

## CLIMA Y ARQUITECTURA

**Este artículo es un extracto del capítulo 2 del libro: Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia.**

**Autores: Jorge D. Czajkowski y Analía F. Gómez. Publicado por la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 1994.**

Las construcciones humanas deben adecuarse bioclimáticamente para conformar un hábitat racional, económico y con el mayor grado de eficiencia que permita cada momento histórico. Pero entonces surge la primer pregunta a la hora de iniciar el proceso de diseño en un sitio. ¿Cómo es el clima?, además de otras dudas como: ¿cuáles son las variables climáticas intervenientes?, ¿cómo interactúan entre ellas y sobre las construcciones? y muchas otras.

El primer paso es obtener datos que nos permitan analizar el clima de un sitio. Estos datos podemos obtenerlos de las "Estadísticas climatológicas" que publica el Servicio Meteorológico Nacional S.M.N. La última edición contiene los datos correspondientes a la década 1971-80, sobre una base de 170 estaciones meteorológicas.

Las tablas que contiene indican los valores promedios y extremos de la década mencionada. La frecuencia de mediciones y confiabilidad de los datos varía con la jerarquía de la estación y la disponibilidad de personal de las mismas. Las estaciones meteorológicas se encuentran en los aeropuertos y aeródromos privados o dependientes de la Fuerza Aérea Argentina, en las estaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y en centros de investigación dependientes de universidades o entes públicos o privados. También se colectan datos de manera esporádica con estaciones meteorológicas no permanentes.

La confiabilidad de los datos depende de muchos factores. Uno de ellos es la calidad y estado del instrumental de medición, otro depende del personal que lee los instrumentos ya que no son muchas las estaciones automáticas y además de cuan bien calibrado se encuentre el instrumental. Con instrumental manual la frecuencia de recolección de datos puede ser diaria u horaria en el mejor de los casos, mientras que con instrumentos automáticos la frecuencia depende de la necesidad del investigador y puede ser de minutos o aún menos.

En las tablas del S.M.N. los datos son medios mensuales, pero si necesitara una frecuencia menor, esta puede calcularse.

El diseño bioclimático necesita otros datos que no se encuentran en las "Estadísticas..." del S.M.N. como ser: los días típicos de diseño, los grados día, la radiación solar o el índice de claridad atmosférica, que podremos obtenerlos de otras fuentes o determinarlos como veremos más adelante.

### DATOS PRINCIPALES

Si definimos al clima como el estado medio de la atmósfera, este será representado por el conjunto de elementos y fenómenos meteorológicos referidos a un período de 30 años, por las variaciones periódicas y no periódicas, y por el desarrollo normal del tiempo en el transcurso del año.

Estos elementos servirán para conformar una regionalización bioclimática o bioambiental que nos permita sintetizar en sectores territoriales características homólogas. Esta regionalización podremos definirla como una "...zonificación general que está basada en la combinación de parámetros meteorológicos, referentes a la interacción hombre-vivienda-clima."

Los principales datos de base que utilizaremos son las temperaturas medias, máximas absolutas y medias, mínimas absolutas y medias; la presión o tensión del vapor; la humedad relativa; las velocidades y frecuencias medias del viento; la precipitación; la heliofanía relativa y la nubosidad total. Mediante estos datos pueden determinarse otros indicadores como los correspondientes a los días tipo de diseño (días típicamente cálidos y típicamente fríos), como las: temperaturas máxima, media y mínima; temperaturas efectiva corregida máxima y media; humedad, etc.; o indicadores energéticos como los grados día de calefacción y enfriamiento.

La temperatura del aire se mide con termómetros de bulbo seco que pueden ser de registro simple o doble. Los de registro doble muestran las máximas y mínimas del período de medición que generalmente es diario. Estos datos se registran libres de influencias exteriores, para lo cual se ubican dentro de casillas de resguardo meteorológico. Estas se elevan 1,50 metros del suelo y se localizan libres de la influencia de vegetación o edificios.

Existen otros medios de registrar de forma continua la temperatura y es mediante instrumentos mecánicos, como los termohigrógrafos o electrónicos mediante sensores especiales.

**Temperaturas máximas y mínimas absolutas:** Estos datos representan los extremos térmicos producidos en la década y normalmente van acompañados de la fecha en que se produjo. Por ejemplo para la estación que estamos analizando la máxima absoluta anual es 38,1°C y se produjo en el mes de febrero del año 1965, mientras que la mínima absoluta anual fue -5,7°C y se produjo en el mes de junio del año 1967. Estos datos se utilizan solo cuando queramos conocer condiciones extremas a la que será sometido el edificio o materiales de este.

