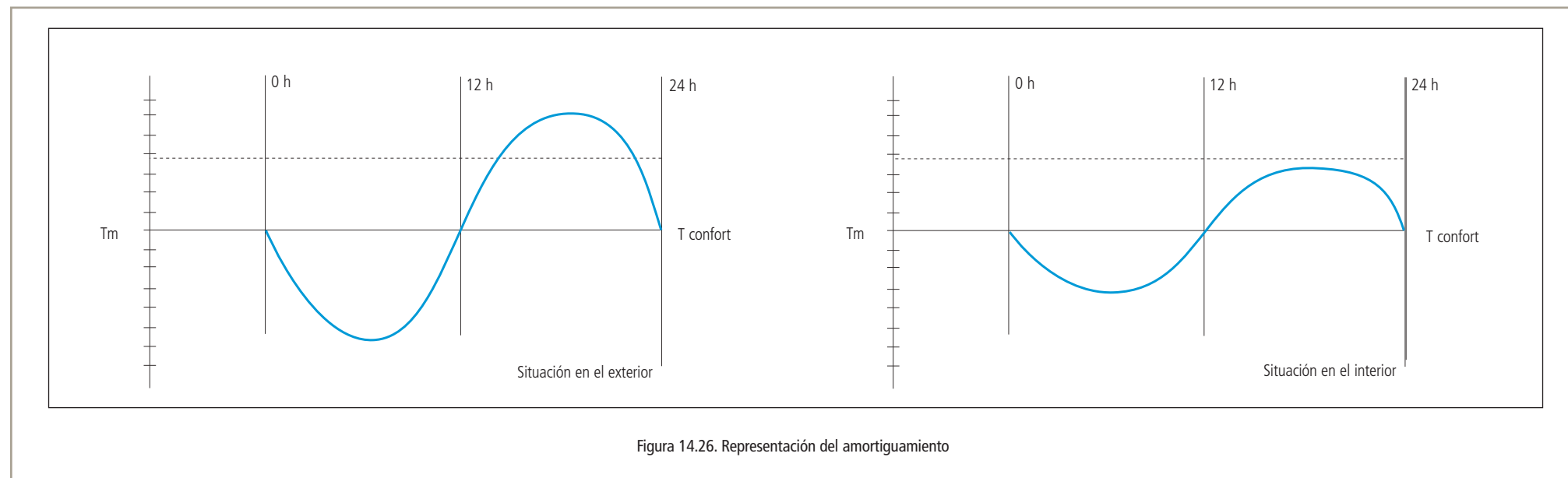


Figura 14.26. Representación del amortiguamiento

dos. Para un rendimiento medio se utilizarán 20 cm de agua ó 30 cm de material sólido (valor orientativo).

En Canarias esta solución con agua no estaría indicada debido a la escasez de dicho recurso; además sería relativamente ineficaz dada la elevada humedad relativa.

#### Por el suelo

Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce fundamentalmente por transmisión. Durante todo el día el suelo absorbe el calor del recinto (energía geotérmica).

El uso de elementos de gran inercia es menos eficaz en situaciones en las que el salto térmico entre el día y la noche carece de relevancia.

Si no se toman las precauciones necesarias (protección de la masa durante las horas de calor) puede darse el caso de que el sistema se invierta y se consiga acumular el calor del día y no disiparlo durante toda la noche.

Los requerimientos de un sistema pasivo de refrigeración diferida son en todo similares a los planteados por el sistema análogo de calefacción en lo concerniente al aumento de la masa térmica para la construcción de muros, suelos o techos.

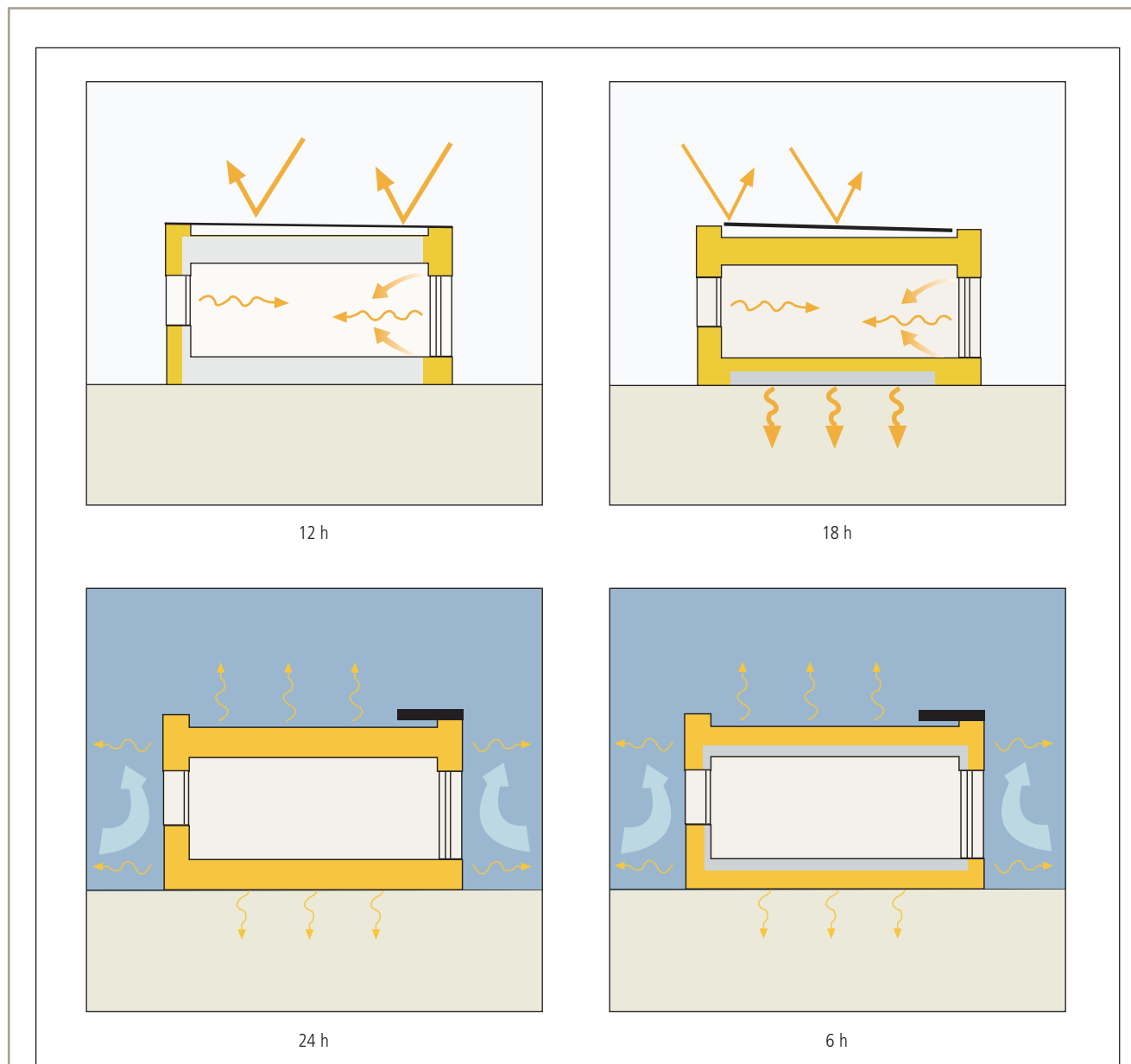


Figura 14.27. Sistema de disipación

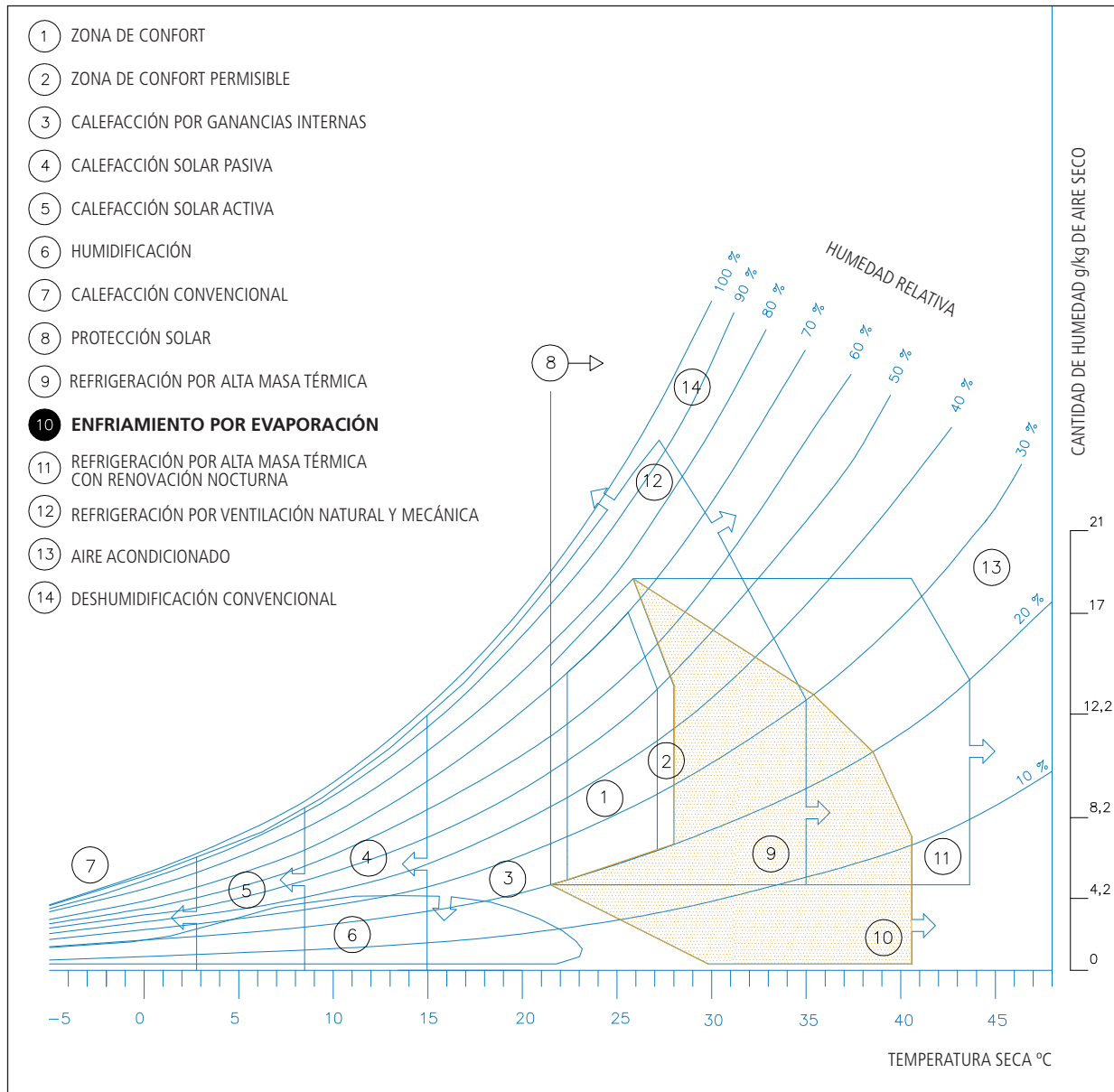


Figura 14.28. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

## 10. ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN

*En Canarias no es una estrategia recomendable, debido a las altas humedades detectadas en todas las zonas urbanas estudiadas.*

La zona de influencia del enfriamiento por evaporación en el diagrama de Givoni, comprende un área definida por una línea poligonal, representada en la figura 14.28, que cubre el área comprendida entre la zona de confort, la zona inferior del diagrama y una línea quebrada que, partiendo de los 40,5°C para humedades relativas inferiores al 10%, une los puntos definidos por 38,5°C y 20% HR, 35,5°C y 29% HR, y el vértice superior de la zona de confort (25,5°C y 75% HR).

En esta región del diagrama, se busca un efecto combinado; por un lado, la disminución de la temperatura por medio del calor absorbido al producirse la evaporación de agua o de algún otro fluido, y por otro, el aumento de la humedad relativa al aumentar la cantidad de vapor en el ambiente, siempre y cuando se esté en situaciones de la parte baja del diagrama.

Estos sistemas funcionan principalmente en presencia de una masa de agua, o en su caso, masas húmedas, y bajo condiciones de sobrecalentamiento y escasa humedad en el ambiente interior.

Estos sistemas y técnicas pueden clasificarse, según su forma de actuar, en activos o pasivos, dependiendo de que sea necesario la utilización, o no, de fuentes de energía convencional para su funcionamiento. También, y en función del momento de la actuación respecto a la posición del aire a introducir en el interior del recinto, se podrían clasificar en directos o indirectos.

### 10.1. PASIVOS DIRECTOS

Su funcionamiento es pasivo y actúa directamente sobre el aire a introducir en el interior del recinto (figura 14.29), enfriándolo por evaporación al pasar a través de:

- Vegetación, por el proceso de evapotranspiración, preferentemente de hoja grande, frondosa y caduca, de tal modo que, en

el período invernal, no se pierda la posibilidad de obtener calor solar.

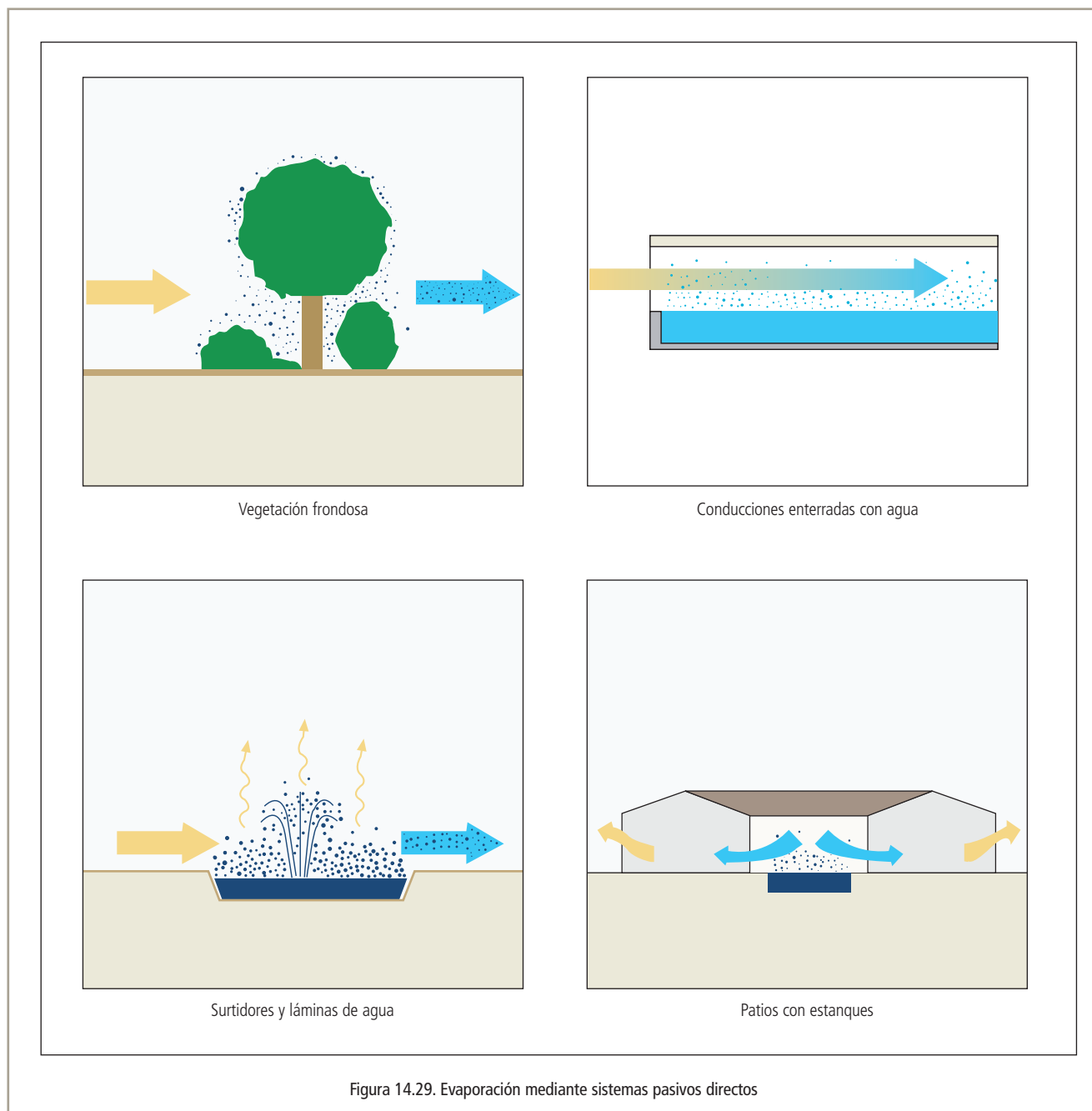
- Agua, presente en espacios adjuntos a los huecos (fuentes, surtidores, estanques) o en el mismo interior, favorecido por ventilaciones que cruzan las zonas húmedas.
- Canalizaciones enterradas con un tercio de su altura llena de agua (combinación de humedad y equilibrio térmico), o láminas de agua de gran superficie que se encuentren enterradas.
- Patios cerrados con fuentes o estanques, que se convierten en un foco de humedad y frescor para los recintos anexos, y que reducen las ganancias solares si las aberturas de las habitaciones se producen exclusivamente a este patio.

## 10.2. PASIVOS INDIRECTOS

Siendo un funcionamiento pasivo se actúa sobre elementos exteriores del recinto, de tal modo que la reducción de temperatura se realiza a través de dicho elemento.

Se coloca una masa de agua en la cámara de uno de los cerramientos, de tal modo que la evaporación de la superficie húmeda rebaje la temperatura de las paredes de la cámara, con lo que éstas pueden absorber el calor del interior.

Hay que tomar medidas especiales de impermeabilización, para evitar fugas y manchas de humedad no deseables, y de aislamiento, para evitar que el calor absorbido sea el del exterior y no el del recinto. Es el denominado "efecto botijo".





### 10.3. ACTIVOS DIRECTOS

Son medios que utilizan algún tipo de energía convencional pero actúan directamente sobre el aire a introducir en el interior del recinto, por ejemplo, acondicionadores de evaporación, consistentes en ventiladores de impulsión a los que se acoplan unos filtros de agua.

### 10.4. ACTIVOS INDIRECTOS

Son medios que utilizan algún tipo de energía convencional y no actúan directamente sobre el aire a introducir en el interior del recinto (figura 14.30), sino sobre elementos intermedios de contacto con el aire:

- Rociado de techos con agua que al evaporarse enfría la cubierta.

