

*Los rascacielos ya los ha visto de lejos:
los colmenares rubios donde los hombres nacen,
trabajan, se enriquecen y se pudren
sin preguntarse nunca para qué todo esto,
sin indagar jamás cómo se viste el lirio
y sin arrepentirse de su contento estúpido.*

Rosario Castellanos (1925-1974)

Capítulo 4.

Aspectos Generales sobre el Ambiente Térmico en Entornos Naturales.

4.1. Introducción.

En este capítulo se expondrá algunos aspectos generales sobre el ambiente térmico en entornos o ambientes naturales, entendiendo como entorno natural aquel que no ha sido fabricado por el hombre. Para después poder realizar un planteamiento del modelo de zona de confort térmico, basándose en parte, en uno de los aspectos característicos de un entorno natural que es la variabilidad.

Como se ha visto en el capítulo anterior, los puntos que consideran la mayoría de los modelos actuales no toman en cuenta la variabilidad del ambiente ni en el sentido de la variación del ambiente exterior ni en el de la variación del ambiente interior.

En este trabajo se considera importante tomar en cuenta las características del ambiente exterior ya que éstas influyen en el comportamiento del ambiente interior y de la percepción de éste por el ocupante.

La interacción entre el ambiente interior y exterior es evidente, la arquitectura es solamente una especie de tercera piel (la segunda sería la vestimenta) que atenúa el impacto del ambiente sobre el ocupante y cuando se pretende que este impacto sea nulo o mínimo es necesario hacer uso de sistemas de construcción y materiales que implican generalmente un alto consumo de energía en su fabricación.

4.2. La Variabilidad del Ambiente Natural.

4.2.1. Escala Global.

Tiempo y clima es como denominamos a las variaciones temporales y espaciales del ambiente natural, estas variaciones se dan en periodos de minutos hasta ciclos de varios años pasando por el ciclo noche-día de 24 horas y las estaciones.

En nuestro planeta se dan variaciones temporales y espaciales en todos los parámetros ambientales, luz, sonido, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica, composición del aire etc. Estas variaciones se dan a distintas escalas físicas y temporales.

En un periodo anual estas variaciones pueden llegar a ser de más de 100 °C, por ejemplo, en Verkhoyansk (de la antigua Unión Soviética) se han registrado temperaturas entre -68 °C en invierno y 36,7°C en verano. Con esto nos podemos hacer una idea de las tremendas fluctuaciones de temperatura que pueden darse en algunas zonas del globo.

En algunas zonas habitadas del planeta pueden encontrarse temperaturas extremas a lo largo del año de entre -40°C a 50°C y entre distintas localidades no habitadas del planeta la diferencia de temperatura puede llegar a ser de casi 150 °C, por ejemplo, la diferencia de temperatura pueden alcanzar oscilaciones entre los -89 °C (Antártida, Vostok) y los 58°C [12](África, Libia)(Figura 30).

Es en este ambiente, que tiene variaciones globales en la temperatura de hasta 150 °C en el que ha evolucionado y nacido como especie el ser humano y en el que en una zona habitada del planeta pueden medirse oscilaciones extremas de temperatura de 40°C en un periodo de 24 horas.

Observando la figura 29 en la que se indican las temperaturas extremas mínimas y máximas en diferentes zonas del planeta podemos tener una idea general de las oscilaciones de temperatura que se dan en distintas localidades y en el conjunto del globo.