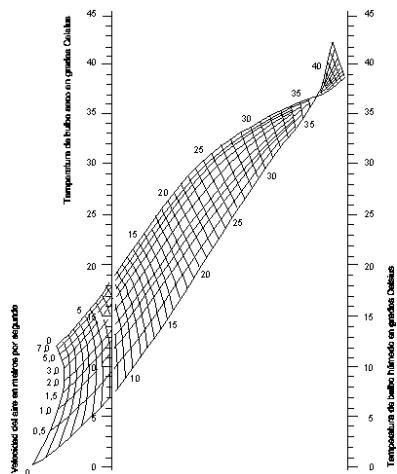
**Temperatura máxima media:** Esta temperatura surge del promedio de las máximas diarias del período considerado y habitualmente ocurre entre las 13 y las 15 hs del día.

**Temperatura mínima media:** Surge de realizar el promedio de las mínimas diarias del período y ocurre poco antes de la salida del sol.

**Temperatura media:** También llamada temperatura de termómetro seco por el S.M.N. surge del promedio de todas las observaciones del mes y ocurre cerca de las 10 de la mañana y las 8 de la tarde.

**Temperatura de bulbo húmedo:** El instrumento que mide esta temperatura posee su bulbo envuelto en un género sumergido en un recipiente con agua y también se lo denomina psicrómetro. Esta temperatura es la de rocío del aire considerado y es aquella en la que el aire está saturado y deja de evaporar agua.

**Temperatura de rocío:** Es la temperatura que alcanzaría el aire a una misma temperatura estando saturado de humedad. Se percibe habitualmente esta situación cuando hay neblina y ocurre en nuestra región durante la noche o madrugada cuando el aire con una cantidad constante de vapor de agua disuelto en el aire desciende su temperatura comprimiendo sus moléculas hasta condensar el vapor en forma de pequeñas gotas.



Nomograma temperatura efectiva corregida TEC.

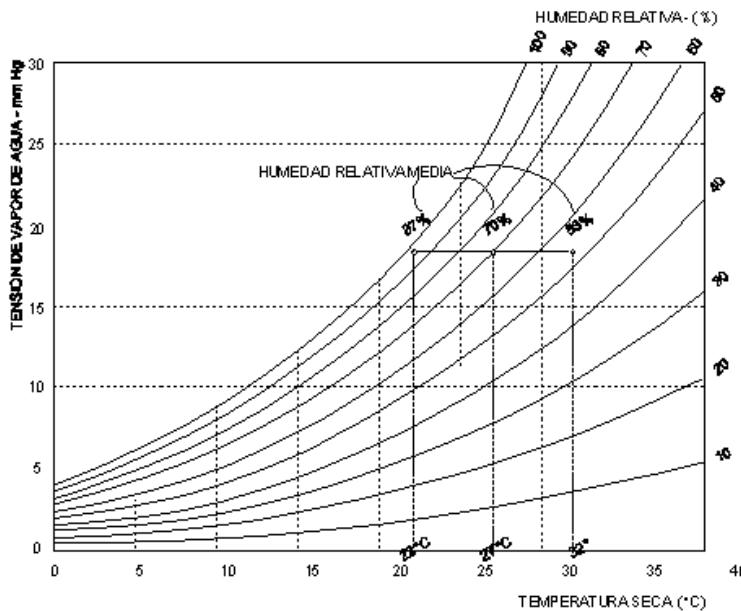
**TEC (Temperatura Efectiva Corregida):** Índice empírico de confort que tiene en cuenta el efecto combinado de la temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo (temperatura radiante media - ver ábaco de la Figura 1) y la velocidad del aire. Por lo tanto, es una medida de la temperatura operativa.

**Temperatura operativa:** Temperatura de un recinto imaginario en el cual el cuerpo humano intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente real.

**Amplitud térmica:** Diferencia entre la temperatura máxima, mensual y la temperatura mínima media mensual (Figuras 8 y 9).

## HUMEDAD

La humedad se expresa como humedad absoluta (HA) o humedad relativa (HR). Los instrumentos utilizados para medirlas son los higrómetros pero se puede determinar a partir de un termómetro de bulbo seco y bulbo húmedo y un diagrama psicrométrico. Los higrómetros miden el contenido de humedad del aire por la dilatación de un haz de crines de caballo.



Psicrométrico.