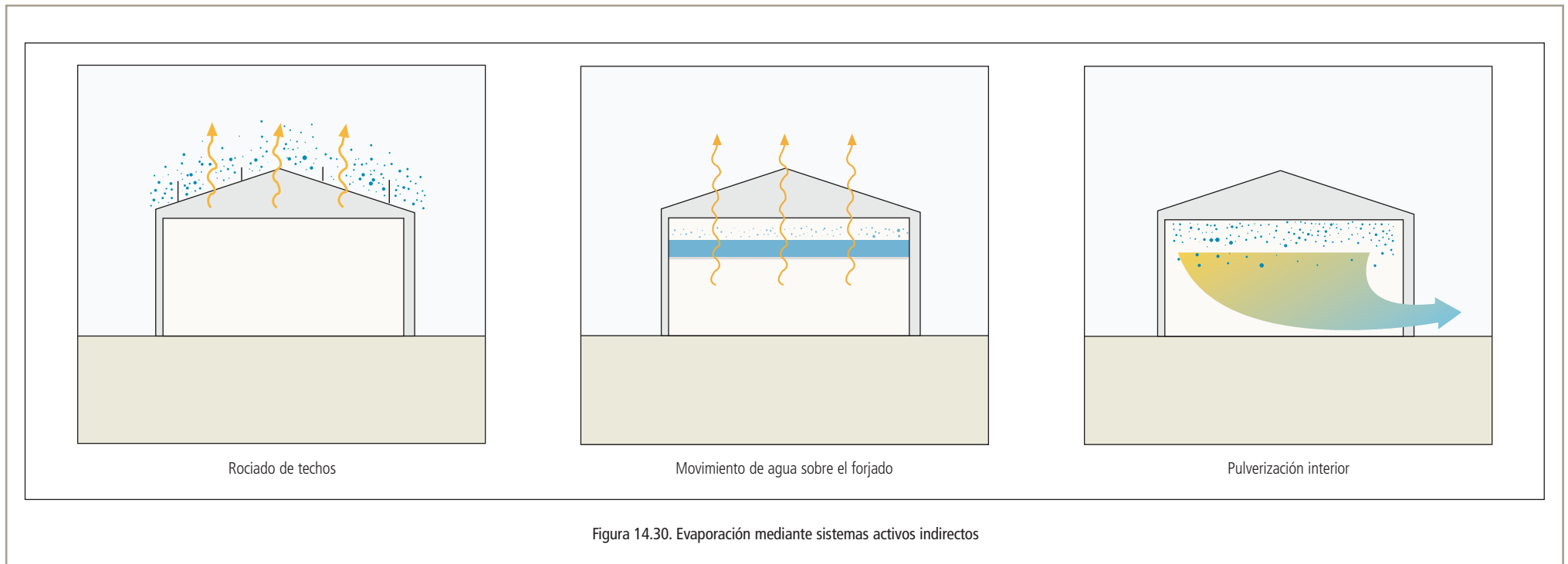
- Movimiento de agua bajo el forjado o a través del mismo; este agua absorbe el calor del forjado, disminuyendo la temperatura de tal modo que puede absorber calor del interior del recinto.
- Pulverización de agua en zonas superiores donde se localiza el aire más caliente, que al enfriarse desciende, con lo que además del enfriamiento buscado, se producen corrientes de aire que colaboran a una mayor sensación de confort. Este sistema es de gran eficacia en espacios abiertos de gran dimensión.

En la utilización de estos sistemas hay una serie de observaciones a tener en cuenta:

- Debe disponerse de una provisión de agua suficiente para permitir la operación continuada del sistema, lo que es fundamental a la hora de seleccionar este método de refrigeración,

teniendo en cuenta las posibles épocas de sequía así como las zonas en las que la escasez del agua haga de este sistema inadecuado.

- Estos medios no permiten el reciclaje del aire enfriado y saturado de vapor, de tal modo que se precisa una obligatoria renovación constante del aire del recinto.
- Los sistemas elegidos de refrigeración por evaporación deben combinarse con sistemas de protección solar ya que el proceso evaporativo debe robar el calor del aire interior y no del exterior.
- Como recomendación para la obtención de un sistema eficaz, se debe usar una combinación de masas de agua, vegetación y espacios dotados con fuentes, aprovechando los vientos dominantes para una mejor distribución del aire que ha sido enfriado o creando corrientes de aire con el diseño.



## 11. REFRIGERACIÓN POR ALTA MASA TÉRMICA CON RENOVAÇÃO NOCTURNA

*Al realizar los gráficos de confort, se detecta que no se llega a esta zona en los climogramas estudiados. No obstante es un sistema adecuado para resolver sobrecalentamientos en temperaturas pico.*

La zona de influencia de la alta masa térmica en el diagrama de Givoni, comprende un área definida por una línea poligonal, representada en la figura 14.31, que cubre el espacio existente entre la zona 9 del diagrama de Givoni y una línea quebrada que, partiendo de los 35°C y 8% HR, une los puntos definidos por 44°C y 5% HR, 44°C y 20% HR, 40°C y 32% HR y 31,5°C y 50% HR.

En las zonas en las que se da esta situación del diagrama de Givoni, la temperatura media está en torno a los 27°, y para conseguir una reducción de la temperatura media interior por medios pasivos es necesario fomentar y aprovechar el desfase entre las condiciones exteriores y la respuesta interior (figura 14.32).

Fundamentalmente se trata de evitar que el calor existente en el exterior del edificio durante el día penetre en el interior de la edificación directamente y que la onda de calor que atraviesa los paramentos tenga un desfase de unas 12 horas, de forma que cuando la temperatura descende en el exterior por debajo de la media (noche), se abran los huecos de la edificación permitiendo, o forzando, la entrada de aire fresco (figura 14.33). En el interior de la edificación se consigue una temperatura por debajo de la media durante todo el día.

Los mejores rendimientos en Canarias se obtendrán en los lugares donde la oscilación térmica día-noche está en torno a los 15°C - 20°C, aunque los resultados son apreciables con diferencias en torno a los 10°C.

Es fundamental el concepto de protección solar. Sería inútil todo el proceso si se favoreciera la entrada de radiación en el espacio interior.

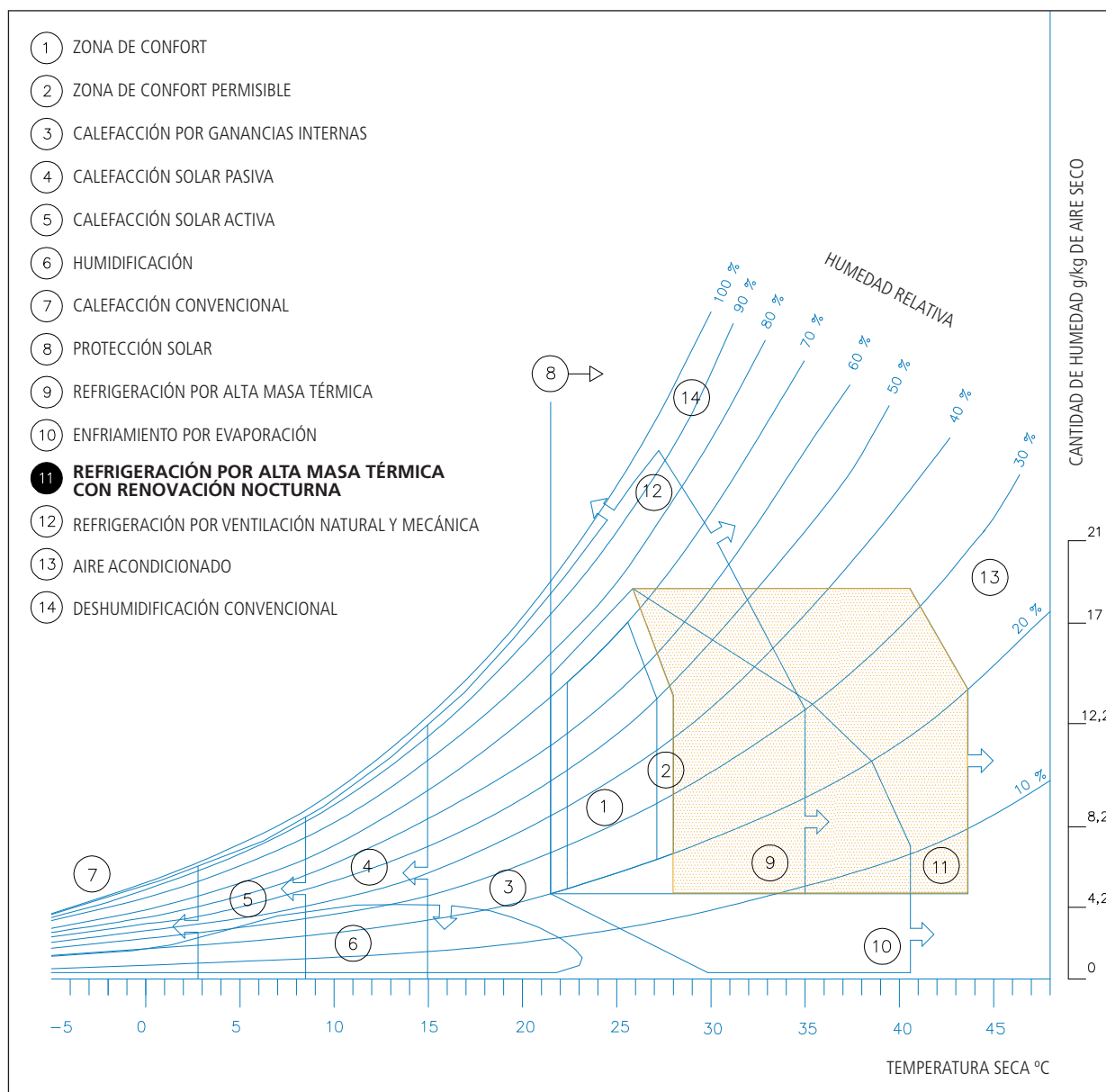


Figura 14.31. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

En este proceso de enfriamiento nocturno intervienen dos conceptos: el de disipación, ya explicado (figura 14.34), y el de ventilación nocturna, en el que por efecto del aire exterior se enfrían los muros de la edificación hasta llegar a la temperatura mínima nocturna que será la base del nuevo proceso día-noche. Como puede verse en estos casos son más importantes la frecuencia de las temperaturas mínimas que las de máximas.

El movimiento del aire interviene de manera fundamental en el proceso; este movimiento puede deberse a causas naturales, puede estar forzado por el diseño de la construcción o bien ser mecánico.

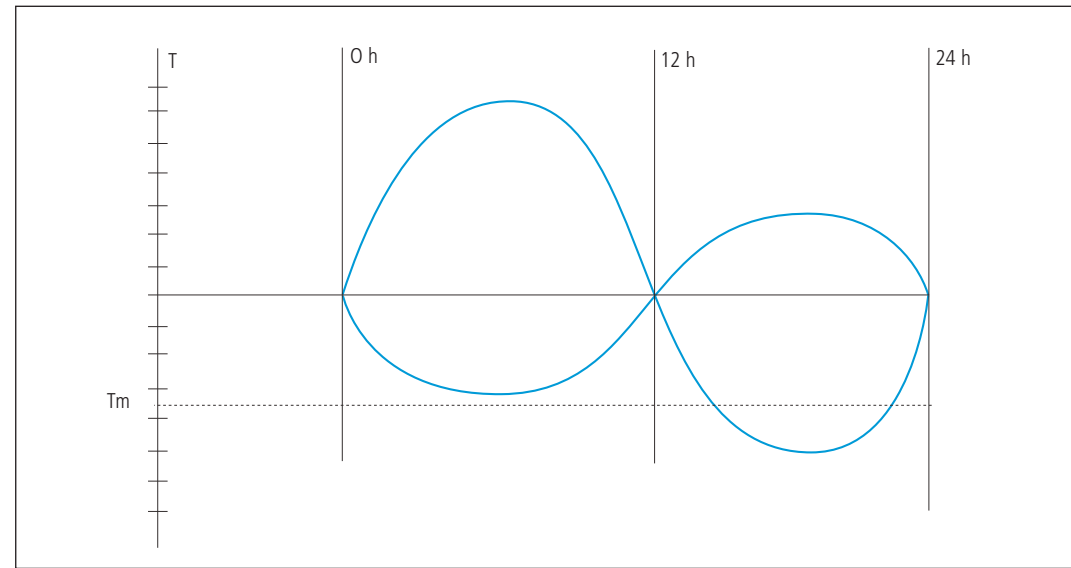


Figura 14.32. Superposición de desfasos e intercambios interior-exterior

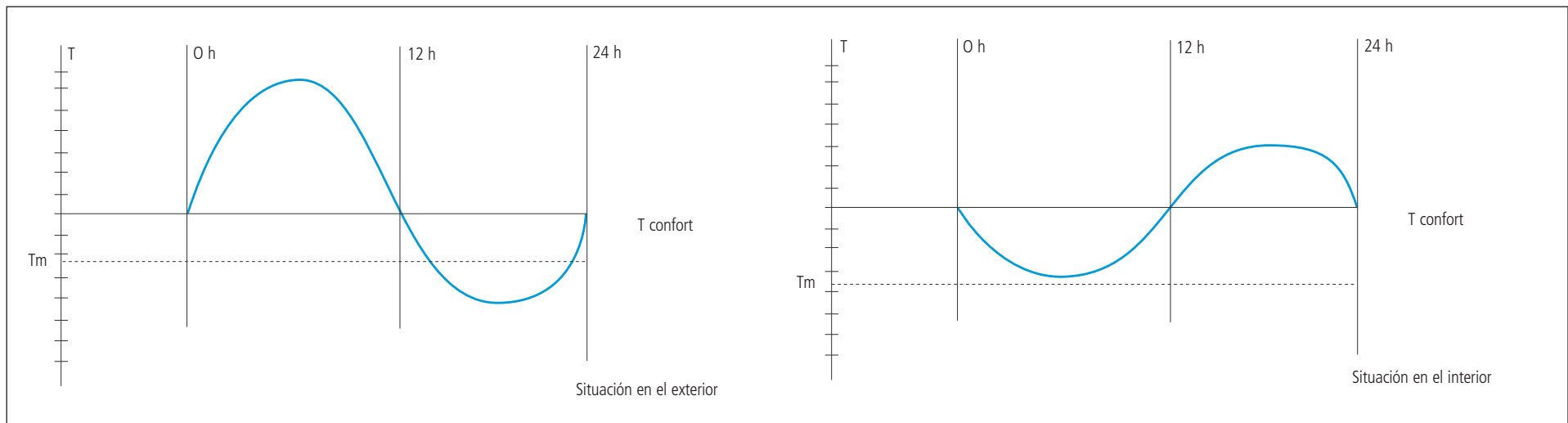


Figura 14.33. Desfase y amortiguamiento de la onda térmica

### 11.1. VENTILACIÓN NATURAL

El diseño de la vivienda puede ayudar a la creación de corrientes de aire por medio de:

- Diferencia de presión debida al viento.
- Ventilación cruzada (figura 14.37).
- Diferencia de presión entre las fachadas del edificio (figura 14.35).
- Diferencia de presión entre el exterior y el interior.
- Succión provocada por la ascensión de masas de aire más caliente al facilitarles la salida al exterior (efecto chimenea) (figura 14.36).

La ventilación forzada se realiza mediante un ventilador que impulse el aire del exterior hacia el interior o por un extractor activo o solar-pasivo que extraiga el aire del interior.

Se debe tener en cuenta que el aire caliente tiene un menor peso específico que el frío y que las masas de aire caliente se concentran en las partes altas, siendo suficiente en algunas ocasiones mantener una ventilación de las partes altas de las habitaciones mediante montantes practicables o alejando estas masas de aire con unos techos a mayor altura de lo normal.

La forma del edificio y su organización urbana pueden adecuarse para obtener efectos de ventilación (Ver parámetros bioclimáticos, ventilación).

Es relativamente inútil el uso de elementos de gran inercia en situaciones en las que el salto térmico entre el día y la noche carece de relevancia.

Si no se toman las precauciones necesarias (protección de la masa durante las horas de calor) puede darse el caso de que el sistema se invierta y se consiga acumular el calor del día y no disiparlo durante toda la noche.

Las consideraciones anteriores se han realizado teniendo en cuenta simplemente una masa de aire frío; ahora bien, si se le añaden a ésta determinadas condiciones de viento y humedad, estaríamos dentro de las zonas 10 y/o 12 del diagrama de Givoni (enfriamiento por evaporación y/o ventilación natural y mecánica), que siempre favorece aunque no es imprescindible.