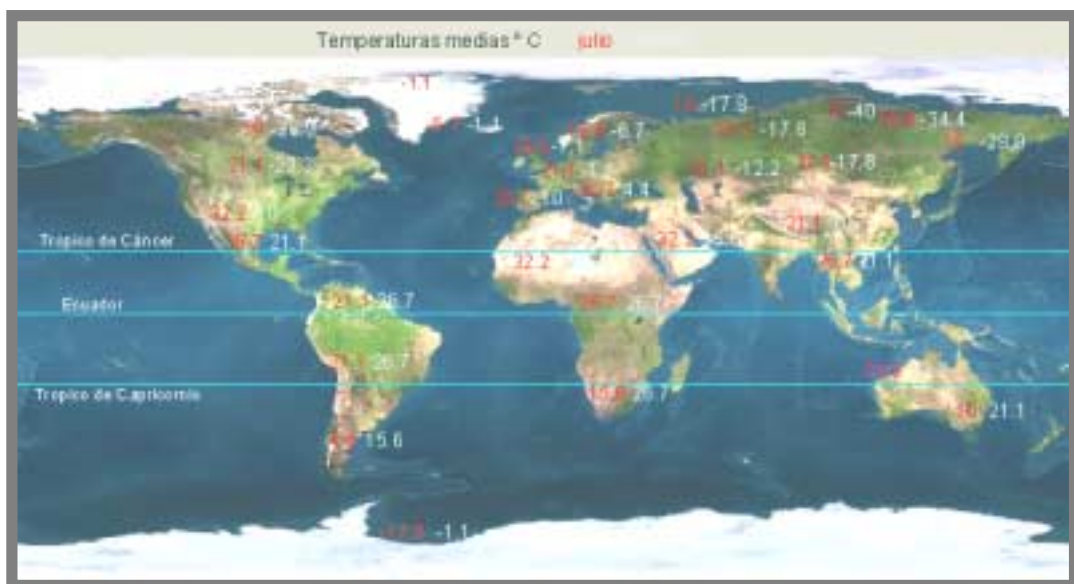


Figura 29. Temperaturas Medias Máximas y Mínimas en Distintos Puntos del Planeta [12].

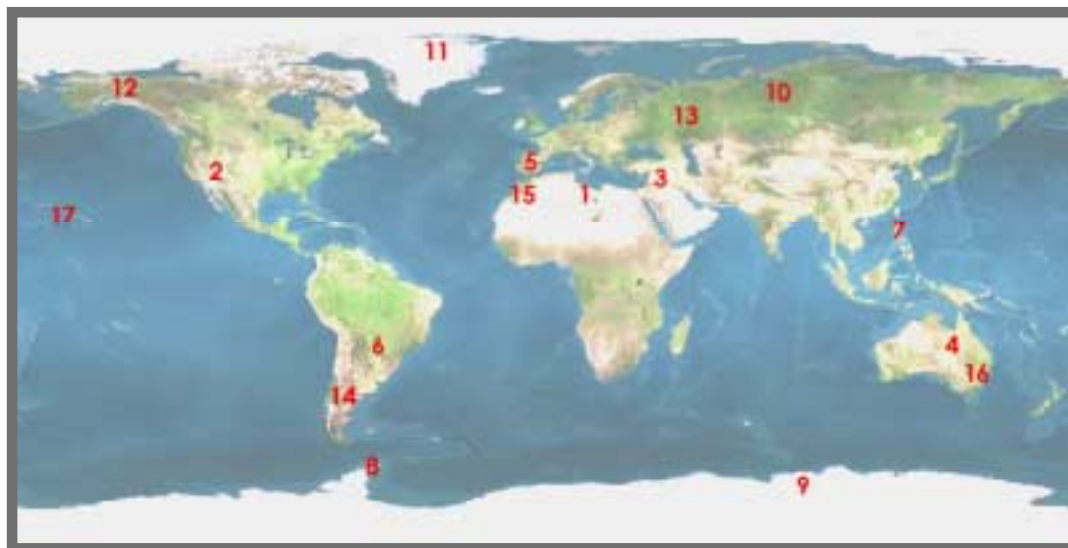


Figura 30. Temperaturas Extremas Máximas y Mínimas en Distintos Puntos del Planeta [12].

| Tabla. Figura 30, Temperaturas Extremas | | | |
|---|-----------------------------------|------------|--------------------|
| Número | Lugar | Máximas/°C | Fecha |
| 1 | Azizia, Libia. | 57,8 | 13-09-1922 |
| 2 | Death Valley, California. | 56,7 | 10-07-1913 |
| 3 | Tirat Tsvi, Israel. | 53,9 | 21-06-1942 |
| 4 | Cloncurry, Queensland, Australia | 53,3 | 16-01-1889 |
| 5 | Sevilla, España. | 50,0 | 04-08-1881 |
| 6 | Rivadavia, Argentina. | 48,9 | 11-12-1905 |
| 7 | Tuguegarao, Filipinas. | 42,2 | 29-04-1912 |
| 8 | Esperanza, Palmer Pen, Antártica. | 14,4 | 20-10-1956 |
| | | Mínimas/°C | |
| 9 | Vostok. | -88,3 | 24-08-1960 |
| 10 | Oymyakon, antigua URSS. | -67,8 | 06-02-1933 |
| 11 | Northice, Greenland. | -66,1 | 09-01-1954 |
| 12 | Yukon, Canada. | -62,8 | 03-02-1947 |
| 13 | Ust`Shchugor, antigua URSS. | -55,0 | 01-últimos 15 años |
| 14 | Sarmiento, Argentina. | -32,8 | 01-06-1907 |
| 15 | Ifrane, Marruecos. | -23,9 | 11-02-1935 |
| 16 | Charlotte Pass, Australia. | -22,2 | 22-07-1947 |
| 17 | Haleakala Summit, Maui. | -10,0 | 02-01-1961 |

En la figura 30 se indican algunas de las localidades del mundo en las que se han presentado temperaturas mínimas y máximas extremas. Como podemos ver estas condiciones no son privativas de una zona geográfica en particular, aunque si se ve una tendencia en la distribución de las temperaturas máximas extremas hacia la franja intertropical y las mínimas extremas hacia los polos.