La HA es el contenido de agua presente en forma de vapor en el aire a una temperatura dada y se mide en gramos de agua por kilogramos de aire seco. La HR surge de la relación porcentual entre la presión de vapor para una situación determinada y la presión de vapor del mismo aire saturado a temperatura constante. Las tablas del S.M.N. consignan la humedad relativa, la temperatura de rocío y de bulbo húmedo y la presión de vapor.

Debe aclararse que la HR que se consigna corresponde a la temperatura media. Si quisieramos conocer la HR de la temperatura máxima media y mínima media deberemos recurrir a un diagrama psicrométrico. Así primero deberemos marcar el punto correspondiente a la temperatura media y su HR. Luego suponiendo un contenido de vapor constante trazamos una línea paralela al eje x que pase por el punto marcado. Finalmente trazamos dos líneas perpendiculares al eje x correspondientes a las temperaturas máxima y mínima hasta cortar la primer línea. Los puntos definidos nos indicaran las HR correspondientes.

## VIENTO

Las tablas del S.M.N. muestran la velocidad media mensual del viento en kilómetros por hora y en un cuadro aparte las velocidades y frecuencias medias correspondientes a ocho direcciones o cuadrantes característicos.

Este parámetro se mide con anemómetros. Este instrumento consiste en un molinete de múltiples aspas muy livianas que se ubica perpendicular a la dirección del viento. Un odómetro registra la velocidad de giro de las aspas al pasar el viento a través de ellas.

Estos datos pueden graficarse en una rosa de vientos, que nos indicará en cada período del año, las direcciones y frecuencias predominantes que son muy útiles al momento de diseñar la forma del edificio y sus aberturas para protegerlo en invierno y abrirlo en verano. Esto se tratará en el capítulo 4.

## HELIOFANÍA

La heliofanía es un indicador útil ya que indica las horas efectivas o relativas de sol brillante o directo promedio que se da en cada mes.

Las tablas del Servicio Meteorológico Nacional nos indica la Heliofanía absoluta y la relativa, esta última es quizás la más útil ya que al estar expresada en forma relativa nos indica el porcentaje de horas del día en la que disponemos de radiación directa. Así podremos evaluar la conveniencia de utilizar sistemas de captación solar.

El instrumento utilizado para medir la Heliofanía se denomina "heliógrafo" y consiste en una esfera de cristal que concentra los rayos solares para chamuscar un papel térmico ubicado sobre un soporte cóncavo. Este papel se cambia diariamente. La porción chamuscada indica las porciones del día en las que hubo radiación solar directa.

### GRADOS DIA

$$GDc = \sum_n^i (TBc - \frac{T\text{Máx} + T\text{Min}}{2}) * Ni * Xc$$

**Grados día de calefacción:** Se define como la suma de las diferencias horarias de la temperatura media del aire exterior inferior a una temperatura base (16, 18, 20 o 22°C), con respecto a este valor para todos los días del año. Para el período frío, las líneas de igual cantidad de grados están graficadas en la Figura 11. Estos indicadores se utilizarán en el Capítulo 6 para la determinación de la carga térmica de edificios.