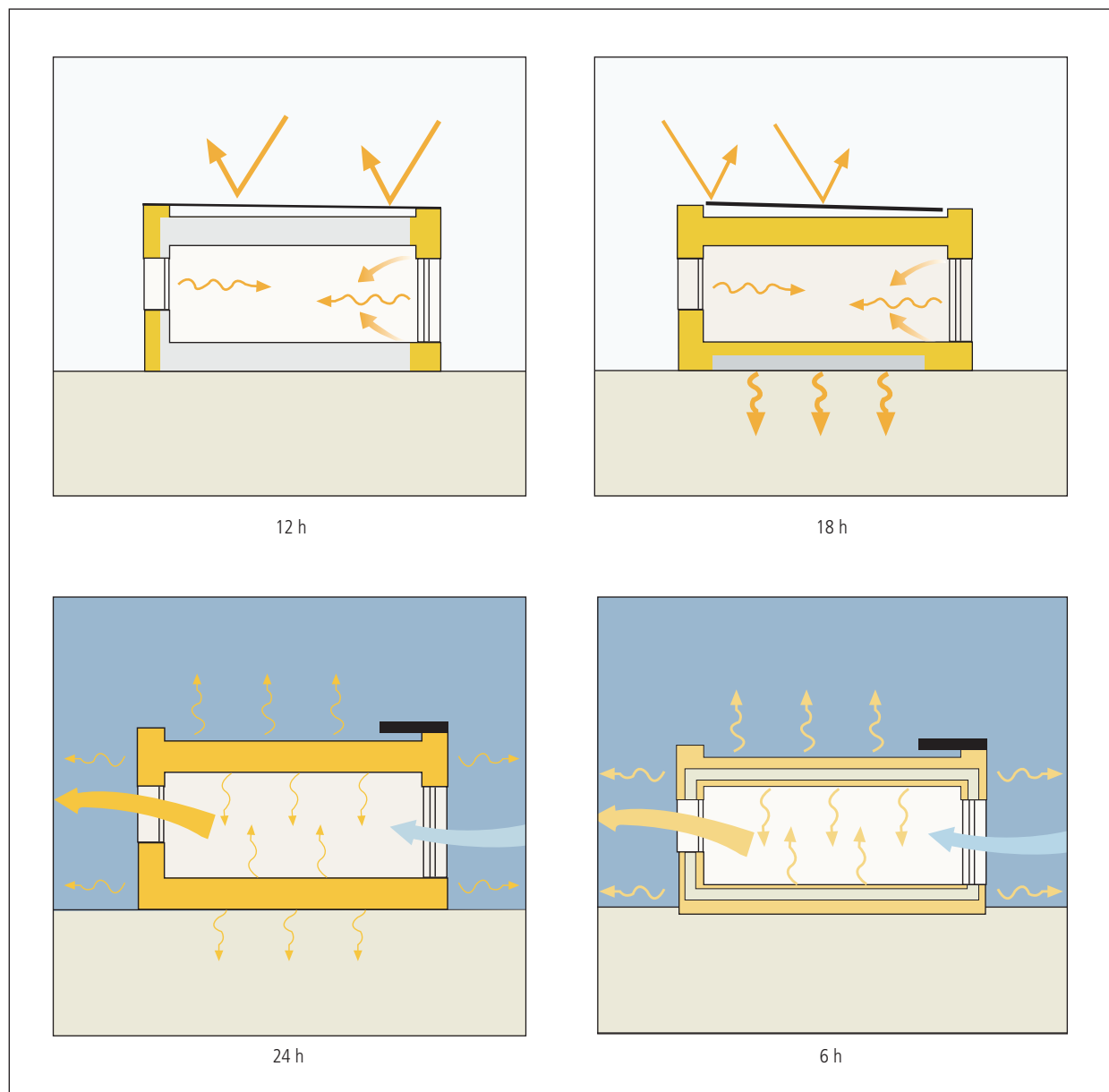


Figura 14.34. Sistemas de disipación

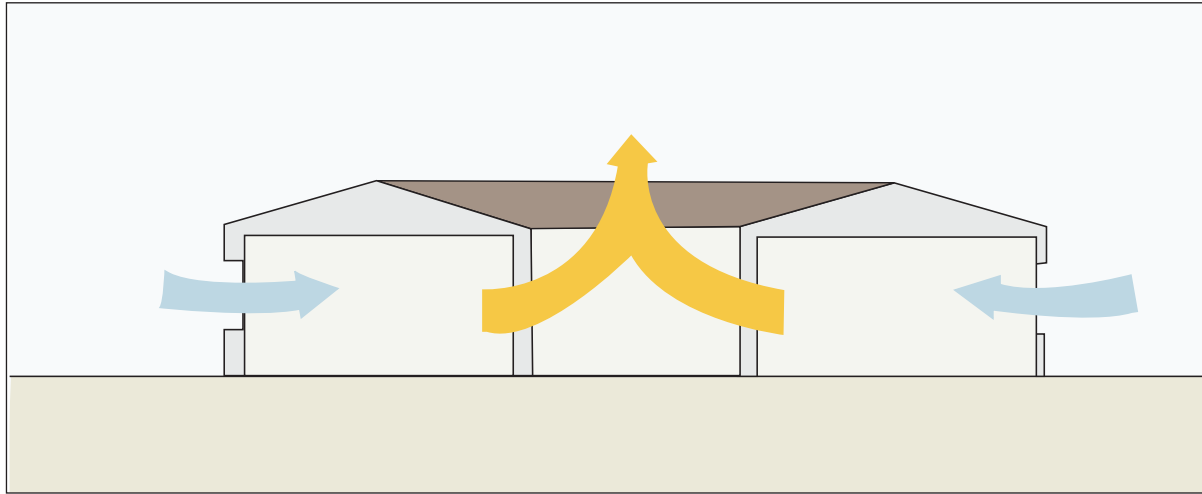
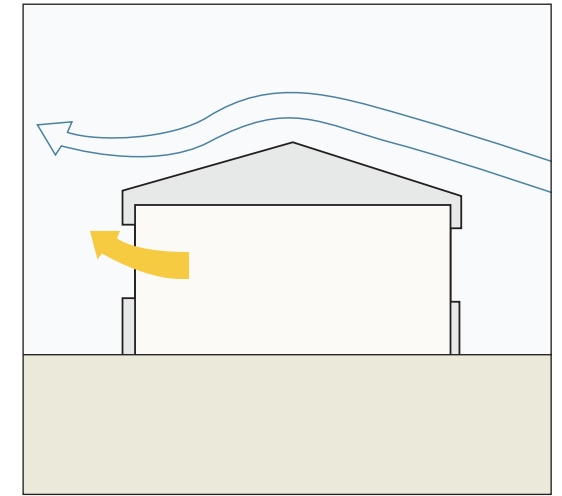
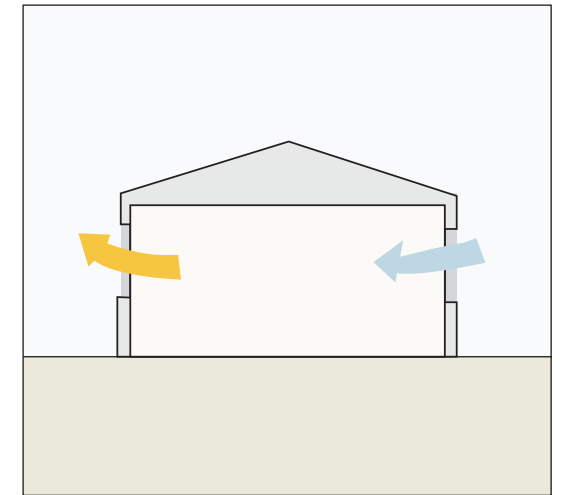


Figura 14.35. Ventilación por diferentes condiciones en la fachada

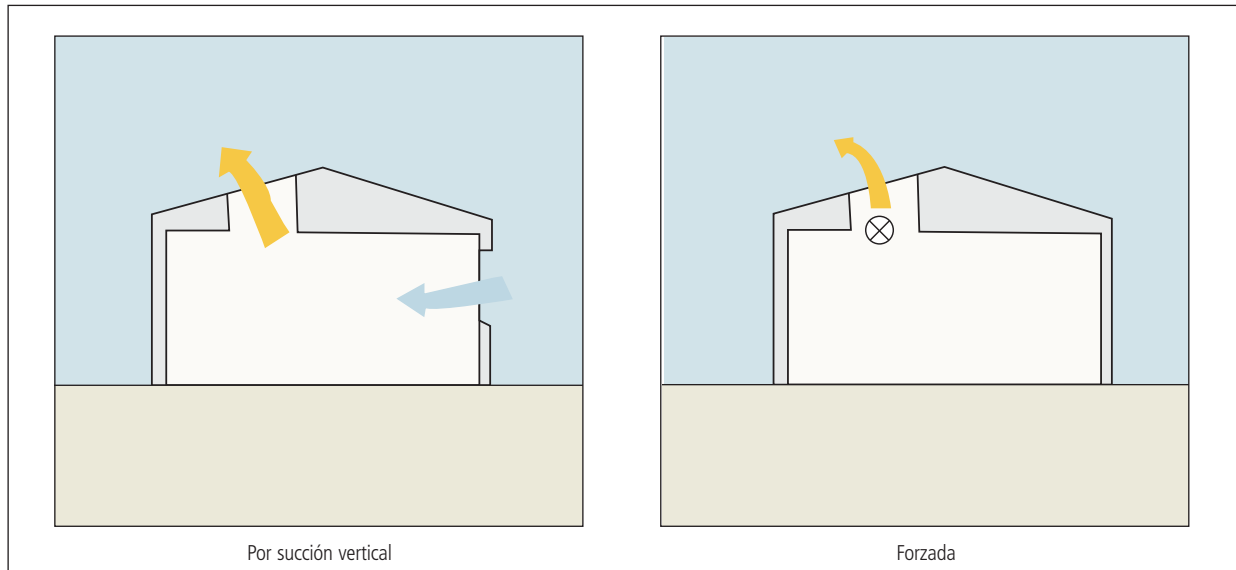


Por presión debida al viento



Cruzada

Figura 14.37. Ventilación



Por succión vertical

Forzada

Figura 14.36. Ventilación

Los requerimientos de un sistema pasivo de refrigeración diferida son en todo similares a los planteados por el sistema análogo de calefacción en lo referente al empleo de masa térmica para la construcción de muros, suelos o techos.

Se mejora el rendimiento de estos sistemas con el uso de mecanismos activos.

## 12. REFRIGERACIÓN POR VENTILACIÓN NATURAL Y MECÁNICA

La zona denominada como refrigeración por ventilación natural y mecánica ocupa un área del diagrama de Givoni comprendido entre las líneas del 75% y 20% de humedad relativa, por la zona de confort y por una línea quebrada, que en su tramo vertical inferior corresponde a los 31,5°C, y que llega hasta el 50% de humedad, donde se quiebra la línea hasta el punto determinado por 29°C y 75% de humedad (figura 14.38).

Mediante la utilización de la ventilación se consigue una renovación del aire interior, eliminando el aire viciado o con exceso de vapor de agua, incidiendo en la mejor calidad del ambiente interior a la vez que se mejora la sensación térmica.

La ventilación natural es muy beneficiosa en áreas con suficiente viento en verano y humedad relativa superior al 20%, ya que con menores porcentajes de humedad hay riesgos de deshidratación del aire.

Este sistema de refrigeración pierde eficiencia en las zonas que no puedan garantizar un funcionamiento correcto debido a un gran porcentaje de calmas en el régimen de vientos, debiendo entonces adoptar otro tipo de sistema de refrigeración como principal y dejar la ventilación como elemento de apoyo.

La ventilación es combinación de sistemas generadores del movimiento del aire y sistemas de tratamiento del aire a introducir, aunque uno de los factores determinantes de su eficacia es la velocidad del aire.

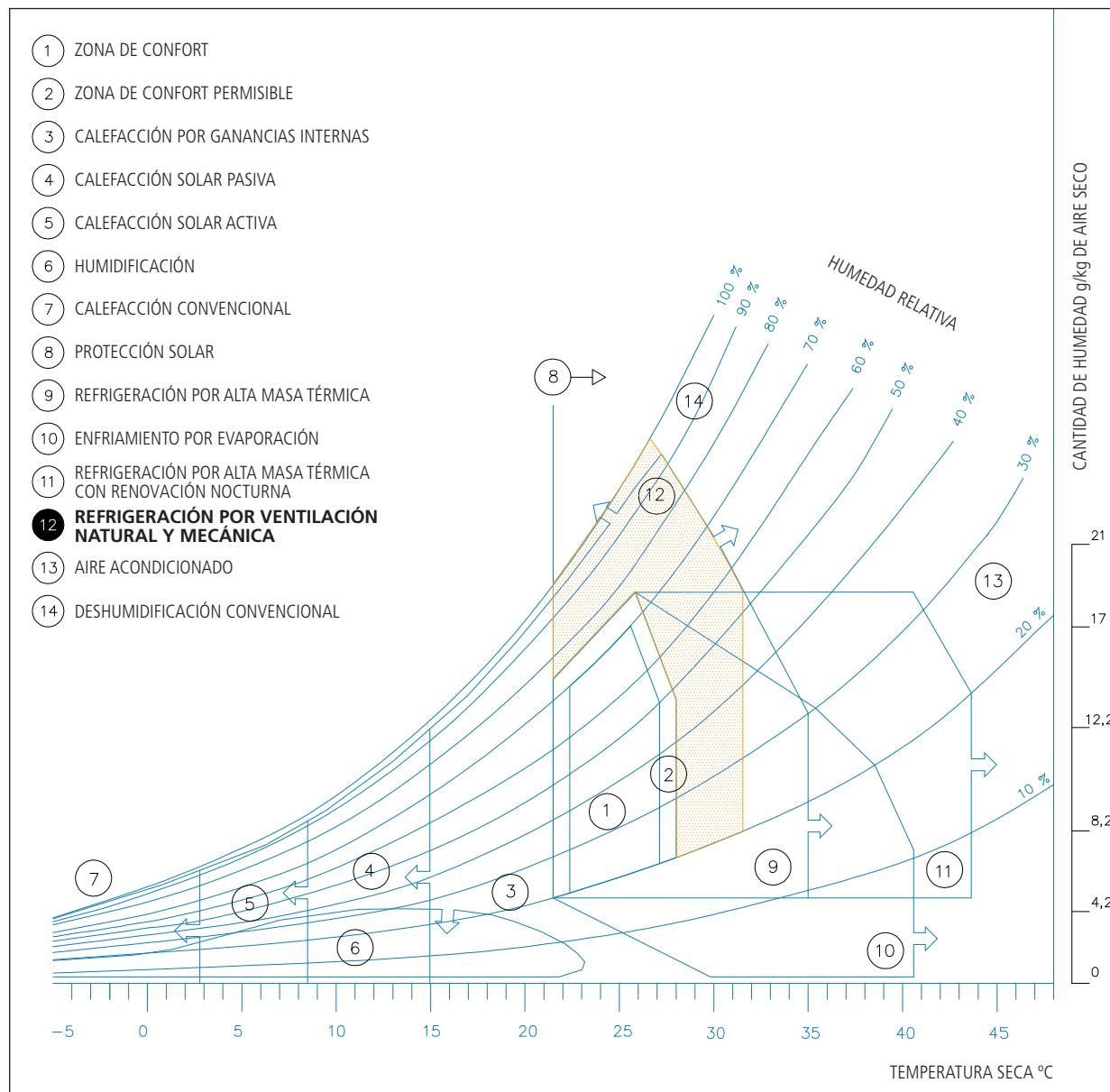


Figura 14.38. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

## 12.1. VENTILACIÓN NATURAL

El movimiento del aire en el interior se puede producir por medio de alguno de los métodos siguientes:

### Ventilación cruzada

Se produce al realizar dos aberturas situadas en fachadas opuestas, que deben dar a espacios exteriores (figura 14.39). Estas aberturas se deben orientar en el sentido del viento, para aprovechar las brisas existentes. También se pueden crear en el caso de disponer de dos fachadas opuestas que no reciban radiación solar simultáneamente, con lo que se crea una diferencia térmica que provoca el movimiento del aire.

Para facilitar este movimiento de aire se pueden adoptar las siguientes medidas, que aunque no son imprescindibles para su funcionamiento, sí aumentan la eficacia:

- Disposición diagonal, en planta, de puertas y ventanas, con lo que se facilita una ventilación completa de la estancia.

- Uso de carpinterías practicables, en vez de correderas, buscando una composición que permita la mayor apertura posible, no dejando cristales fijos en las partes altas de los huecos, de tal modo que se facilite la salida del aire caliente acumulado en los estratos superiores de la habitación.
- Colocación de barandillas o superficies perforadas en petos de terrazas que no ofrezcan obstrucción al paso el aire.

### Efecto chimenea

Se realiza una abertura en la parte superior del recinto que provoca una extracción vertical. También se realizan aberturas inferiores para la entrada del aire fresco, este método evita la estratificación del aire. Cuando las temperaturas exteriores son muy altas no se producen buenas extracciones del aire interior (figura 14.40).

### Cámara o chimenea solar

Se realiza una cámara calentada por captación directa que provoca una mayor succión del aire interior. La orienta-

ción de esta cámara debe ser la adecuada según las necesidades; si se requiere el mayor tiro posible se debe situar donde reciba la máxima intensidad de radiación solar en verano (figura 14.41).

### Aspiración estática

La aspiración se efectúa por efecto Venturi. Se necesitan fuertes vientos, así como la orientación adecuada para utilizarlos (figura 14.42).

### Torre de viento

Se produce la recogida de aire a través de una torre que introduce el aire por las zonas bajas del recinto. Si la dirección del viento es única, se realizará una sola entrada; si es variable, se practicarán varias entradas. Se necesitan vientos frecuentes e intensos y frescos (figura 14.43).

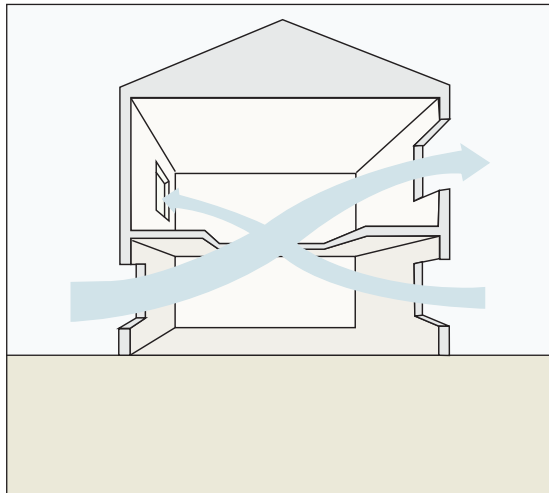


Figura 14.39. Ventilación cruzada

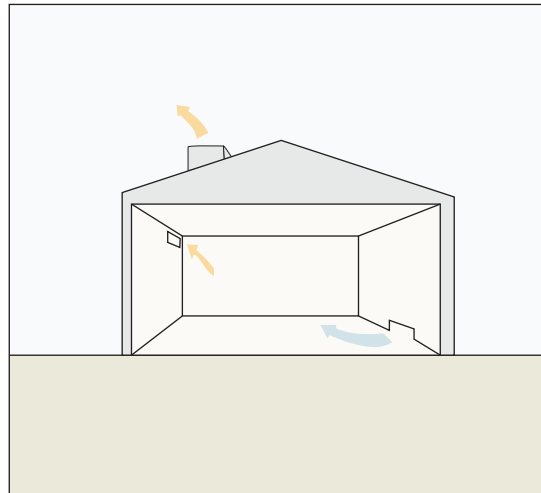


Figura 14.40. Efecto chimenea

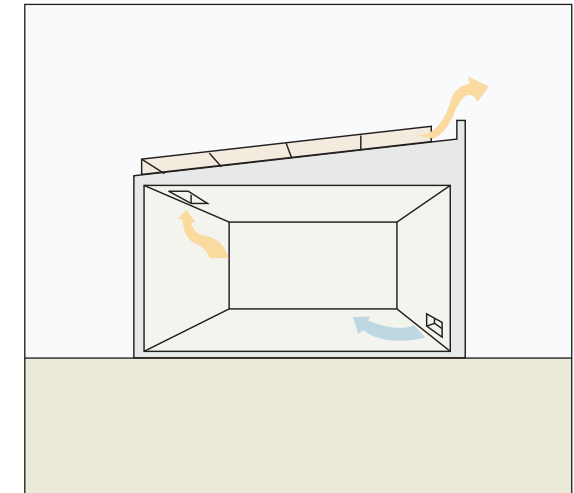


Figura 14.41. Cámara solar

Sistemas generadores de movimiento de aire

## 12.2. VENTILACIÓN MECÁNICA

Se realiza con presencia de aparatos impulsores de aire, se utilizará cuando la ventilación por medios naturales sea insuficiente.

## 12.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL AIRE

Actúan sobre la temperatura o humedad del aire. Algunos ejemplos son los siguientes:

### Torres evaporativas

El aire penetra por la parte superior de una torre, siendo enfriado por la evaporación del agua que humedece el interior de la chimenea, bien por estar en recipiente, bien por circular por las paredes de la torre (figura 14.44). Con todo esto también se produce una cierta impulsión del aire hacia el interior, al disminuir su temperatura, lo que favorece su distribución en el interior del recinto. La efectividad de este sistema aumenta cuando se utiliza para la climatización de espacios reducidos.

### Patios

Se hace circular el aire a través de un espacio exterior acotado, es decir, un ambiente descubierto, central, rodeado de habitáculos (figura 14.45). Se aumenta la efectividad si se combina con sistemas de protección solar, vegetación, toldos, etc. El patio se comporta como un acumulador de aire frío, que luego se distribuye a los espacios circundantes, sirviendo también como zona de toma de aire fresco para las ventilaciones, ya que permite tener varias fachadas en sombra.