4.2.2. Escala Local.

A escala local podemos encontrar variaciones de varios grados centígrados entre dos puntos que estén situados a pocos metros de distancia, causadas por sombras proyectadas por vegetación, nubes, montañas, aumento en la velocidad del viento, cercanía con elementos con una temperatura suficientemente distinta como para que sea considerable el intercambio térmico por radiación, como una masa de agua.

Entre la temperatura efectiva que percibimos en un día soleado a la sombra de un árbol y fuera de esta tenemos varios grados de diferencia, esto espacialmente puede representar uno o dos metros de distancia y temporalmente si es que estamos caminando uno o dos segundos, si estamos sin desplazarnos puede ser una hora el tiempo que tarde en desplazarse la sombra proyectada debido al movimiento aparente del sol.

En una serie de mediciones hechas en el parque de Collserola, Cataluña, (Fig. 33 y 34) se observó que, en media hora, el día 1 de octubre del 2000 entre las 13:00 y las 13:30 la temperatura a la sombra de un árbol varía de 20,5 °C a 17,7 °C, es decir 3 °C, estos tres grados son aproximadamente también los que se prevé que varíe la temperatura según el cálculo para un edificio con sistema de aire acondicionado, pero no en media hora sino a lo largo de todo un año.

Otros estímulos físicos como la luz pueden variar considerablemente en el mismo entorno natural, por ejemplo en la misma serie de mediciones en Collserola se registraron niveles de iluminación en el mismo momento, a la sombra 12000 luxes y al sol



Figura 31. Entorno Natural con Clima Frío.



Figura 32. Entorno Natural con Clima Cálido.

50000 y cinco segundos después 2000 luxes a la sombra y 13000 luxes al sol.

Estos cambios en periodos tan cortos de tiempo no se perciben como incómodos o molestos ya que nuestro organismo esta totalmente preparado para adaptarse a ellos, y se toman como algo natural o incluso no se perciben concientemente.



Figura 33. Vista 1, Parque de Collserola, Cataluña.



Figura 34. Vista 2, Parque de Collserola, Cataluña.

Esto nos da una idea del amplio rango de variación de los estímulos físicos en la naturaleza y también nos debería de dar una idea de lo que debemos y podemos hacer en los espacios creados por nosotros.

4.3. Variación de las Condiciones Climáticas Exteriores Barcelona, Observatorio Meteorológico Pompeu Fabra.

Hasta aquí se ha hablado del ambiente exterior natural, pero no siempre se debe considerar el ambiente exterior como natural ya que el ambiente exterior en una ciudad no es natural desde el momento que han sido modificadas de distinta manera las características del sitio, por ejemplo, asfaltando, lo que aumenta la capacidad de absorción de radiación solar, disminuye la permeabilidad del terreno al agua, también se da por lo regular la disminución de vegetación, igualmente las edificaciones propias de una ciudad influyen en las condiciones del clima local al inducir corrientes de aire, proyectar sombras, etc.

Por esto es necesario estudiar las condiciones ambientales exteriores en las ciudades que es en donde se ubica la mayoría de las construcciones arquitectónicas.

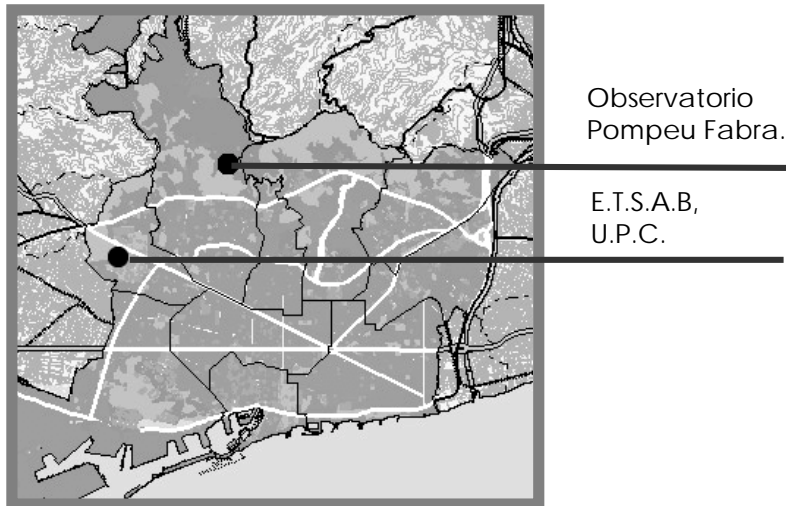


Figura 35. Ubicación en Barcelona del Observatorio Fabra y la E.T.S.A.B.