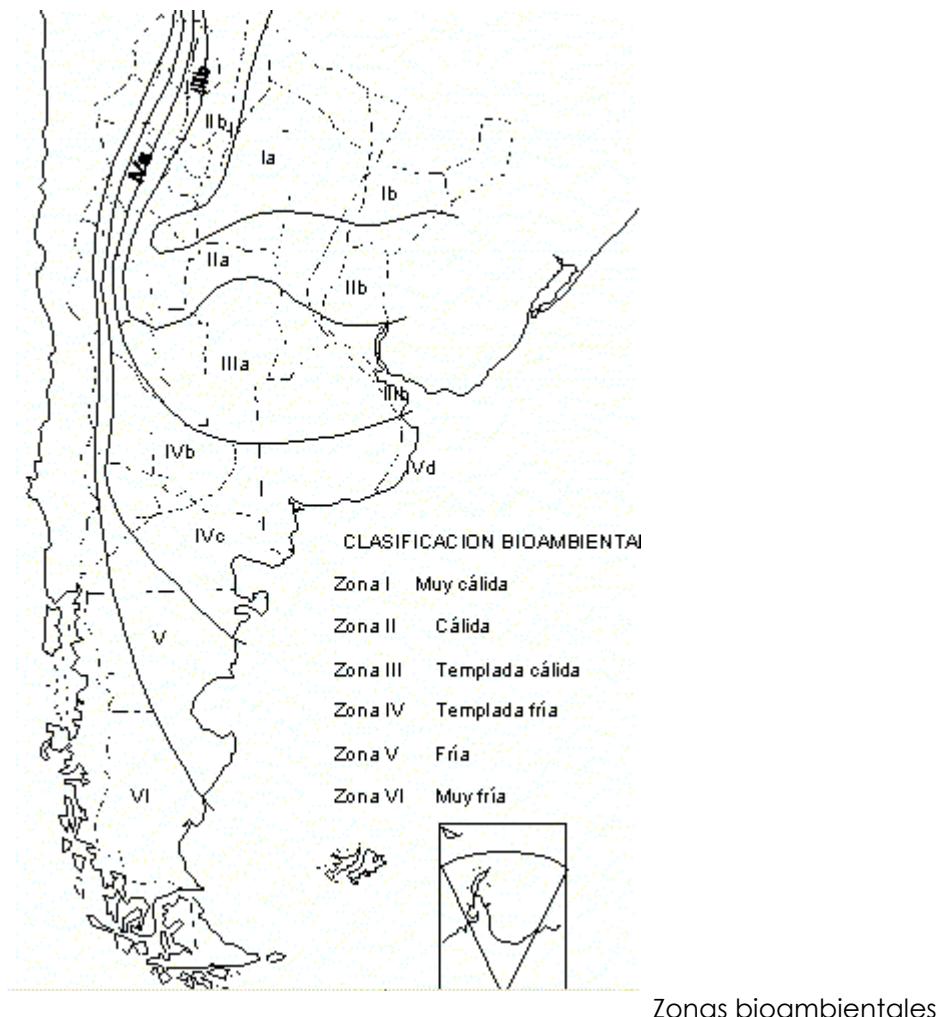
Cuando los Cuadros de datos climáticos no cuenten con este indicador puede determinarse a partir de temperaturas medias mensuales con la siguiente expresión, donde: Ni son los días del mes considerado, TBc es la temperatura base de calefacción, TMAX y TMIN son temperaturas medias mensuales y Xc es un coeficiente lógico que valdrá uno cuando la temperatura media mensual sea menor a la TBc y cero cuando sea mayor o igual a TBc.

$$GDe = \sum_n^i \frac{T\text{Máx} - T\text{Be}}{2} * Ni * Xe$$

**Grados día de enfriamiento:** Se define como la suma de las diferencias horarias de la temperatura máxima media del aire exterior superior a la temperatura base de enfriamiento (23, 25, 27°C), con respecto a este valor para todos los días del año.

Este indicador puede determinarse a partir de temperaturas máximas medias mensuales con la siguiente expresión, donde: Ni son los días del mes considerado, TBe es la temperatura base de enfriamiento, TMAX es temperatura máxima media mensual y Xe es un coeficiente lógico que valdrá uno cuando la TMAX media mensual sea mayor a la TBe y cero cuando sea menor o igual a la TBe.

## ZONAS BIOAMBIENTALES



Una descripción general de los climas lo dan las clasificaciones bioclimáticas o bioambientales. En la Argentina contamos con la Norma IRAM 11 603 que divide al país "bioclimáticamente" en regiones.

Esta división es acompañada por datos climáticos y días de diseño para invierno y verano que se utilizan en la verificación de la calidad térmica de los edificios, y recomendaciones de diseño para condiciones microclimáticas específicas.

Las zonas bioambientales se definen de acuerdo con el mapa de la Figura 6. En caso de que una localidad se encuentre en una situación de borde deberán satisfacerse las condiciones más desfavorables. Las consideraciones microclimáticas prevalecerán sobre las generales de la zona bioambiental.

A continuación se sintetizan las principales características de cada zona bioambiental y recomendaciones de diseño para las mismas.

### 3.1. ZONA I: Muy Cálida

Se ubica en el centro Este del extremo Norte del país con una entrada al Sud-oeste en las zonas bajas de Catamarca y La Rioja.

Los valores de TEC media superiores a 26.3°C, en el día típicamente cálido. Asimismo se subdivide en dos subzonas, según las amplitudes térmicas: Subzona Ia. con amplitudes térmicas mayores de 14°C y la Subzona Ib. con amplitudes térmicas menores de 14°C. En la época caliente toda la zona presenta valores de temperaturas máxima superiores a 34°C y valores medios superiores a 26°C, con amplitudes térmicas siempre inferiores a los 15°C.