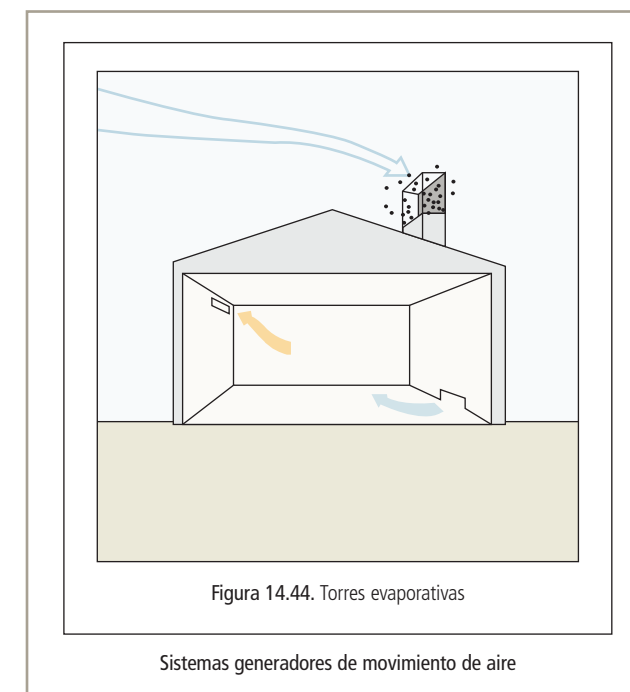
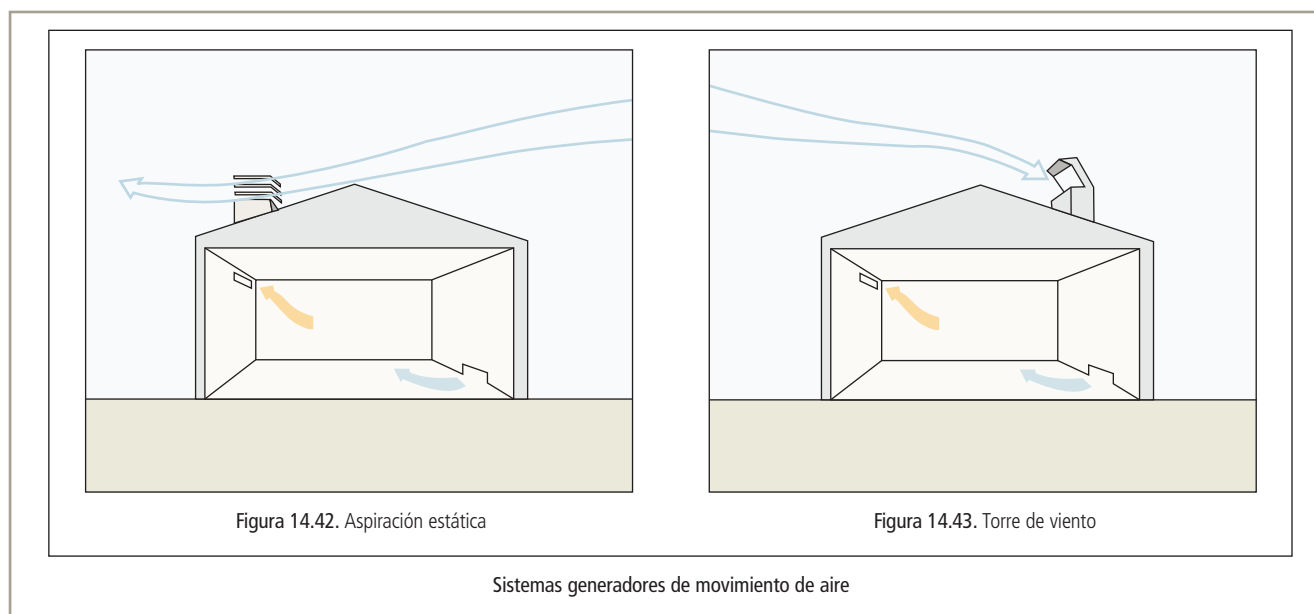
### Ventilación subterránea

Se aprovecha la inercia térmica del terreno, al hacer pasar el aire a través de conductos enterrados entre 6 y 12 m de profundidad, donde la temperatura del terreno es constante (se mantiene a la temperatura media del lugar), antes de introducirlo en el recinto (figura 14.46). Las longitudes de conductos necesarias para garantizar el intercambio térmico son bastantes grandes, en función del volumen a aclimatar (como referencia unos treinta metros para un local de tamaño medio).

Para una mejor eficacia, es recomendable mojar o regar la tierra donde se sitúan las conducciones ya que así se aumenta la capacidad de transmisión térmica entre ambos elementos. El uso de este sistema debe ser discontinuo, ya que el efecto refrigerador se reduce después de usos prolongados.

Para que los edificios puedan aprovechar al máximo estos sistemas de ventilación, han de estar bien expuestos al viento en los períodos estivales. Deben tener cerramientos dotados con suficientes ventanas y huecos de ventilación. Otras medidas recomendables son:

- Diseñar el edificio con planta abierta.
- Poseer montantes practicables sobre las particiones interiores, de modo que se garantice la ventilación cruzada en todo el interior del edificio.
- Las zonas exteriores desde donde se introduce el aire fresco deben estar bien sombreadas y dotadas de vegetación, siendo recomendable la orientación norte.





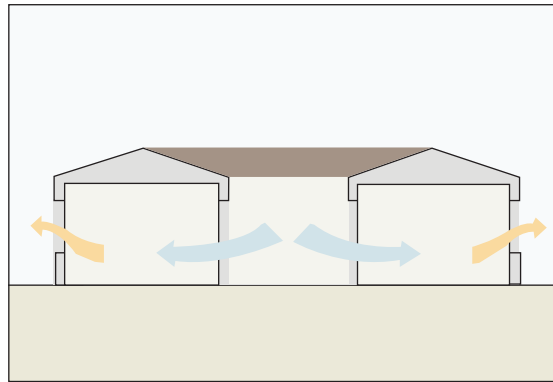


Figura 14.45. Patios

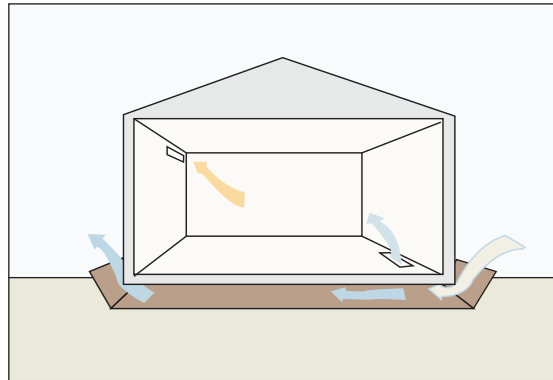


Figura 14.46. Ventilación subterránea

Sistemas de tratamiento del aire

### 13. AIRE ACONDICIONADO

*No sería necesario en Canarias. Sólo en temperaturas pico.*

El área que comprende este apartado dentro del diagrama de Givoni es el resto del diagrama no comprendido en otras áreas de refrigeración, a excepción de la zona comprendida entre el 80% y el 100% de humedad a partir de los 24°C, que aún perteneciendo al apartado de deshumidificación convencional, también se incluye en este apartado (figura 14.47).

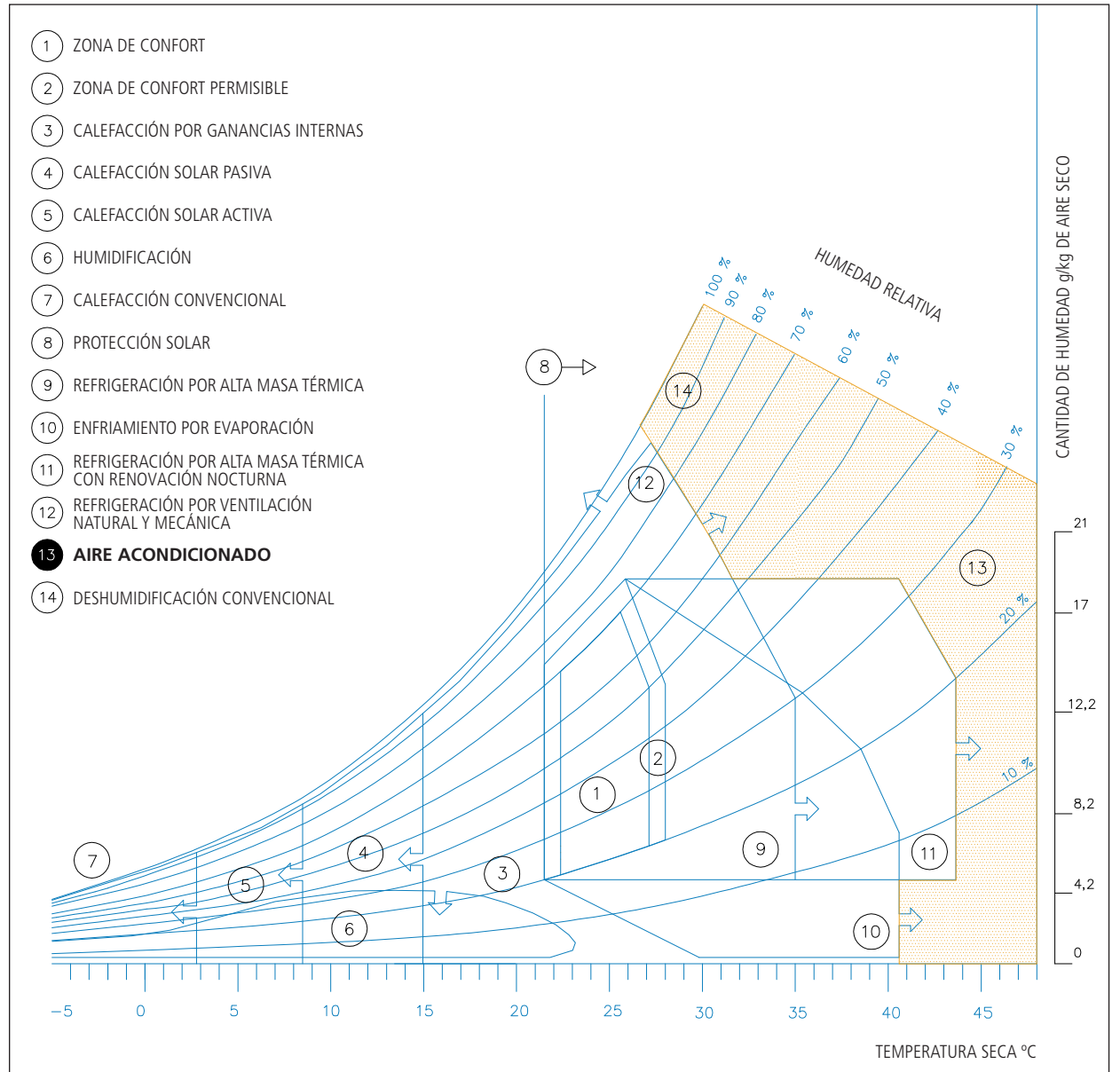


Figura 14.47. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

La disminución de la temperatura necesaria para alcanzar la zona de confort se debe producir por medio de equipos de acondicionamiento de aire.

En Canarias este tipo de acondicionamientos es necesario en situaciones extremas del verano en parte del territorio y en las que no se puede obtener el confort por medio de ningún otro sistema.

A pesar de no ser un sistema bioclimático, hay que tener en cuenta que un adecuado diseño del edificio, así como una buena elección de los materiales, permite que el uso de este tipo de refrigeración no tenga carácter prioritario, sino meramente de apoyo, con una importante reducción del consumo de energía.

En la actualidad existen en el mercado muchos modelos que cubren las diferentes opciones con distintos sistemas de actuación. Para su correcta selección es fundamental un adecuado ajuste de las cargas de refrigeración a cubrir, eligiendo un sistema que, además de un mínimo consumo energético, tenga en cuenta cuestiones de contaminación ambiental, como es la utilización de gases prohibidos en algunas normativas europeas.

También es importante tener en cuenta una serie de aspectos, a la hora de seleccionar el tipo de instalación a realizar:

- Se debe tener en cuenta no sólo el coste inicial de la propia instalación sino también el coste de mantenimiento y la repercusión de las posibles averías.
- Se debe prever la minimización de las instalaciones mediante un cálculo ajustado de la potencia necesaria en los aparatos así como mediante un correcto aprovechamiento de los rendimientos efectivos de la maquinaria.
- Se debe evitar el consumo y producción de materias contaminantes, como se ha mencionado anteriormente.

Es fundamental reducir al máximo las ganancias debidas a las fuentes de calor por lo que se deben adoptar las medidas necesarias en lo referente a la protección solar del recinto y al aislamiento de sus paramentos; el aislamiento se consigue con la utilización del espesor adecuado del material aislante elegido (ver el apartado correspondiente al aislamiento térmico).

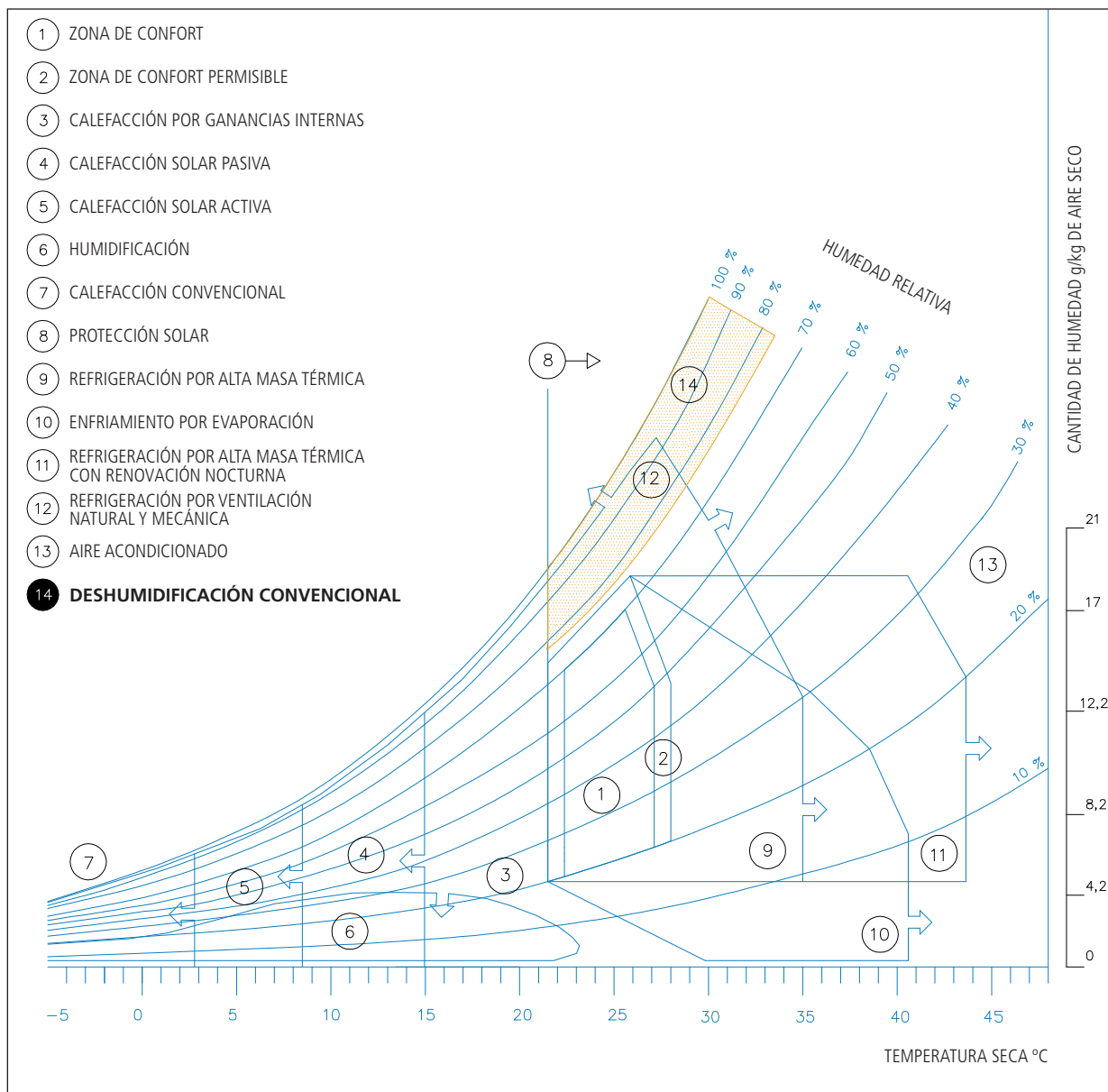


Figura 14.48. Carta bioclimática de givoni (28° latitud Norte)

Debe ser un sistema de apoyo una vez agotadas todas las posibilidades de refrigeración por adecuación bioclimática.

#### 14. DESHUMIDIFICACIÓN CONVENCIONAL

Esta zona está comprendida entre el 80% y el 100% de humedad relativa y a partir de los 20°C. En esta situación se trata de mejorar las condiciones interiores de recintos con altos niveles de humedad, mediante la deshumidificación o desecación del aire, con lo que podemos tornar confortables temperaturas entre 21,5°C y 32,5°C (figura 14.48).

Es un sistema que, a excepción de temperaturas entre los 20°C y 24°C, necesita complementarse con otros sistemas estudiados.

Aunque este tipo de situaciones climáticas no son muy habituales en Canarias, los sistemas que se van a ver a continuación pueden ser de utilidad en algunas localidades.

Los métodos a utilizar se basan en sistemas de absorción del vapor de agua:

##### 14.1. SALES DESECANTES

En su forma sólida absorben enormes cantidades de vapor de agua del aire, tornándose lentamente en solución salina, a la vez que disminuyen los niveles de humedad.

Se presentan en forma de recipientes que deben situarse en el interior del recinto, debiendo tener prevista la recogida de la solución salina obtenida.

El inconveniente del sistema es el reciclaje del producto líquido obtenido, debiéndose desecar, por exposición a la radiación solar, o bien eliminar, con la necesaria reposición continua del material desechado.

##### 14.2. PLACAS SALINAS ABSORBENTES

Son dos placas que contienen sales absorbentes del vapor de agua. Su funcionamiento es de modo alternativo en el recinto, de modo que mientras una placa permanece en el interior del recinto absorbiendo el vapor de agua del aire, la otra se encuentra en

zonas soleadas del exterior, eliminando por evaporación el vapor de agua, devolviendo la operatividad a las placas salinas.

Se aumenta la eficacia del sistema utilizando un sistema mecánico de transporte de las placas a las zonas de desecación.

En zonas con altas temperaturas es inevitable la combinación de este sistema con equipos de acondicionamiento de aire.

## **BLOQUE VI**

# REFLEXIONES SOBRE LA ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS

Margarita de Luxán García de Diego  
Araceli Reymundo Izard  
(autoras)

M.<sup>a</sup> Cruz Bango Yanes  
(colaboradora)



# 15. EL AISLAMIENTO TÉRMICO

M. de Luxán, A. Reymundo, M<sup>a</sup>. C. Bango

En España ha estado vigente, durante los últimos años, la Norma NBE-CT-79, de obligado cumplimiento, que establecía las condiciones térmicas exigibles en los edificios, así como los datos que condicionaban su determinación. El art. 4º “Coeficiente KG del edificio”, que fijaba el valor límite del coeficiente de transmisión térmica global KG, dependía del factor de forma del mismo, zona climática de ubicación y tipo de energía empleada en la calefacción. Como el propio artículo exponía:

*Quedan exceptuados del cumplimiento de este artículo los edificios ubicados en Canarias.*

No obstante, *sí era de obligado* cumplimiento el art. 5º “Coeficientes de transmisión térmica K de los cerramientos”, que limitaba los valores de transmisión térmica de los mismos, en función del tipo y zona climática.