En este apartado se da un ejemplo de las condiciones climáticas en un ambiente exterior con el objeto de tener una referencia de la variación de éstas, ya que dicha variación será considerada para definir algunas de las características del modelo de zona de confort térmico propuesto en este trabajo. Como ejemplo de la variación de las condiciones climáticas exteriores se han tomado los datos del Observatorio Meteorológico Pompeu Fabra, ubicado al nordeste de la ciudad de Barcelona, en las coordenadas XUTM 426880, YUTM 4585800 a una altitud de 411 m. En la Latitud 41,3 Norte y longitud 2,1 Este.

En los datos obtenidos del observatorio meteorológico (Fig. 36 y 37) podemos ver que la oscilación anual de temperaturas en una ciudad como Barcelona, con clima mediterráneo, el que Vitruvio calificó como "*el clima ideal*", puede llegar a ser aproximadamente de entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $32\text{ }^{\circ}\text{C}$, como en el año 1999, dentro de este rango de temperaturas una edificación adecuadamente diseñada podrá brindar un ambiente térmico confortable al ocupante sin necesidad del uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento y calefacción del aire.

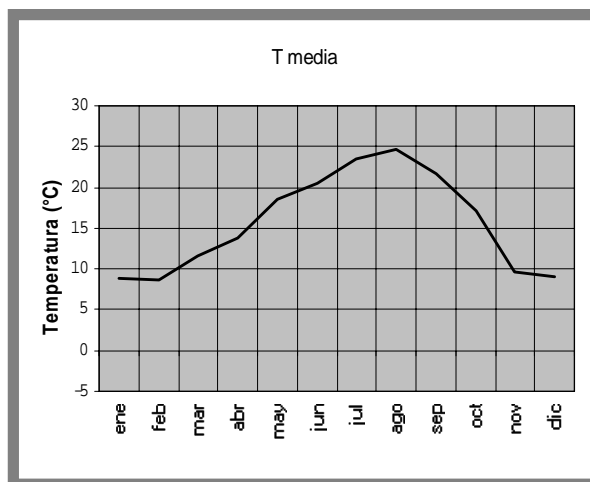


Figura 36. Gráfica de Temperatura Media Mensual en Barcelona.

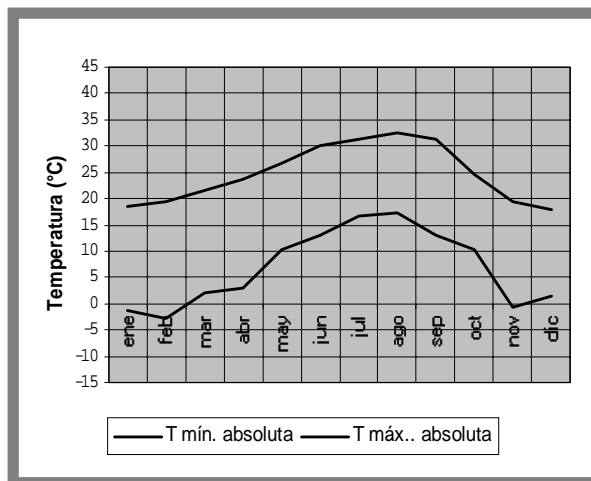


Figura 37. Gráfica de Temperaturas Mínimas y Máximas Media Mensual.

Si observamos los días en que las condiciones han sido más extremas en la ciudad de Barcelona veremos, por ejemplo, que el 28 de febrero del 2001 (Figura 38) uno de los días más fríos de este año, la oscilación de la temperatura en el día fue de 12 °C, es decir de los -2°C a los 10 °C y el 23 de junio (Figura 39) uno de los días más calurosos del mismo año la oscilación fue de los 23 °C a los 38 °C, es decir 15 grados de variación en la temperatura ambiente entre las 5 de la mañana y las cinco de la tarde de este día.

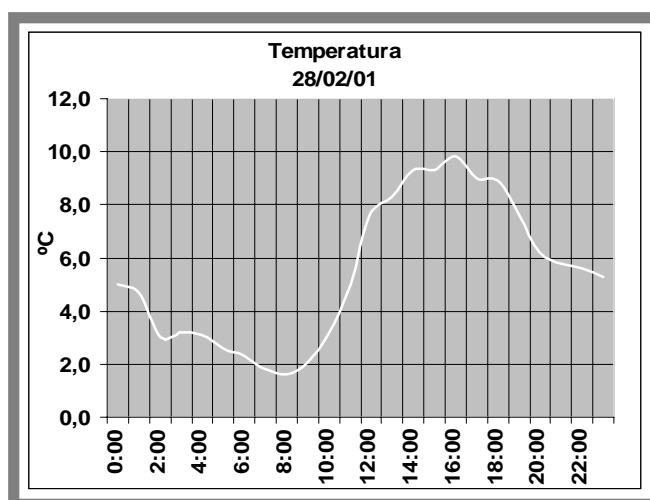


Figura 38. Gráfica Temperatura Media Horaria, 28 de febrero, Barcelona, Observatorio, Fabra.