La tensión de vapor mínima es de 1870 Pa (14 mm Hg) y aumenta según el eje Sur Oeste-noroeste. En el período invernal las temperaturas medias durante el mes más frío son algo superiores a los 12°C.

### **3.2. ZONA II: Cálida**

Está comprendida por dos angostas fajas, una Este-oeste centrada alrededor del paralelo 30° y otra Norte-sur recortada sobre la falda oriental de la Cordillera de los Andes. Tiene por límites las isolíneas de TEC 26.3 y 24.5. El verano es la estación crítica, la temperatura media supera los 24°C y la máxima es superior a los 30°C. Es esta la época de las mayores amplitudes térmicas del año, con valores que no superan los 16°C. Asimismo es el período en que la presión de vapor es más alta, con valores medios inferiores a los 2135 Pa (16 mm Hg). Por esto habrá que tenerse en cuenta la aislación para la prevención de riesgo de condensación, la aislación planteada para el verano podrá llegar a ser la solución para esta situación que se plantea en la época invernal.

El invierno en cambio es más seco, con bajas amplitudes térmicas y temperaturas medias que se encuentran entre 8°C y 12°C.

Esta zona está subdivida en dos subzonas: Subzona IIa. con amplitudes térmicas mayores de 14°C y la Subzona IIb. con amplitudes térmicas menores de 14°C.

### **3.3. ZONA III: Templada Cálida**

Está comprendida por una faja de extensión Este-Oeste, centrada alrededor de los 35° y otra Norte-sur, situada en las estribaciones montañosas del Noroeste, sobre la Cordillera de los Andes y limitada por las isolíneas de TEC 24.6 y 22.9. El período estival es relativamente caluroso, presentando temperaturas medias entre 20°C y 26°C, con máximas que superan los 30°C, en la porción Este-Oeste.

El período invernal no es muy frío, presentando temperaturas medias entre 8°C y 12°C, y con mínimos que rara vez alcanzan los 0°C. Las tensiones de vapor son bajas durante todo el año, con valores máximos en verano que no superen, en promedio, los 1870 Pa (14 mm Hg).

Esta se subdivide en dos: Subzona IIIa. con amplitudes térmicas mayores de 14°C y la Subzona IIIb. con amplitudes térmicas menores de 14°C.

### **3.4. ZONA IV: Templada Fría**

Se ubica en una faja meridional paralela a la Zona III, ubicada en mayor altura de la Cordillera de los Andes y la región llana del centro y Sur del territorio, que alcanza la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires y Río Negro.

Tiene como límite superior la isolínea de 1170 grados día (coincidente con la isolínea de 22.9°C de TEC), y como línea inferior la isolínea de 1950 grados día.

El período estival no es riguroso, con temperaturas máximas promedio que no superan los 30°C. Los inviernos son fríos, con valores medios entre 4°C y 8°C, y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores inferiores a 0°C.

Las tensiones de vapor, alcanzan en verano sus máximos valores, no superando los valores medios los 1333 Pa (10 mm Hg).

Esta zona se subdivide en cuatro subzonas mediante las líneas de amplitud térmica 14°C y 18°C: Subzona IVa. de montaña, Subzona IVb. de máxima irradiancia, Subzona IVc. de transición y Subzona IVd. marítima.

### **3.5. ZONA V: Fría**

Se encuentra ubicada sobre una larga faja Norte-Sur a lo largo de la Cordillera y la región central de la Patagonia. Está limitada entre las isolíneas de 1950 y 2730 grados día.

En el invierno las temperaturas medias son del orden de 4°C y mínimas inferiores a 0°C, lo caracterizan como riguroso. En verano los días son frescos, con temperaturas medias inferiores a los 16°C. Las tensiones de vapor son muy bajas, con valores medios inferiores a los 1300 Pa (10 mm Hg).

### **3.6. ZONA VI: Muy Fría**

Comprende toda la extensión de las altas cumbres de la Cordillera de los Andes y el extremo Sur de la Patagonia, Tierra del Fuego, Islas Malvinas y Antártida. Donde los valores en grados día son superiores a 2730.

En verano, las temperaturas medias son inferiores a los 12°C, y en invierno no superan los 4°C. Las tensiones de vapor son, durante todo el año, inferiores a los 1700 Pa (8 mm Hg). La faja comprendida al norte del paralelo 37, presenta la rigurosidad propia de la altura. Las velocidades del viento oscilan entre los 15 y 30 Km/h, con velocidades máximas que alcanzan los 100 Km/h.