Los valores que se obtenían de la aplicación de esta normativa, proporcionaban un nivel mínimo de aislamiento. Sin embargo, no tenía en cuenta las ganancias solares ni las aclimataciones medioambientales posibles y contemplaba sólo las pérdidas de calefacción generada mediante energías convencionales, generalmente no renovables.

Esto daba lugar a que, en las Islas Canarias, se construyera sin considerar el aislamiento térmico, a pesar de que, un exhaustivo cumplimiento de la normativa en vigor sí exigía que los distintos elementos (paredes, forjados de cubierta, forjados sobre locales no calefactados, ...) limitaran su transmisión térmica.

Es decir, la colocación del aislamiento térmico, a pesar de ser necesario en la edificación convencional canaria, era opcional.

Esto redundaba en un desproporcionado consumo de energía dado lo benigno del clima, ya que las construcciones no soportaban pequeñas modificaciones de la temperatura ambiente, sin producirse sobrecalentamientos debidos al exceso de radiación durante el verano-otoño o enfriamientos excesivos en los meses de invierno.

A pesar de no ser una estrategia definida en el diagrama de Givoni, el aislamiento es un aspecto fundamental para el correc-

to funcionamiento de cualquiera de los sistemas expuestos, por lo que se ha creído conveniente estudiarlo en un apartado propio.

La misión principal del uso de materiales aislantes es evitar o amortiguar el intercambio de calor entre las dos caras, interna y externa, del elemento de la envolvente del edificio donde esté situado (paredes, cubierta, etc.).

## EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

La norma NBE-CT-79 ha quedado derogada por la aprobación del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE), que según su exigencia básica HE1 “Limitación de Demanda Energética”, trata de limitar la demanda energética de los edificios para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de su localidad, uso del edificio, régimen verano-invierno, y por las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar de sus cerramientos, tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor (según convenga) y evitar problemas higrotérmicos.

Para conseguir estos objetivos el Código Técnico limita los valores de transmitancia térmica y factor solar modificado de huecos, para cada tipo de cerramiento y partición interior, en función de la zona climática del edificio, carga interna del mismo (dependiendo su grado de la cantidad de calor disipada en los espacios ocupados), porcentaje de huecos y orientación de los mismos.

Las Zonas Climáticas se identifican por una letra (severidad de invierno) y por un número (severidad de verano), correspondiéndole a Canarias dos zonas, en función de la altitud de la localidad considerada: Zona A3 (para altitudes menores a 800 m) y Zona B3 (para altitudes mayores o iguales a 800 m). Esto refleja que las localidades tipo B3 tienen un clima más severo en invierno e igual en verano.

De esta manera se limita al cumplimiento, por parte de la envolvente del edificio, de unos valores de transmitancia y factor solar determinados para las zonas A3 y B3 respectivamente, de modo que se tendrá que jugar con las características térmicas, posición de colocación y espesor de los elementos constituyentes de los cerramientos así como con las dimensiones y orientación de los huecos, para alcanzar el grado de confort exigido.

En cualquier caso, el Código Técnico de la Edificación tampoco tiene en cuenta las aclimataciones posibles que se generarían utilizando estrategias de diseño solar pasivo, aunque sigue teniendo en cuenta sólo pérdidas de calefacción-aire acondicionado.

Hay una serie de factores considerados como fundamentales en el aislamiento: posición dentro del elemento, material a utilizar y espesor adecuado.

### POSICIÓN DENTRO DEL ELEMENTO

Cuando el material aislante forma parte de un elemento multicapa (caso más habitual), la posición de éste implica un diferente comportamiento del conjunto. Este comportamiento variará según la época en que se esté. La diferencia sustancial entre los diferentes períodos posibles, calefacción, confort y refrigeración está en la posición de la fuente de calor, en ocasiones en el interior del recinto y otras en el exterior.

Este diferente comportamiento puede provocar que situaciones ideales para una determinada época, sean contraproducentes para otra, debiéndose tener en cuenta a la hora de la elección, por ello se estudiará en cada posición el comportamiento en invierno y en verano.

Tres son las posibles situaciones del aislamiento: en la cara interna, en la cara externa o en la cámara intermedia.

### CARA INTERNA

#### Invierno

En edificios convencionales la temperatura interior del recinto aumenta con mayor rapidez al no haber pérdidas para calentar el muro. La temperatura de la superficie interior está más próxima a la del aire durante el período de calentamiento y disminuye al finalizar el aporte de calor. Este sistema exige un sistema de calefacción regulable.

Impide la acumulación de calor solar en muros interiores en contacto con los locales de uso.

#### Verano

Al ser un sistema que aumenta la temperatura máxima interior, produce riesgos de calentamientos excesivos en épocas de

verano, apareciendo la contradicción de funcionamiento entre diferentes períodos.

Impide que los muros refrigerados en la noche estén en contacto con el espacio de uso interior.

### CARA EXTERNA

#### Invierno

Se necesita un mayor período de tiempo para que la temperatura interior del recinto aumente ya que previamente se tiene que calentar el cerramiento desde el interior. Al calentar la totalidad del elemento, se aprovecha la inercia térmica de éste, permitiendo acumular la radiación solar y produciendo la cesión de calor al recinto una vez terminado el aporte de la fuente inicial.

#### Verano

La radiación solar que atravesará la superficie y se transmitirá al interior será menor, siendo reflejado el calor hacia el exterior.

Los elementos de inercia al interior son capaces de enfriarse durante la noche, al abrir los huecos en las horas más frescas, y durante el día son capaces de enfriar el aire interior.

### EN CÁMARA INTERMEDIA

Es una situación intermedia entre las dos anteriores. Manejando la situación de la cámara en el elemento se pueden adoptar los valores que se consideren oportunos.

En el caso de sistemas de ganancias de calor de aporte continuo, la posición del aislamiento no influye de forma significativa, aunque tienen el inconveniente de provocar mayores consumos en el caso de ser calefacción convencional.

*En general, en Canarias, la recomendación sería colocar el aislamiento térmico en todos los paramentos, lo más al exterior posible y evitar los falsos techos en las habitaciones vivideras.*

Para más información acerca del comportamiento térmico de los muros, se puede consultar el programa ANTESOL, M. Martín Monroy. ULPGC.

### VENTAJAS E INCONVENIENTES EN LA POSICIÓN DE AISLAMIENTO

En el caso de poner doble bloque a ambas caras del aislamiento, es recomendable poner el más grueso (de mayor inercia térmica) en la cara interior. Como la doble cámara sólo existe a partir de espesores de 15 cm sería preferible que la composición del muro desde dentro hacia afuera fuese 15+4+9, tal como se indica en la figura 15.1.

Asimismo hay que evitar el puente térmico que se produce entre el zuncho de borde y la viga plana o el forjado, según los casos.

Trabaja aún mejor la solución de forrar toda la estructura con aislamiento y aplicar un mortero de resina específico directamente sobre el aislamiento, ayudado por una malla de fibra de vidrio, ya que se eliminan por completo los puentes térmicos. De este modo, no habría que retrasar la línea de pilares con respecto al forjado.

Actualmente hay varios sistemas reconocidos con Documento de Idoneidad Técnica. En todos ellos el aislamiento exterior es Poliestireno expandido Tipo III.

El aislamiento exterior reduce la amplitud de la onda térmica y mantiene una temperatura más constante.

### MATERIAL A UTILIZAR

Existen muchos materiales que pueden ser utilizados como aislantes. La decisión de cuál es el que se utilizará debe hacerse sobre una base de factores tales como el coste, facilidad de colocación, durabilidad, comportamiento ante el fuego, capacidad de resistir daños físicos, grado de exposición a la intemperie, etc.

La lista que se adjunta debe ser considerada como base por parte del diseñador, a fin de equilibrar las ventajas e inconvenientes de los diferentes materiales, debiendo consultar a los propios fabricantes sobre las características específicas de cada uno de ellos.

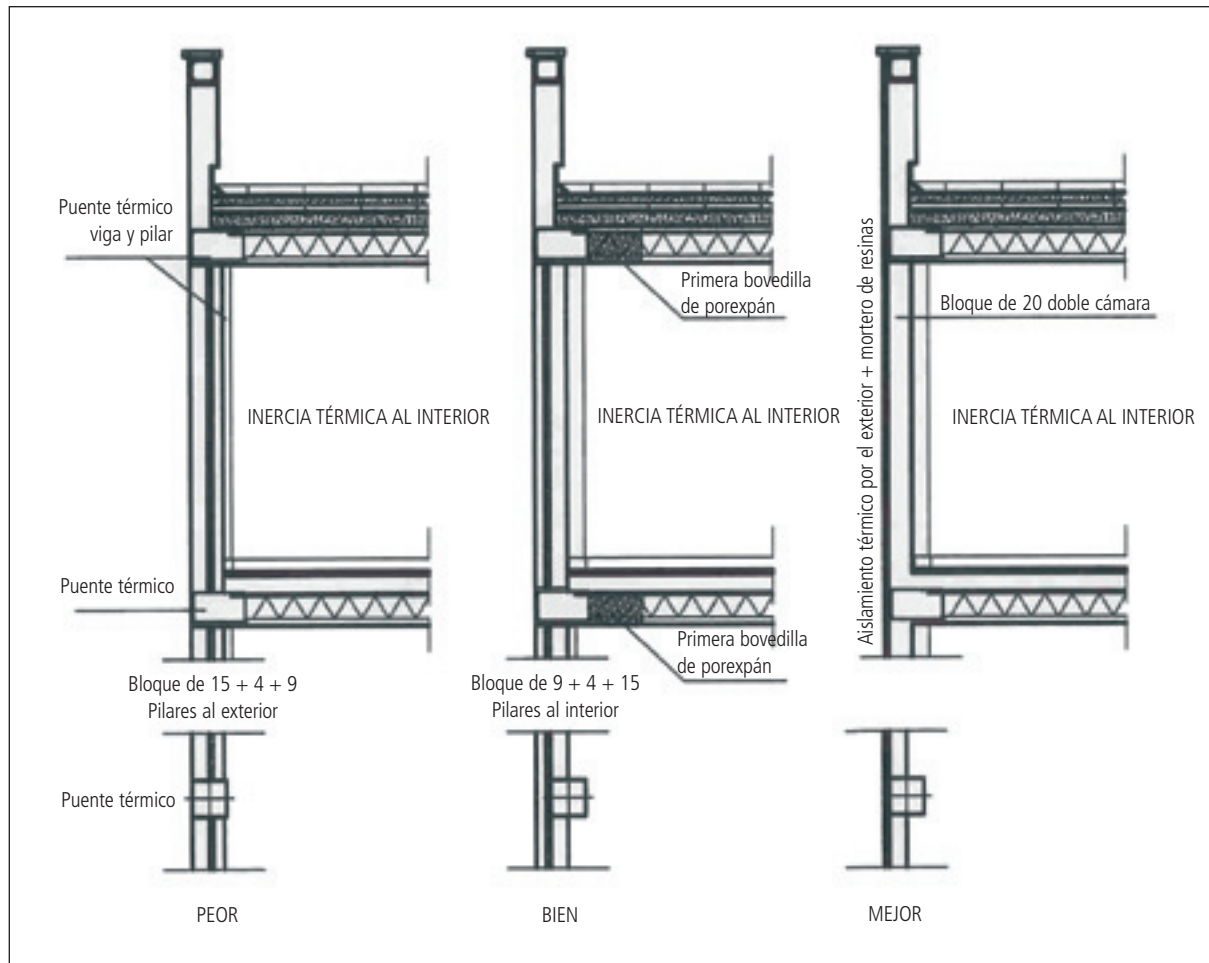


Figura 15.1. Posiciones de aislamiento

## ESPESOR ADECUADO

Como ya se había indicado, el Código Técnico de la Edificación no tiene en cuenta, al igual que la Norma NBE-CT79, las aclimataciones medioambientales pasivas posibles, y contempla sólo pérdidas de calefacción con energías habituales.

Con todo esto, la cumplimentación de los formularios de la NBE-CT-79, aunque de obligada presentación y cumplimiento parcial, se transformaba en un trámite más en el proyecto; lo que realmente interesa es conocer el balance térmico del edificio, para lo que existen varios sistemas de cálculo de pérdidas de calor.

En las páginas siguientes se han estudiado los tipos de muros y forjados más habituales en Canarias, que aparecen en una serie de tablas para apreciar el comportamiento térmico de distintos tipos de muros y forjados con diferentes composiciones y espesores de aislamiento.

Se puede controlar la cantidad de pérdidas y ganancias de calor mediante la modificación de los aislamientos en los cerramientos, controlando así las necesidades caloríficas interiores.

Ahora bien, no se debe suponer que "cuanto más aislamiento mejor"; la realidad es más compleja y no se comporta de un modo lineal.

La colocación de un determinado aislante en un elemento no aislado, reduce significativamente las pérdidas de calor, pero al ir aumentando el espesor del aislamiento se van obteniendo influencias progresivamente menores.

El límite del aislamiento a colocar en un determinado elemento constructivo es de tipo económico: el objetivo es llegar al equilibrio coste/beneficio.

Un aspecto más a tener en cuenta es que cuanto mayor sea el aislamiento por el interior, mayores pueden ser los riesgos de condensaciones entre las diferentes capas que lo conforman. Hay que realizar entonces también un estudio de dichos riesgos de condensación para determinar la colocación de la barrera de vapor adecuada.





# 16. TRANSMISIÓN DEL CALOR EN MUROS Y FORJADOS

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, M<sup>a</sup>. C. Bango Yanes

En este apartado se presentan unos cuadros comparativos del comportamiento térmico de varias composiciones (habituales y propuestas de confort) de muros y forjados.

Se pretende, más que el análisis exacto de soluciones concretas que en parte dependen de características de fabricación y puesta en obra, la comparación entre diferentes combinaciones de materiales para la obtención de conclusiones extrapolables al diseño, pudiendo ser utilizadas como un predimensionamiento en cuanto a la elección de los materiales y a la construcción que más se adecúe para cada caso, una vez hecho el análisis de las estrategias de confort idóneas para cada lugar.

La transmisión del calor en los elementos constructivos es un tema tratado durante los últimos cincuenta años con gran variedad de enfoques y resultados. En cualquier caso es complejo llegar a conseguir mediante una expresión analítica un resultado que coincida con los resultados experimentales.

Los resultados que aparecen en los cuadros siguientes, adaptados en este manual al clima canario, son el resumen de una parte de la investigación realizada por el Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente. Se reflejan los muros más usados en Canarias y se comparan con algunos sistemas constructivos utilizados en la Península.

Para la mejor comprensión de las composiciones idóneas para cada microclima, a continuación se repasan algunas definiciones de utilidad:

## TRANSMITANCIA

Indica el flujo de calor que atraviesa un elemento, en la unidad de tiempo, por unidad de superficie y por unidad de diferencia de temperatura entre los ambientes que delimita.

Indica, también, el valor del aislamiento del elemento, señalando la cantidad de pérdidas de calor que se producen a través del mismo. En los cuadros aparece en  $W/m^2K$ .

## CAPACIDAD TÉRMICA

Evalúa la cantidad de calor que es capaz de acumular 1 m<sup>2</sup> de muro o forjado.

Aparece medido en  $s^{1/2} W/m^2K$ .

## AMORTIGUAMIENTO

Es la relación existente entre la amplitud de la onda de radiación incidente sobre una cara de un elemento y la amplitud de respuesta en la otra cara, tras atravesarlo.

Se da el % de amplitud de onda que se mantiene.

## DEFASE

Indica el período de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y el momento en que, tras atravesarlo, es cedida al otro lado.

Es un dato de gran interés, pues en función de los materiales usados y sus espesores, se puede controlar el período del día en el que empezará a penetrar el calor acumulado.

Se mide en horas.

## MUROS

Se han seleccionado una serie de muros, teniendo en cuenta que el espesor total resulte en torno a los 25-30 cm de manera que su construcción no consuma mucha superficie edificable y que abarquen un abanico de materiales habituales y fáciles de encontrar normalmente en las obras, con costes y soluciones asequibles a la edificación normal. Soluciones de mayor espesor o costo, podrían inferirse aproximadamente a partir de éstas.

Se parte de analizar varios "modelos", considerando un muro base capaz de soportar las normales solicitaciones mecánicas del cerramiento de un edificio.

Cada uno de los modelos se estudia con composiciones diferentes. Señalando las capas del muro desde el exterior al interior, son las siguientes:

### Muro Tradicional Lanzarote (\*):

- Mortero de cal y arena 4 cm + Roca Volcánica 50 cm + Mortero de cal y arena 4 cm + Enlucido de yeso 2 cm

(\*) Según la publicación "Análisis de los materiales empleados en la edificación en la isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental", coordinada por el equipo de Luis Álvarez-Ude (Life Lanzarote 2001-2004).

**Muro Bloque de Hormigón Vibrado (sin aislamiento):**

- Composición 3: Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 25 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 1: Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 15 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro con aislamiento exterior de EPS + Bloque de Hormigón de 20 cm:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro con aislamiento exterior de EPS + Bloque de Hormigón de 25 cm:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 25 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 25 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro con aislamiento exterior de EPS + Bloque de Hormigón de 25 cm de triple cámara con dos cámaras rellenas de arena:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 25 cm / 3c + con dos cámaras rellenas de arena + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 25 cm / 3c + con dos cámaras rellenas de arena + enlucido de yeso 2 cm

**Muro de Bloque de Hormigón 12 cm + EPS + Bloque de Hormigón 6 cm:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm +

Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 6 cm + enlucido de yeso 2 cm

- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 6 cm + enlucido de yeso 2 cm

**Muro de Bloque de Hormigón 9 cm + EPS + Bloque de Hormigón 12 cm:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 9 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 9 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm

**Muro de Bloque de Hormigón 12 cm + EPS + Bloque de Hormigón 12 cm:**

- Composición 1: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm

**Muro Ventilado, Piedra 1,5 cm + Cámara de aire + EPS + Bloque Hormigón 20 cm:**

- Composición 1: Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro Ventilado, Piedra 1,5 cm + Cámara de aire + EPS + Bloque Hormigón 15 cm:**

- Composición 1: Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 15 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 15 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro Ventilado, Tablero fenólico 8 mm + Cámara de aire + EPS + Bloque Hormigón 20 cm:**

- Composición 1: Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

**Muro Ventilado, Tablero fenólico de 8 mm + Cámara de aire + EPS + Bloque Hormigón 15 cm:**

- Composición 1: Tablero fenólico de 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 15 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Tablero fenólico de 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 15 cm / 2c + enlucido de yeso 2 cm

Estas opciones permiten comparar el distinto comportamiento de los muros según los materiales, los espesores y la situación de los aislantes.

(\*) Según la publicación "Análisis de los materiales empleados en la edificación en la isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental", coordinada por el equipo de Luis Álvarez-Ude (Life Lanzarote 2001-2004).