BARCELONA (Observatorio Fabra)
Valores horarios del día 28/02/01

| T.U. | T | Temperatura | Humedad | Vel del viento | Presión | Radiación | Precipitación |
|-------|-------|-------------|---------|----------------|---------|-----------|---------------|
| hr | hr | °C | % | m/s | hPa | W/m2 | mm |
| 22:00 | 0:00 | 5,0 | 42 | 3,4 | 949 | 5 | 0,0 |
| 23:00 | 1:00 | 4,7 | 44 | 3,8 | 948 | 4 | 0,0 |
| 0:00 | 2:00 | 3,0 | 59 | 4,4 | 943 | - | 0,0 |
| 1:00 | 3:00 | 3,2 | 58 | 6,5 | 943 | - | 0,0 |
| 2:00 | 4:00 | 3,1 | 56 | 5,8 | 943 | - | 0,0 |
| 3:00 | 5:00 | 2,6 | 58 | 8,2 | 942 | 6 | 0,0 |
| 4:00 | 6:00 | 2,3 | 60 | 5,0 | 942 | 11 | 0,0 |
| 5:00 | 7:00 | 1,8 | 61 | 3,8 | 941 | 12 | 0,0 |
| 6:00 | 8:00 | 1,6 | 66 | 4,0 | 943 | 13 | 0,0 |
| 7:00 | 9:00 | 2,1 | 66 | 4,1 | 943 | 111 | 0,0 |
| 8:00 | 10:00 | 3,2 | 64 | 4,8 | 943 | 293 | 0,0 |
| 9:00 | 11:00 | 5,0 | 57 | 4,9 | 943 | 441 | 0,0 |
| 10:00 | 12:00 | 7,7 | 49 | 5,6 | 943 | 491 | 0,0 |
| 11:00 | 13:00 | 8,3 | 44 | 5,6 | 943 | 428 | 0,0 |
| 12:00 | 14:00 | 9,3 | 44 | 4,1 | 943 | 589 | 0,0 |
| 13:00 | 15:00 | 9,3 | 40 | 6,1 | 943 | 386 | 0,0 |
| 14:00 | 16:00 | 9,8 | 38 | 7,9 | 944 | 364 | 0,0 |
| 15:00 | 17:00 | 9,0 | 37 | 7,4 | 944 | 208 | 0,0 |
| 16:00 | 18:00 | 8,9 | 36 | 7,0 | 944 | 175 | 0,0 |
| 17:00 | 19:00 | 7,6 | 38 | 7,4 | 945 | 38 | 0,0 |
| 18:00 | 20:00 | 6,2 | 41 | 4,7 | 946 | 5 | 0,0 |
| 19:00 | 21:00 | 5,8 | 42 | 5,0 | 946 | 5 | 0,0 |
| 20:00 | 22:00 | 5,6 | 42 | 3,8 | 947 | 4 | 0,0 |
| 21:00 | 23:00 | 5,3 | 42 | 2,7 | 949 | 5 | 0,0 |

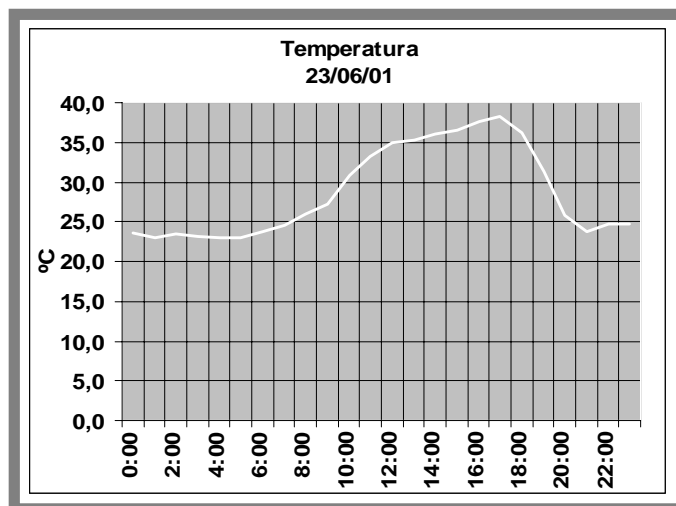


Figura 39. Gráfica Temperatura Media Horaria, 23 de Junio, Barcelona, Observatorio, Fabra.

BARCELONA (Observatorio Fabra)

Valores horarios del día 23/06/01

| T.U. | T | Temperatura | Humedad | Vel del viento | Presión | Radiación | Precipitación |
|-------|-------|-------------|---------|----------------|---------|-----------|---------------|
| hr | hr | °C | % | m/s | hPa | W/m2 | mm |
| 22:00 | 0:00 | 23,7 | 32 | 0,0 | 963 | 36,0 | 0:00 |
| 23:00 | 1:00 | 23,0 | 33 | 1,1 | 963 | 36,0 | 0:00 |
| 0:00 | 2:00 | 23,4 | 31 | 4,7 | 960 | 35,0 | 0:00 |
| 1:00 | 3:00 | 23,1 | 30 | 4,5 | 960 | 35,0 | 0:00 |
| 2:00 | 4:00 | 23,0 | 29 | 4,0 | 959 | 35,0 | 0:00 |
| 3:00 | 5:00 | 23,0 | 28 | 2,9 | 959 | 35,0 | 0:00 |
| 4:00 | 6:00 | 23,8 | 26 | 2,0 | 959 | 33,0 | 0:00 |
| 5:00 | 7:00 | 24,6 | 26 | 0,0 | 959 | 50,0 | 0:00 |
| 6:00 | 8:00 | 26,0 | 26 | 0,0 | 960 | 206,0 | 0:00 |
| 7:00 | 9:00 | 27,3 | 29 | 0,4 | 960 | 330,0 | 0:00 |
| 8:00 | 10:00 | 30,9 | 32 | 0,9 | 960 | 564,0 | 0:00 |
| 9:00 | 11:00 | 33,3 | 31 | 1,7 | 961 | 713,0 | 0:00 |
| 10:00 | 12:00 | 34,9 | 27 | 4,9 | 962 | 828,0 | 0:00 |
| 11:00 | 13:00 | 35,3 | 28 | 4,2 | 961 | 876,0 | 0:00 |
| 12:00 | 14:00 | 36,0 | 29 | 2,8 | 962 | 878,0 | 0:00 |
| 13:00 | 15:00 | 36,6 | 28 | 2,8 | 961 | 842,0 | 0:00 |
| 14:00 | 16:00 | 37,7 | 28 | 3,0 | 962 | 758,0 | 0:00 |
| 15:00 | 17:00 | 38,2 | 28 | 2,9 | 961 | 247,0 | 0:00 |
| 16:00 | 18:00 | 36,2 | 28 | 1,0 | 961 | 432,0 | 0:00 |
| 17:00 | 19:00 | 31,3 | 33 | 1,3 | 961 | 243,0 | 0:00 |
| 18:00 | 20:00 | 25,8 | 46 | 2,0 | 962 | 88,0 | 0:00 |
| 19:00 | 21:00 | 23,8 | 40 | 2,7 | 962 | 16,0 | 0:00 |
| 20:00 | 22:00 | 24,7 | 33 | 2,0 | 963 | 36,0 | 0:00 |
| 21:00 | 23:00 | 24,7 | 32 | 1,0 | 963 | 36,0 | 0:00 |

| Resumen Datos Climáticos Barcelona 1999 | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | anual |
| T media | 8,8 | 8,6 | 11,6 | 13,7 | 18,6 | 20,5 | 23,5 | 24,7 | 21,7 | 17,1 | 9,7 | 9,1 | 15,6 |
| Precipitación | 50,0 | 0,4 | 14,4 | 29,0 | 35,6 | 15,6 | 10,5 | 5,3 | 171,7 | 116,1 | 61,6 | 12,2 | 522,4 |
| Media de T máx. | 12,0 | 12,6 | 15,4 | 18,2 | 22,9 | 24,7 | 27,8 | 28,6 | 25,7 | 20,3 | 12,6 | 11,9 | 19,4 |
| Media de T mín. | 5,6 | 4,6 | 7,7 | 9,2 | 14,2 | 16,3 | 19,1 | 20,6 | 17,6 | 13,8 | 6,7 | 6,2 | 11,8 |
| Días de nevada (T mín. \leq 0°C) | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| Días de precipitación | 4 | 1 | 6 | 9 | 10 | 5 | 4 | 3 | 8 | 8 | 5 | 2 | 65 |
| T máx. absoluta | 18,4 | 19,4 | 21,6 | 23,6 | 26,8 | 30,2 | 31,4 | 32,4 | 31,4 | 24,6 | 19,4 | 18,0 | 32,4 |
| T mín. absoluta | -1,2 | -2,8 | 2,0 | 3,0 | 10,2 | 13,0 | 16,8 | 17,4 | 13,0 | 10,4 | -0,8 | 1,4 | -2,8 |
| Humedad relativa media | 66 | 60 | 63 | 61 | 64 | 62 | 64 | 68 | 69 | 70 | 68 | 59 | 65 |
| Velocidad media | 3,9 | 3,6 | 3,3 | 4,4 | 3,9 | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 3,9 | 4,4 | 4,4 | 5,0 | 4,2 |

Si comparamos la variación de estas condiciones ambientales en las que se han desarrollado las civilizaciones del mediterráneo por milenios, con la mínima variación que se tiene o desea obtener con el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento, podemos pensar que tal vez no sea válido este objetivo de obtener una temperatura y una humedad relativa constantes o con una mínima variación, variación que no es deseada sino que se ve como un defecto de los sistemas, si pensamos que nuestro organismo esta hecho para adaptarse a los cambios del ambiente, quizás estemos abusando del uso de sistemas de acondicionamiento o en el mejor de los casos sobredimensionándolos con el costo energético y ambiental correspondiente.