Tipo de muro	Composición	Sin aislamiento	1 cm EPS tipo III	2 cm EPS tipo III	3 cm EPS tipo III	4 cm EPS tipo III	5 cm EPS tipo III	6 cm EPS tipo III
Muro tradicional	50 cm de piedra	0,86	0,70	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37
Muros simples BHV	25 cm/3C	1,22	0,93	0,75	0,63	0,54	0,48	0,42
	20 cm/2C	1,46	1,06	0,84	0,69	0,58	0,51	0,45
	15 cm/2C	1,74	1,20	0,92	0,74	0,62	0,54	0,47
Muros dobles BHV	12 cm + 6 cm	1,64	1,15	0,89	0,72	0,61	0,53	0,47
	9 cm + 12 cm	1,48	1,07	0,84	0,69	0,59	0,51	0,45
	12 cm + 12 cm	1,40	1,03	0,81	0,67	0,57	0,50	0,44
Muros ventilados con BHV 15	Piedra + cámara 2 cm + EPS tipo III + BHV 15 cm	0,74	0,62	0,54	0,47	0,42	0,38	0,35
	Tablero fenólico + cámara + EPS tipo III + BHV 15 cm	0,73	0,61	0,53	0,47	0,42	0,38	0,34
Muros ventilados con BHV 20	Piedra + cámara 2 cm + EPS tipo III + BHV 20 cm	0,69	0,58	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33
	Tablero fenólico + cámara + EPS tipo III + BHV 20 cm	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36	0,33

Tabla 16.1. Transmitancia térmica según el tipo de muro y para diferentes espesores de aislamiento  
Transmitancia en  $W/m^2 K$

Esta tabla se ha realizado con aislamiento de poliestireno expandido. En el caso de utilizar otro tipo de aislamiento, consultar una tabla de equivalencias de espesores con otros materiales aislantes.

	Composición del muro	Amortiguamiento (%)	U (W/m <sup>2</sup> K)	Desfase (h)
Tradicional	Mortero de cal y arena 4 cm + Roca volcánica 50 cm + Mortero de cal y arena 4 cm + Enlucido de yeso 2 cm	99,50	0,86	20,23
Muros simples	Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 25 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	91,30	1,22	8,72
	Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	87,30	1,46	7,27
	Mortero de cemento y resina 2 cm + B.H.V. 15 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	80,60	1,74	5,64
Muros simples aislamiento exterior	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 25 cm/3c (2c con arena)+ enlucido de yeso 2 cm	92,40	0,70	9,90
	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 25 cm/3c (2c con arena)+ enlucido de yeso 2 cm	92,70	0,59	10,08
	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 25 cm/3c + enlucido de yeso 2 cm	92,20	0,63	9,81
	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 25 cm/3c + enlucido de yeso 2 cm	92,50	0,54	9,98
	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	88,60	0,69	8,36
	Mortero de cemento 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	89,10	0,58	8,53
Muros dobles aislamiento en medio	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 6 cm + enlucido de yeso 2 cm	86,60	0,72	7,40
	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 6 cm + enlucido de yeso 2 cm	87,20	0,61	7,44
	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 9 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm	89,70	0,69	8,39
	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 9 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm	90,20	0,59	8,44
	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm	91,70	0,67	9,39
	Mortero de cemento 2 cm + B.H.V. 12 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 12 cm + enlucido de yeso 2 cm	92,00	0,57	9,52
Fachadas ventiladas aisladas	Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	88,10	0,45	8,10
	Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	88,60	0,40	8,27
	Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 15 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	81,80	0,47	6,47
	Piedra 1,5 cm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 15 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	82,60	0,42	6,64
	Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	88,90	0,44	8,36
	Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 20 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	89,40	0,40	8,53
	Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 3 cm + B.H.V. 15 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	83,00	0,47	6,73
	Tablero fenólico 8 mm + Cámara aire 2 cm + Poliestireno expandido tipo III 4 cm + B.H.V. 15 cm/2c + enlucido de yeso 2 cm	83,80	0,42	6,90

Tabla 16.2. Cuadro comparativo de amortiguamiento, coeficiente de transmitancia y desfase horario en diferentes tipos de muros

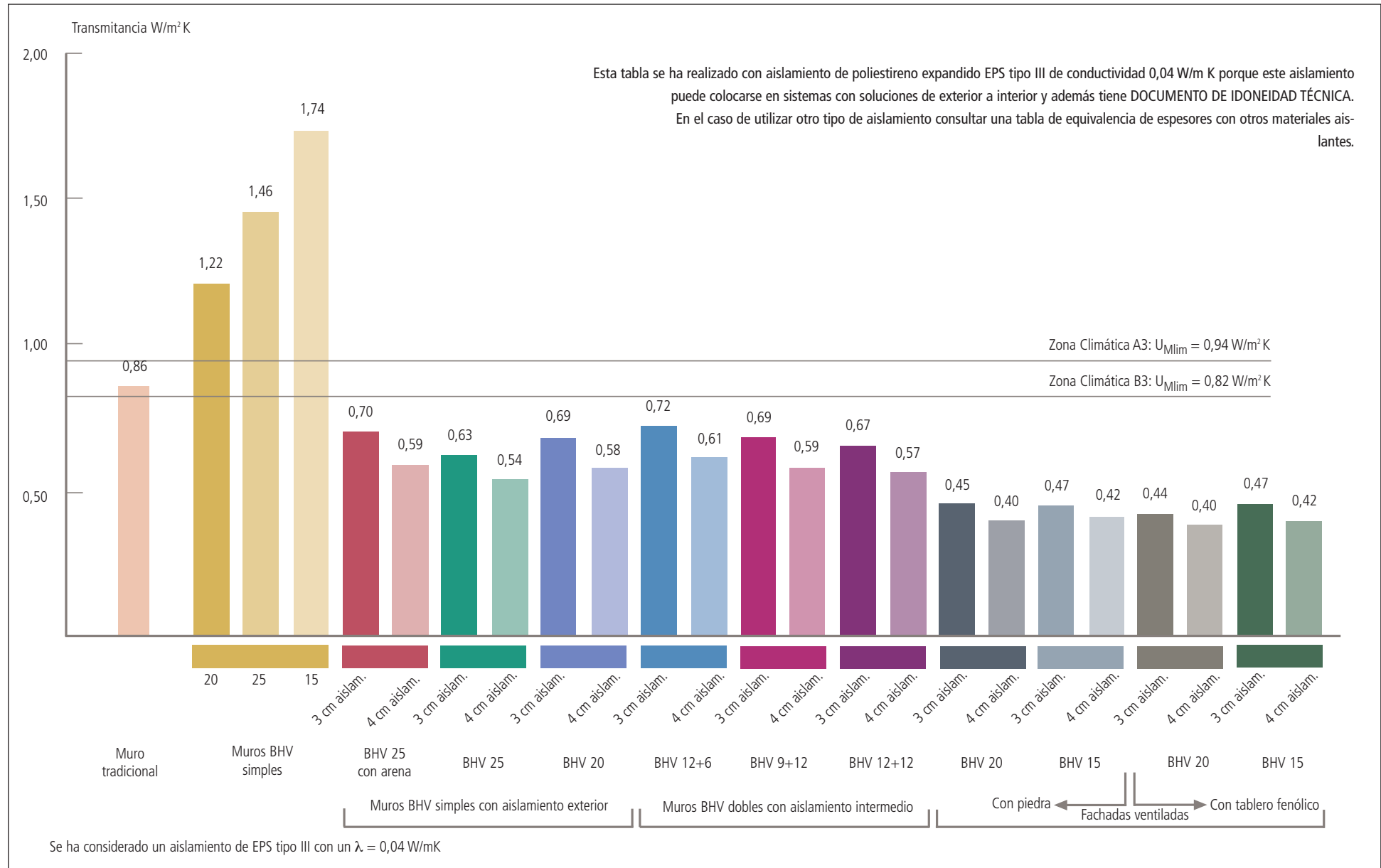


Figura 16.1. Transmitancia Térmica de Muros ( $U_M$ )

Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

## FORJADOS

Se han seleccionado una serie de forjados teniendo en cuenta sus posibilidades de comportamiento térmico que, como puede observarse, son muy distintas y, como en el caso de los muros, con costo y soluciones asequibles a la mayoría de las obras.

Cada uno de los tipos se analiza con composiciones de forjado diferentes.

## CUBIERTAS PLANAS

### Cubierta Tradicional Lanzarote

- Composición 1: Mortero de cal y arena 20 cm + Tablón Pino-Tea.

### Cubierta Actual terminada con Lámina Autoprotegida

- Composición 1: Lámina impermeabilizante autoprotegida + Mortero de cemento 10 cm + Capa de compresión hormigón 5 cm + Bovedilla hormigón 25 cm + Enlucido de yeso 2 cm

### Cubierta Actual terminada con Pavimento sin aislamiento

- Composición 1: Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 1 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Capa de compresión hormigón 5 cm + Bovedilla hormigón 25 cm + Enlucido de yeso 2 cm

### Cubierta actual con Aislamiento:

- Composición 1: Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 3 cm + Poliestireno extruído 3 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Capa de compresión hormigón 5 cm + Bovedilla hormigón 25 cm + Enlucido de yeso 2 cm
- Composición 2: Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 3 cm + Poliestireno extruído 5 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Capa de compresión hormigón 5 cm + Bovedilla hormigón 25 cm + Enlucido de yeso 2 cm
- Composición 3: Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 3 cm + Poliestireno extruído 8 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Capa de compresión hormigón 5 cm + Bovedilla hormigón 25 cm + Enlucido de yeso 2 cm

Composición del forjado	Amortiguamiento (%)	U (W/m²K)	Desfase (h)
Lámina impermeabilizante autoprotegida + Mortero de cemento 10 cm + Forjado unidireccional de vogueta y bovedilla 25 cm	90,40	1,71	8,46
Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 1 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Forjado unidireccional de vogueta y bovedilla 25 cm + Enlucido de yeso 1,5 cm	94,30	1,63	9,91
Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 1 cm + Poliestireno extrusionado XPS 3 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Forjado unidireccional de vigueta y bovedilla 25 cm + Enlucido de yeso 1,5 cm	93,60	0,59	9,87
Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 1 cm + Poliestireno extrusionado XPS 5 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Forjado unidireccional de vigueta y bovedilla 25 cm + Enlucido de yeso 1,5 cm	94,30	0,42	11,03
Baldosín Catalán 2 cm + Mortero de Cemento 1 cm + Poliestireno extrusionado XPS 8 cm + Lámina impermeabilizante + Mortero de cemento 10 cm + Forjado unidireccional de vigueta y bovedilla 25 cm + Enlucido de yeso 1,5 cm	95,30	0,29	11,74

Los valores que están en rojo corresponden a composiciones que no cumplen las exigencias mínimas del CTE

Tabla 16.3. Cuadro comparativo de amortiguamiento, coeficiente de transmitancia y desfase horario en diferentes tipos de muros

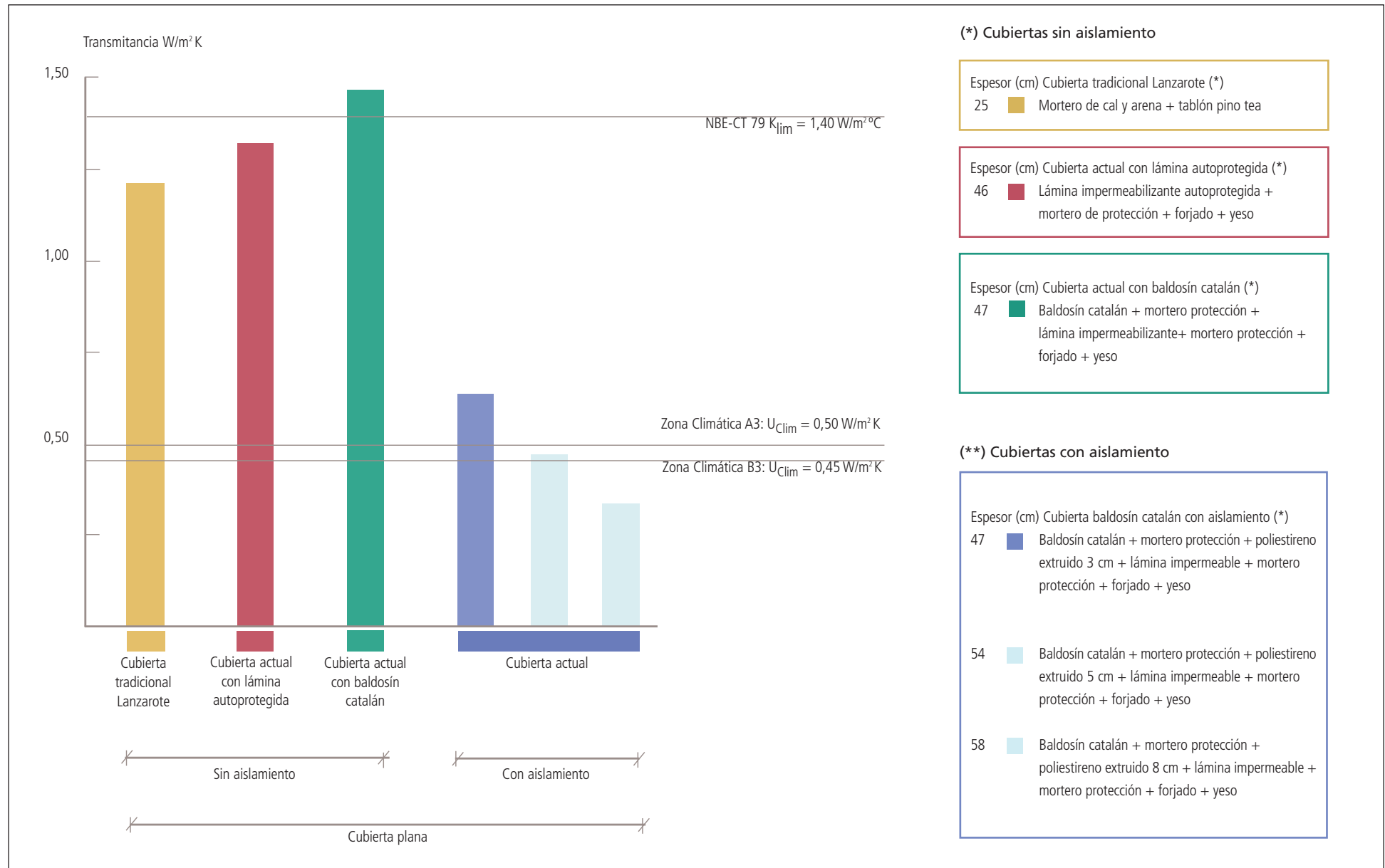


Figura 16.2. Transmitancia Térmica de Cubiertas ( $U_c$ )  
Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

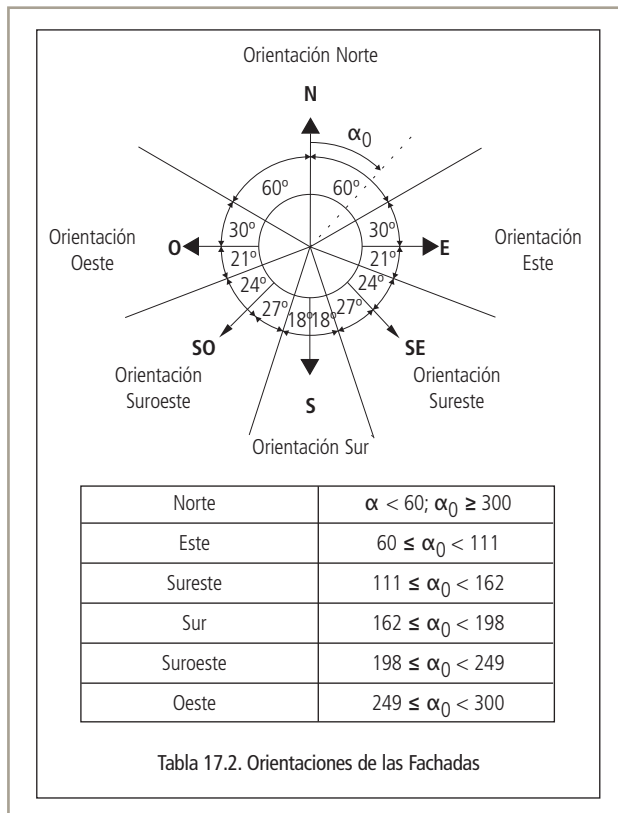




# 17. TRANSMISIÓN TÉRMICA EN HUECOS

M. de Luxán García de Diego, A. Reymundo Izard, M<sup>a</sup>. C. Bango Yanes

En cuanto a la transmitancia por los huecos, tendremos en cuenta la limitación de varios factores que se indican a continuación y, como vemos, *el CTE* distingue dichos límites para cada fachada. El documento *penaliza las fachadas norte* y considera óptimas las fachadas sur en cuanto a exigencias de transmitancia.



Transmitancia límite de huecos según CTE/HE-1										
Zona climática A3										
	Transmitancia límite de huecos ( $U_{Hlim}$ ( $W/m^2 \cdot K$ ))				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
% Huecos	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
< 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$11 \leq \% \leq 20$	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$21 \leq \% \leq 30$	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
$31 \leq \% \leq 40$	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
$41 \leq \% \leq 50$	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
$51 \leq \% \leq 60$	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39

Tabla 17.1. Transmitancia límite de huecos según CTE/HE1 para la zona climática A3  
En los casos en que la transmitancia de muros sea inferior a  $0,67 W/m^2 \cdot K$ , se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis.

*En los climas canarios más cálidos (zona A3), la peor orientación no es la norte, sino la oeste, ya que es la más difícil de proteger en verano durante las últimas horas del día en que existe mayor radiación solar acumulada en los edificios.*

#### Los factores que intervienen en la limitación de ganancias-pérdidas indeseables, para los huecos son:

- 1) La transmitancia por el propio vidrio y por el marco de la carpintería (controlar la absortividad del marco, cuanto más oscuro, mayores captaciones tendrá)
- 2) El factor solar: es decir, lo que se puede mejorar el vidrio para evitar ganancias o pérdidas térmicas indeseables (P. ej.: vidrios de baja emisividad, reflectantes, ...)
- 3) El factor sombra que se pueda añadir a los huecos de las distintas fachadas mediante:
  - a. Voladizos
  - b. Retranqueos del hueco sobre la fachada
  - c. Lamas horizontales
  - d. Lamas verticales
  - e. Toldos
- 4) La permeabilidad al aire de las carpinterías.

Así pues, al igual que se hizo con los muros:

*Es importante tener en cuenta al diseñar que cuanto mayor sea el tamaño del hueco, más ganancias térmicas indeseables tendremos en verano y más pérdidas en invierno y que en verano, que es cuando más energía se consume debido al aire acondicionado, se conseguiría mayores ahorros y confort térmico con una protección solar adecuada del hueco, que mejorando el vidrio y el marco, soluciones que suelen ser más caras y menos eficientes.*

A continuación se aportan unas tablas donde se han analizado las carpinterías más habituales y sostenibles con que se construye habitualmente en Canarias, para fachadas con porcentajes de huecos entre el 11 y el 50%.

Se estima que utilizando porcentajes mayores de huecos en fachadas, el ahorro energético queda seriamente comprometido ya que las fachadas quedan más vulnerables a tener ganancias o pérdidas térmicas indeseables, a la vez que disminuye la capacidad de "acumulación de confort" por sistemas pasivos, dada la disminución de inercia térmica de los muros.

Los tipos de marco que se han analizado son:

- 1) Marco de madera, debería tener acreditada la sostenibilidad de su procedencia.
- 2) Marco de aluminio.
- 3) Marco de aluminio con rotura de puente térmico.

Todas se han analizado con diferentes tipos de vidrios (simples, dobles, de baja emisividad, ...) calculándose la transmitancia para cada una de ellas con su vidrio correspondiente.

*Porcentajes de vidrio en fachada superiores al 30% comprometen el aprovechamiento adecuado de la inercia térmica de los muros, necesaria en la arquitectura solar pasiva*

*En Canarias deben procurarse evitarse los lucernarios convencionales que no puedan protegerse de la radiación solar, ya que suponen pérdidas térmicas en invierno durante la noche y aportes menores que los que vendrían de un hueco orientado a sur y, por otro lado, aportes indeseables en verano (hasta 8.000 Wh/m<sup>2</sup>.día en el mes de Junio, como puede verse en la gráfica ya estudiada en el capítulo correspondiente a la radiación solar).*

El tamaño de las ventanas captoras depende de varios factores: orientación, características del vidrio, etc., pero muy simplificada podría recomendarse para un clima templado como el canario que la superficie de ventana captora al Sur, en relación a la superficie útil del local a calefactar se aproximase a la indicada en la tabla 17.3.

Temp. media Exterior Enero	Sup. de ventana al Sur en % de Sup. útil de local con vidrio sencillo	
	Zona A3	Zona B3
De +8°C a +12°C	12%	16%
>+12°C	10%	14%

Tabla 17.3.

Sup. de ventana al Sur en % de Sup. útil de local con vidrio sencillo

Escogiendo los valores más bajos en altitudes menores a 800 m (Zona A3 según nuevo Código Técnico) y los más altos en las altitudes superiores a 800 m (B3 según nuevo Código Técnico).

Estos valores son para ventanas con vidrio simple con un factor solar del 85% aproximadamente; si se colocasen vidrios dobles, de baja emisividad, etc., con factor solar más bajo, habría que aumentar el tamaño de la ventana según el % de disminución del factor solar del vidrio.

	Factor solar del vidrio	Coefficiente sobre vidrio simple
Vidrio simple 6 mm	85%	1
Vidrio doble 6+8+4	75%	1,13
V. doble baja Emisividad 6+8+4	65 %	1,30

Tabla 17.4.

Factor solar del vidrio y coeficiente a aplicar según tipología del vidrio

La primera columna es el factor solar del vidrio, y la segunda es el coeficiente por el que habría que multiplicar la superficie de hueco si en vez del vidrio simple que se indica en el cuadro, se pusiera doble o de baja emisividad.

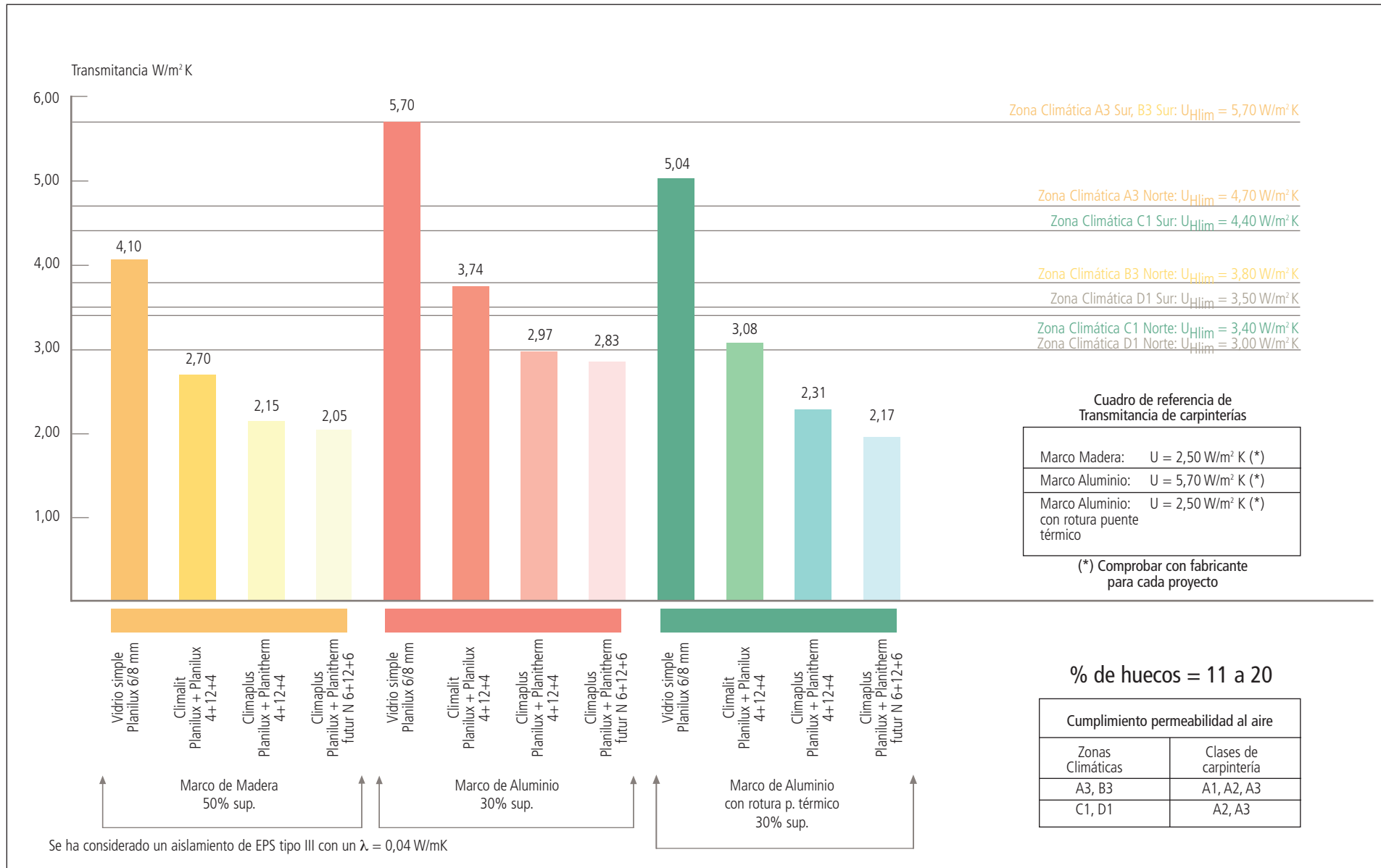


Figura 17.1. Transmitancia Térmica de Huecos ( $U_H$ )

Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

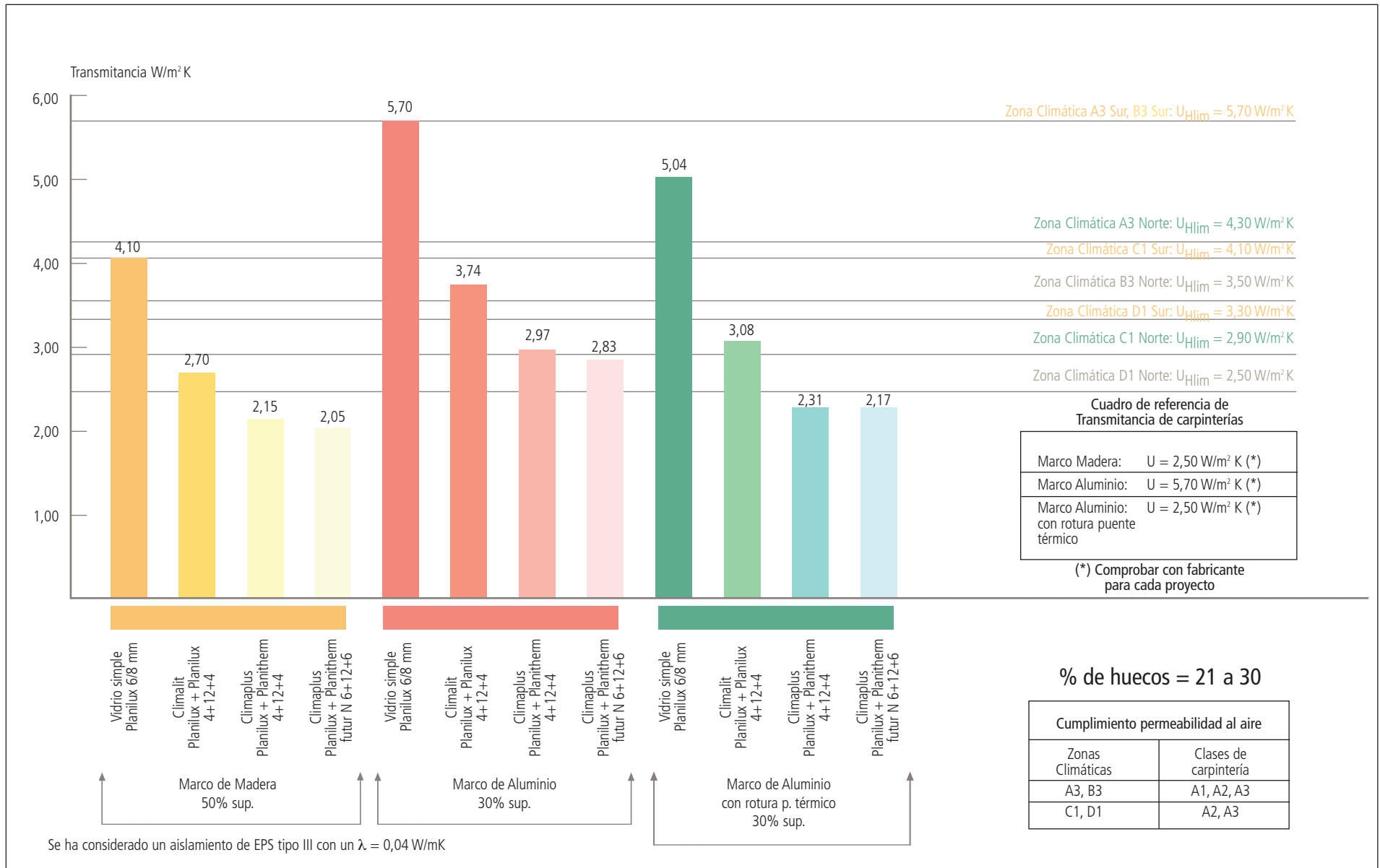


Figura 17.2. Transmitancia Térmica de Huecos ( $U_H$ )  
Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

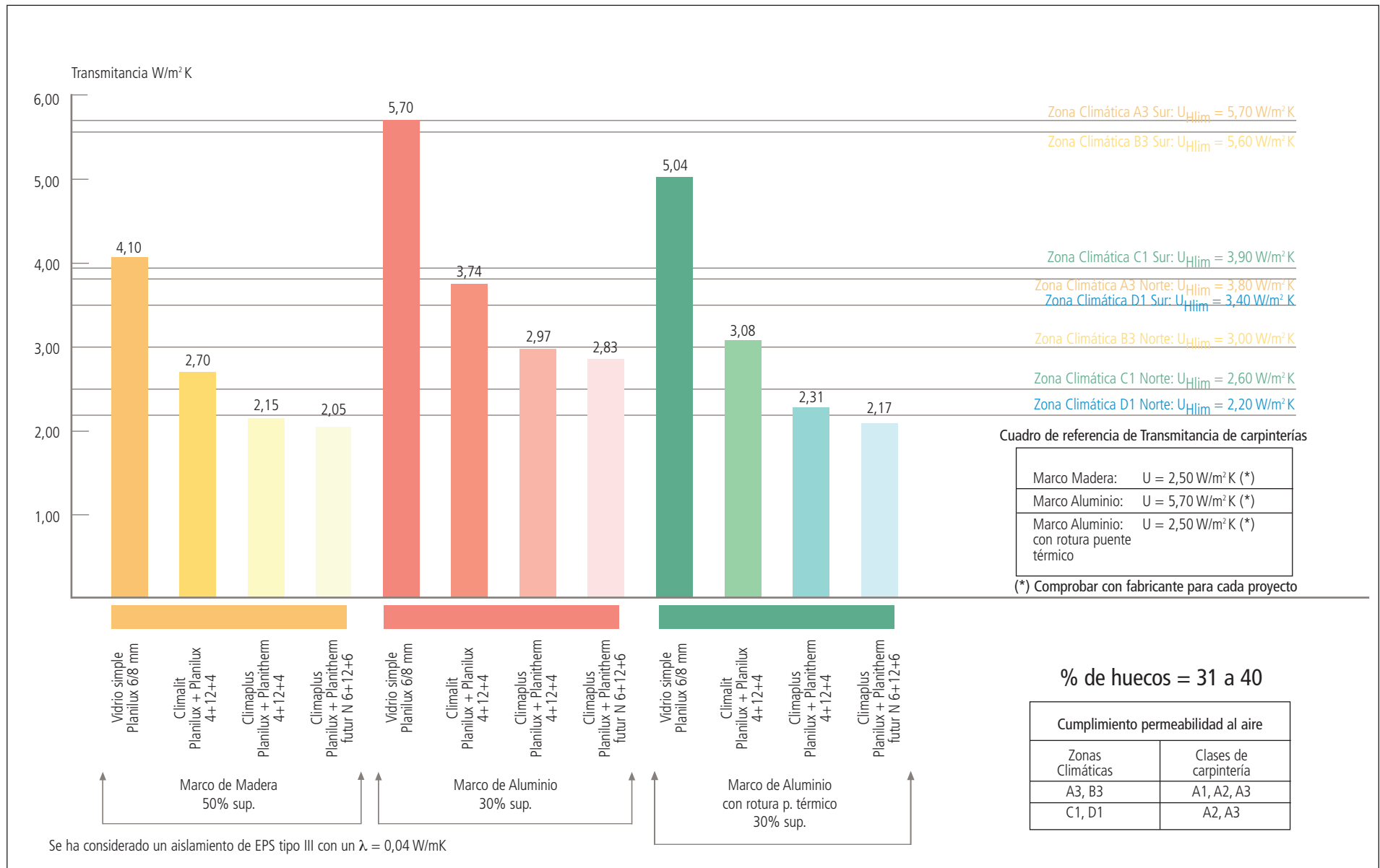


Figura 17.3. Transmitancia Térmica de Huecos ( $U_H$ )  
Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

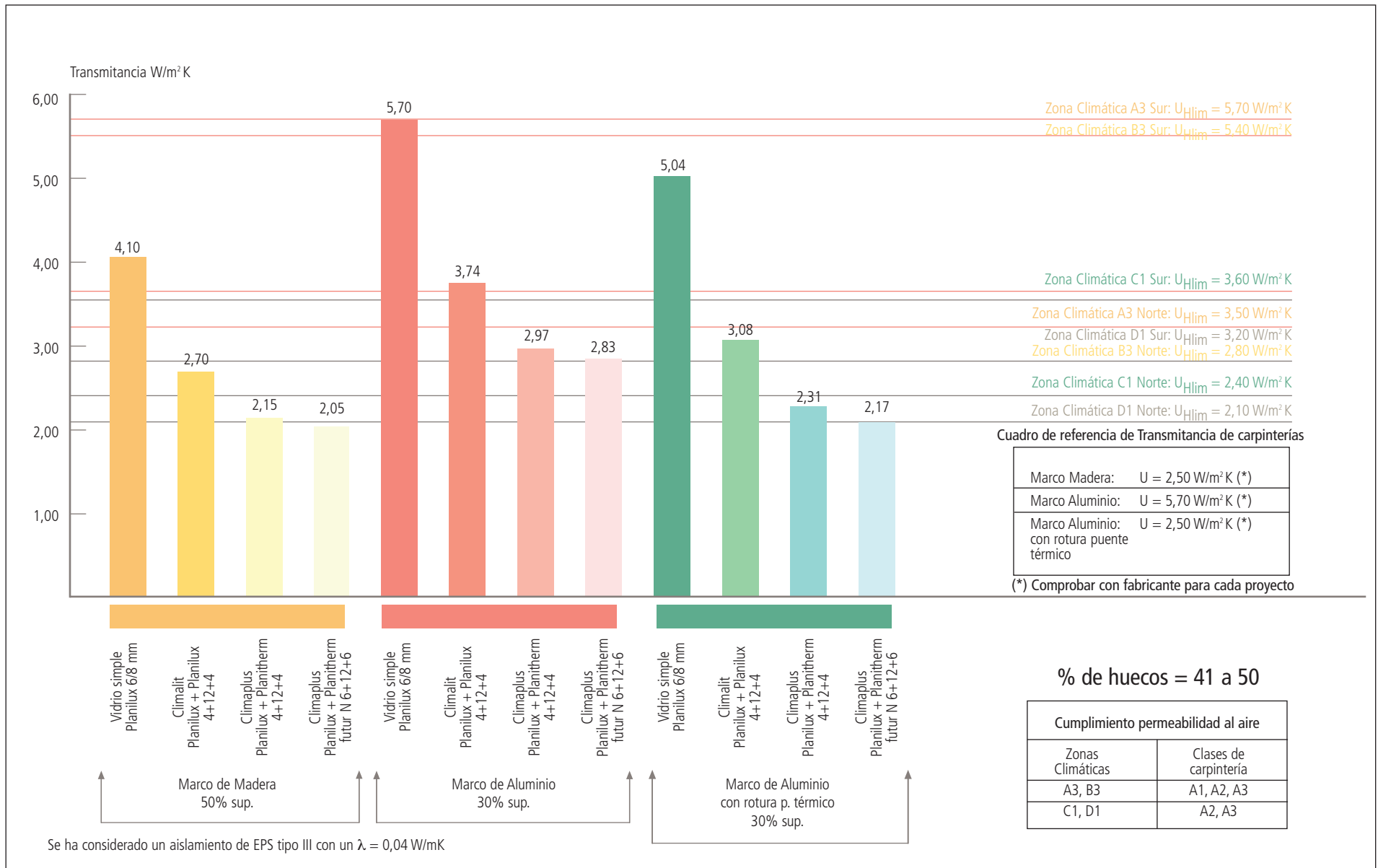


Figura 17.4. Transmitancia Térmica de Huecos ( $U_f$ )

Elaboración propia: M. de Luxán, A. Reymundo, M. Bango

## **BLOQUE VII**

# CONCLUSIONES

Margarita de Luxán García de Diego  
Araceli Reymundo Izard  
(autoras)





## 18. CONCLUSIONES

M. de Luxán García, A. Reymundo

Son las condiciones de cada lugar las que marcan las exigencias y capacidades que hay que pedir a la arquitectura como medio de mejorar, a través de la edificación, las situaciones base; no existe por lo tanto "la casa bioclimática" única sino "casas bioclimáticas" para cada lugar, para cada situación.

Uno de los problemas que pueden presentarse con la difusión y transformación en "moda" de los diseños de los edificios ecológicos, es que se importen indiscriminadamente soluciones y tecnologías proyectadas para otros entornos naturales, de climas con regímenes de temperaturas, vientos y humedad y soleamiento diferentes, copiándolos porque hayan logrado una imagen atractiva, sin interpretarlas y traducirlas a condiciones distintas.