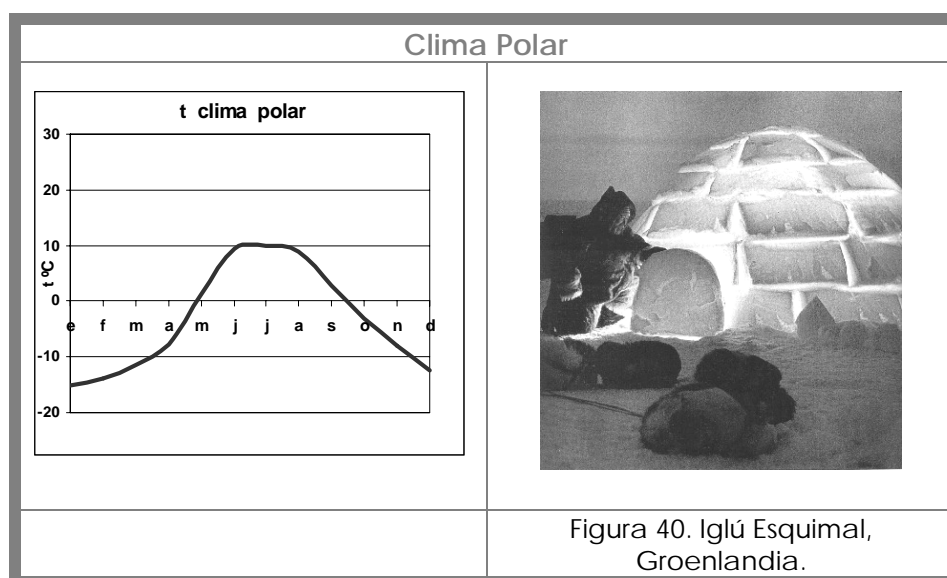
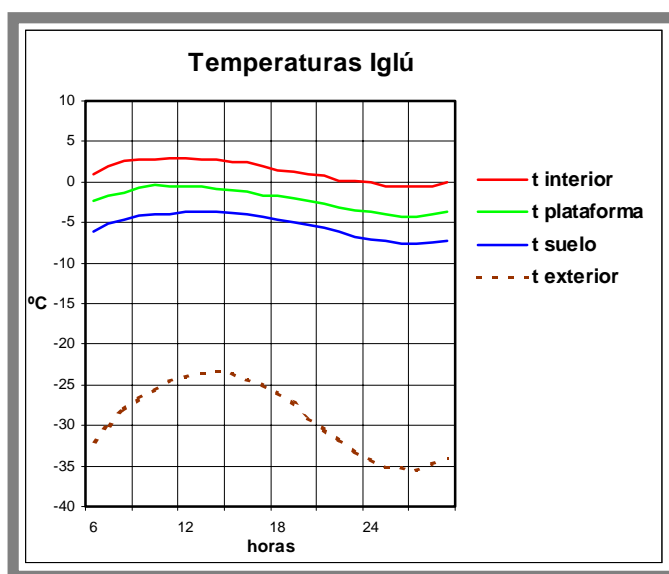
4.4. Correspondencia entre Arquitectura y Clima.

En la arquitectura vernácula se encuentra frecuentemente una correspondencia entre la tipología de las construcciones y el clima local, en este tipo arquitectura se obtenían tipologías arquitectónicas que tenían un comportamiento tal que se llegaba a obtener un nivel de confort térmico bastante aceptable, mediante el método de prueba y error que se llevaba a cabo por generaciones en las sociedades tradicionales. Claro que también existían otras condicionantes como la disponibilidad de materiales y otros factores culturales como la organización social y la religión.

En este apartado se muestran ejemplos de arquitectura vernácula en distintos climas del planeta ilustrando la correspondencia entre el clima y la arquitectura que da como resultado una relación entre el clima exterior y el interior, el cual es uno de los puntos que se plantean en este trabajo. Abajo se muestran algunos tipos de vivienda vernácula para distintos climas y una

gráfica de las temperaturas medias mensuales que se pueden registrar en dichas zonas climáticas.

Por ejemplo, en una zona con clima polar la temperatura interior dentro de un iglú puede ser hasta 20 °C superior a la exterior, esto gracias a que dentro del iglú se aísla un volumen de aire relativamente pequeño que puede ser calentado con facilidad mediante el hogar para preparar alimentos y con el calor producido por los propios ocupantes, además de evitar las pérdidas de calor por convección debidas al viento.