Para hacerse una idea de lo antes dicho, en la figura 18.1, como ejemplo, se ha hecho una simplificación de la carta bioclimática de Olgay, con los datos climáticos del área de Berlín, del área de París, del área de Londres y de algunas de las capitales de provincia andaluzas.

Puede observarse, en las áreas de Berlín, París o Londres, que los mayores problemas derivan del frío, los cuales no podrían salvarse en ningún caso con sistemas solares pasivos y que rebasan ampliamente las zonas de posible corrección con medios bioclimáticos.

Parece lógico que estas condiciones deriven en tecnologías y materiales que busquen la producción y el mantenimiento del calor por todos los medios, más aún si se tiene en cuenta que la radiación diaria global en enero es, aproximadamente, de 1 kWh/m<sup>2</sup> y de 5,4 kWh/m<sup>2</sup> en julio, tomando una media de estas áreas.

Se puede y se deben estudiar los documentos que muestran arquitecturas de otras áreas, pero para ver los métodos de estudio que siguen y los factores que tienen en cuenta, no para copiar sus soluciones, ya que muchas veces, al estar proyectadas para sus condiciones climáticas, resultarían hasta contraproducentes aplicarlas a las condiciones climáticas canarias.

En este sentido es urgente avanzar en la investigación sobre materiales, técnicas y sistemas acordes con las necesidades y capacidades medioambientales locales específicas, si no se quiere caer en distorsiones y contrasentidos absurdos.

Las posibilidades de desarrollar en Canarias arquitectura integrada en su medioambiente y energéticamente consciente son evidentes, ya que se dispone de unos climas relativamente cercanos a los reconocidos científicamente como confortables, benignos en comparación con otras latitudes, y cuenta, además, con la opción de captar y manejar valores de radiación solar apreciables durante todas las estaciones anuales.

Cabe observar que en los climas canarios hay que tener muy en cuenta los posibles problemas de recalentamiento ya que la radiación diaria global en enero es de 3,27 kWh/m<sup>2</sup> y en julio de 6,80 kWh/m<sup>2</sup>, tomando una media del territorio.

Analizando las capitales canarias, se ve que en la mayoría de ellas, y en condiciones diurnas, podría entrarse en zona de confort con medios bioclimáticos en invierno y que, asimismo, puede conseguirse el confort en verano en casi todas por medios naturales.

Por todo lo antedicho cabe concluir que el campo de la arquitectura bioclimática y energéticamente consciente en

Canarias, se presenta abierto y pleno de posibilidades para insertarse en los sistemas habituales de proyectación arquitectónica.

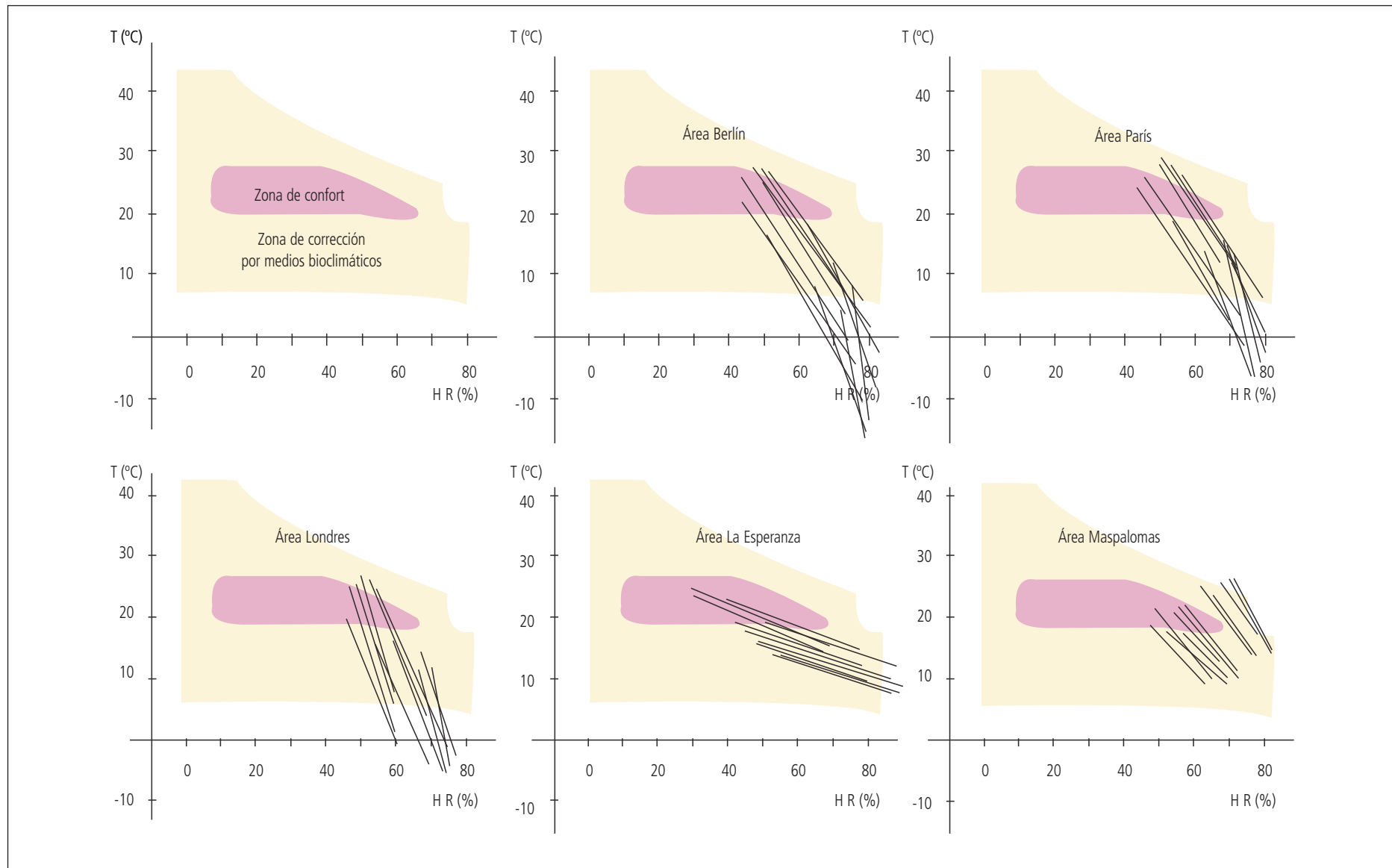


Figura 18.1. Climogramas comparativos de otras latitudes.

## 19. BIBLIOGRAFÍA

### Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño.

Margarita de Luxán, Flavio Celis, Fernando da Casa, Ernesto Echeverría, Isidro Villota (SAIMA). Junta de Andalucía. Sevilla 1997.

### Aplicación de soluciones y recomendaciones de adecuación bioclimática para el diseño de viviendas de promoción oficial y sus elementos constructivos.

Margarita de Luxán, Flavio Celis, Fernando da Casa, Ernesto Echeverría (SAIMA). MOPTMA 1993. Madrid 1993.

### Estudio de las posibilidades de actuación con criterios de sostenibilidad en la rehabilitación privada de viviendas en Madrid.

Margarita de Luxán, Mariano Vázquez, Ricardo Tendero, Gloria Gómez, Emilia Román, Mar Barbero. EMVS 2005.

### Acondicionamiento y energía solar en arquitectura.

César Bedoya Frutos, Javier Neila González. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Madrid 1986.

### La inercia y la estabilidad térmica en las construcciones.

Fco. Javier Neila González. Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

### Aplicación de soluciones y recomendaciones de adecuación bioclimática para el diseño de viviendas de promoción oficial y sus elementos constructivos.

Seminario de arquitectura integrada en su medio ambiente. MOPTMA. Madrid 1993

### Análisis de los materiales empleados en la edificación en la isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental.

Luis Álvarez-Ude y diversos autores (AUIA y UPC). LIFE LANZAROTE 2001-2004 Unión Europea. Cabildo de Lanzarote.

### Architecture et Climat.

Varios autores. Services de Programmation de la Politique Scientifique. Bruselas 1986.

### Arquitectura Bioclimática.

Jean Louis Izard, Alain Guyot. Ed. Gustavo Gili. México D.F. 1983.

### Arquitectura solar natural.

David Wright. Ed. Gustavo Gili. México 1983.

### Arquitectura radical. Arquitectura del pueblo.

Arturo García Arroyo. Ed. Instituto Eduardo Torroja, C.S.I.C. Madrid 1974.

### Arquitectura Solar.

Guillermo Yáñez. Ed. M.O.P.U. Dirección General para la Vivienda y la Arquitectura. Madrid 1988.

### Atlas Climático de España.

Dirigido por Inocencio Font Tullot. Ed. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid 1983.

### Atlas de la Radiación Solar en España.

Inocencio Font Tullot. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid 1984.

### Bases para el diseño solar pasivo.

Equipo de ahorro de energía en la edificación, Arturo García Arroyo y otros. Ed. Instituto Eduardo Torroja C.S.I.C.

### Clima, Lugar y Arquitectura.

Rafael Serra Florensa. Ed. C.I.E.M.A.T. Madrid 1989.

### Clima y Urbanismo.

Justo Uslé Álvarez. Ed. Dpto. de Publicaciones de alumnos de la U.P.M. Madrid.

### Climatología de España y Portugal.

Inocencio Font Tullot. Design with Climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism. Victor Olgyay. Ed. Princeton University Press. New Jersey 1973.

### Effects of Heat Storage and variation in outdoor temperature and solar intensity on heat transfer through walls.

Alford, Ryan, Urban. A.S.H.U.E. Transactions, VI 45. 1939.

### El clima en la cuenca baja del Guadalquivir.

J.J. Molina.

### El libro del clima.

Varios autores. Ed. H. Blume. Madrid 1983

**El libro de la Energía Solar Pasiva.**

Edward Mazria. Ed. Gustavo Gili. México 1983.

**El acristalamiento con luna pulida Cristañola y con luna "Securit".**

Centro de Información Técnica del Vidrio. CITAV. 1962.

**El vidrio en la construcción. Situación actual y orientación de la I + D.**

José Antonio Coto. Informes de la construcción, vol. N° 43. Enero/ Febrero 1992.

**Energía, Medio Ambiente y Edificación.**

Philip Steadman. Ed. H. Blume. Madrid 1978.

**Energía para la vida.**

Ronald Alves, Charles Milligan. Ed. H. Blume. Madrid 1985.

**Energía solar, edificación y clima.**

Guillermo Yáñez. Ed. M.O.P.U. Madrid 1982.

**Energy Conscious Design.**

Varios autores. Ed. J.R. Goulding, J. Owen Lewis, T. Steemers. Bruselas 1992.

**European Solar Handbook.**

Varios autores. Ed. P. Achard, R. Gicquel. Commission of the European Communities. Bruselas 1986.

**Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología.**

Varios autores. Coord. Ignacio claver Farias. CEOTMA, Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo. Madrid 1982.

**Influencias de la transmisión térmica sobre el confort de interiores.**

Arturo García Arroyo y otros. Ed. Instituto Eduardo Torroja. C.S.I.C. Madrid.

**La influencia del clima en la edificación. Sistemas pasivos de energía solar.**

Asociación de aplicaciones de la electricidad. ADAE. Madrid.

**La casa solar. Diseño y construcción.**

Donald Watson. Ed. H. Blume. Madrid 1985.

**La Casa Pasiva. Clima y ahorro energético.**

The American Institute of Architects. Ed. H. Blume. Madrid 1984.

**Las energías alternativas en la arquitectura.**

Varios autores. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Madrid 1982.

**Los climas de España.**

José Angel Jaime Capel Molina. Barcelona 1971.

**Manual de aislamiento. ISOVER.**

Cristalería Española S.A. Madrid 1992.

**Manual de la ventana.**

Margarita Mendizábal. M.O.P.U. Madrid 1984

**Mapa eólico nacional.**

Instituto Nacional de Meteorología. Madrid 1988.

**Periodic Heat Flow. Homogeneous Walls or Roofs.**

C.O. Mackey, L.T. Wright. Ed. A.S.H.U.E. Transactions, Vol. 50. 1944.

**Periodic Heat Flow. Composite Walls of Roofs.**

C.O. Mackey, L.T. Wright. Ed. A.S.H.U.E. Transactions, Vol. 52. 1946.

**Second European Conference on Architecture.**

Varios autores. Ed. Theo C. Steemers, Wolfgang Palz. Commission of the European Communities. Bruselas 1990.

**Solar control and shading devices.**

Olgay & Olgay. Ed. Princenton University Press. New Jersey 1973.

**Soleil et architecture.**

Mieczylaw Twarowsky. Arkady - Dunod. 1967.

**Summer Comfort Factors as influenced by the thermal properties of building materials.**

C.O. Mackey, L.T. Wright. Ed. A.S.H.V. Transactions, Vol. 49. 1943.

**Transmisión del calor.**

Alan J. Chapman. Ed. Bellisco. Madrid. 1990.

**Working in the city.**

Competition conditions and procedures. Commission of the European Communities. 1989.

**Borrador definitivo del Código técnico de la Edificación.**

Ministerio de Fomento.

**Norma Básica de la edificación NBE-CT-79 sobre condiciones térmicas en los edificios.**

Real decreto 1490/75.

**Y diversos folletos publicitarios informativos de las siguientes casas comerciales:**

- 3M.
- Cristalería Española S.A.
- Diseño Solar.
- Douglass Ariño S.A.
- D.T.I.
- Luxguard.
- Murguía S.A.
- Riso S.A.
- Hyspalit S.A.

## REFERENCIAS

- Alcorn, J.A.; & G. Baird (1996) «Embodied Energy Analysis of New Zealand Building Materials - Methods and Results», Conference Embodied energy - the current state of play, Deakin University, 28-29 November 1996, pp. 61-71.
- Alcorn, J. A.; & P.J. Haslam (1996) «The Embodied Energy of a Standard House -- Then and Now», Conference Embodied energy - the current state of play, Deakin University, 28-29 November 1996, pp. 133-140.
- Atkins, P.W (1984) The second law. s.c.: Scientific American Books, Inc.
- Bejan, Adrian (2004) Convection Heat Transfer. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 3rd ed.
- Calero, R. et al. (1994) Posibilidad de ahorro doméstico en Canarias. Las Palmas: Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Ceresulea Puche, Antonio (1985) Rehabilitación ambiental con métodos tradicionales. Madrid: COAM.
- Duffie, J. and W. Beckman (1992) Solar Engineering of Thermal Processes. s.c.: John Wiley and Sons, 1992 (2nd ed.). 919 pp.
- EU (2002) Best Practice Projects Yearbook 1997-2000. Madrid: IDAE/European Communities.
- Estevan, Antonio; Ballesteros, Gregorio (1996) Diseño de programas integrados de gestión de la demanda del agua. Madrid: MOPTMA.
- Hernández Aja, Agustín (ed.) (1985) Rehabilitación. Madrid: Gerencia Municipal de Urbanismo, Instituto Juan de Herrera, SPyOT.
- Hernández González, Cayetano (1993) Manual de energía solar fotovoltaica. Madrid: IDAE.
- IDAE (2004) Instalaciones de Energía Solar Térmica para Comunidades de Vecinos Madrid: IDAE (folleto promocional).
- Jaques, Roman (1996) «Energy Efficiency Building Standards Project - Review of Embodied Energy», Conference Embodied energy - the current state of play, Deakin University, 28-29 November 1996, pp. 7-14.
- Mardaras, Iker & Mikel Cepeda (2004) «Cuantificación energética de la construcción», Comunicación al Foro Arca 2. Madrid: CSCAE/COAM.
- Martín Monroy, Manuel. Programa ANTESOL. Análisis Térmico de Cerramientos Soleados. ETSA Las Palmas de Gran Canaria.
- Moewes, Gunther (1997) «Solar, defensiv ober beides?», Detail, 3/1997.
- Naredo, José Manuel; Antonio Valero (1999) Desarrollo económico y deterioro ecológico Madrid: Fundación Argentaria/ Visor.
- Naredo, José Manuel (dir); et al. (2000) Composición y valor del patrimonio inmobiliario en España. Madrid, Ministerio de Fomento, Serie Monografías, 85 pp.
- Norgard, Jorgen S. (1993) «Energía para el confort personal: opciones eficaces y límites», en Energía para el mañana: conferencia sobre "energía y equidad para un mundo sostenible", Madrid: Los libros de la catarata.
- Ortiz, Antonio (1999) «Cuantificación de la extracción de rocas y minerales de la corteza terrestre», en Naredo & Valero (1999:103-137).
- Pears, Alan (1996) «Practical and Policy Issues in Analysis of Embodied Energy and its Application», Conference Embodied energy - the current state of play, DeakinUniversity, 28-29 November 1996, pp. 15-22.
- Phylipsen, G.J.M.; E.A. Alsema (1995) Environmental lifecycle assessment of multicrystalline silicon solar cell modules. Utrecht: Department of Science, Technology and Society of Utrecht University. Report no. 95057.
- Ramón Moliner, Fernando (1980) Ropa, sudor y arquitecturas. Madrid: H. Blume Ediciones.
- Ramón Moliner, Fernando (1983) Normativa exigencial de habitabilidad en la vivienda. Desarrollo ordenancístico. Madrid: MOPU, Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Borrador mecanuscrito.
- Ramón Moliner, Fernando (1985) «Exigencias de habitabilidad y posible normalización», en Hernández, 1985:83-92.
- Salomonsson, G.D.; & M.D. Ambrose (1996) «Product Comparison Methods», Conference Embodied energy - the current state of play, Deakin University, 28-29 November 1996, pp. 23-31.
- Sayigh, A. and J. McVeigh (eds.) (1992) Solar Air Conditioning and Refrigeration s.c.: Pergamon Press, 1992. 298 pp. ISBN No. 0080407501.
- SEDIGAS (2004) La energía solar y el gas. Barcelona: Sedigas (Asociación española del gas). 24 pp.
- Stodolsky, F.; A. Vyas, R. Cuenca & L. Gaines (1995) «Life-Cycle Energy Savings Potential from Aluminum-Intensive Vehicles», Argonne (Illinois): Transportation Technology R&D Center of Argonne National Laboratory. (Paper presented at 1995 Total Life Cycle Conference).
- Valero, Antonio (1999) «El «coste ecológico» de la energía eléctrica. Un ejemplo de cálculo.», en Naredo & Valero

(1999:219-222).

Vázquez Espí, Mariano (2001) «Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales», Informes de la construcción, nº 471, pp. 30-43. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Vale, Blenda; Vale, Robert (1991) Green Architecture. Design for a sustainable future. London: Thames and Houdson, Ltd.

#### SITIOS WEB DE INTERÉS

---

- [www.habitat.aq.upmes](http://www.habitat.aq.upmes)
- [www.e-sostenible.org](http://www.e-sostenible.org)
- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- <http://editorial.dca.ulpgc.es/ftp/ambiente/antesol/>
- <http://editorial.dca.ulpgc.es/ambiente/2clima/index.htm>
- [www.squ1.com](http://www.squ1.com)
- <http://www.susdesign.com/overhang/index.php>
- <http://eduambiental.org>