Clima Ártico

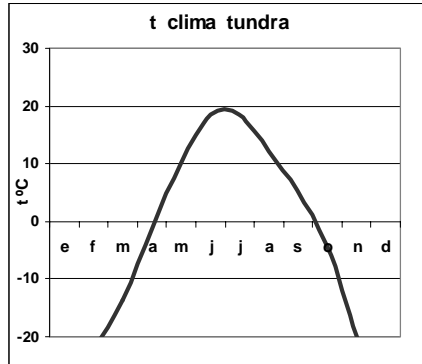


Figura 41. Yurt Nomada, Asia.

Clima Frío Húmedo

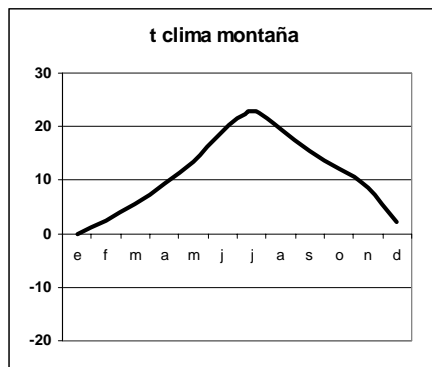


Figura 42. Vivienda de Piedra, Val Verzasca.

Clima Frío con Verano Cálido

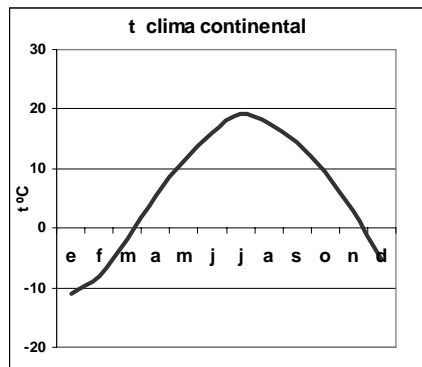


Figura 43. Vivienda de Madera, Tierra y Paja, Aisa.

| | |
|---|--|
| Clima Templado | |
| <p>t clima marítimo</p> | |
| <p>Figura 44. Vivienda de Barro Cocido, Madera y Paja, Hampshire, Inglaterra.</p> | |
| Clima Templado | |
| <p>t clima mediterráneo</p> | |
| <p>Figura 45. Viviendas de Tierra en Cuevas, Santoiín, Grecia.</p> | |
| Clima Cálido Húmedo | |
| <p>t clima subtropical</p> | |
| <p>Figura 46. Viviendas de Madera, China.</p> | |

Clima Cálido Seco

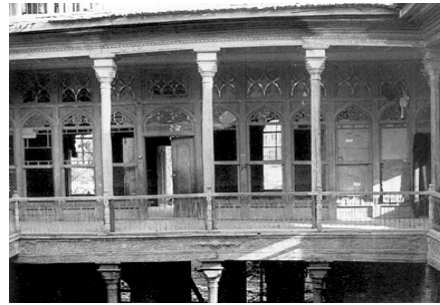
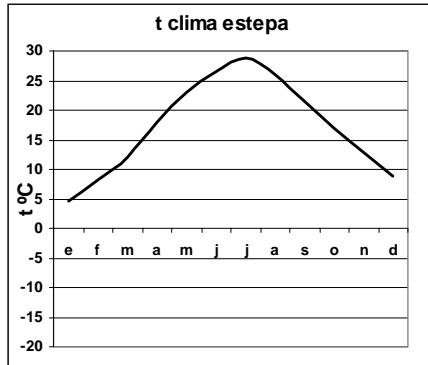


Figura 47. Vivienda de Tierra y Madera con Patio Central, Bagdad

Clima Tropical Cálido Húmedo

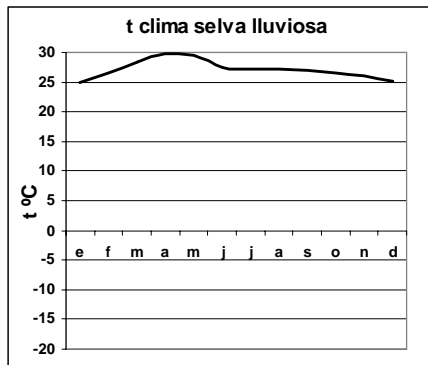


Figura 48. Vivienda de Estructura Ligera de Madera, Caribe.

Clima Cálido Seco

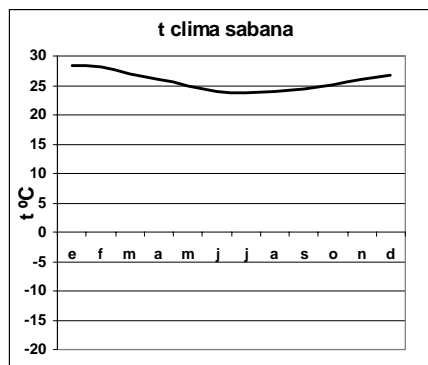
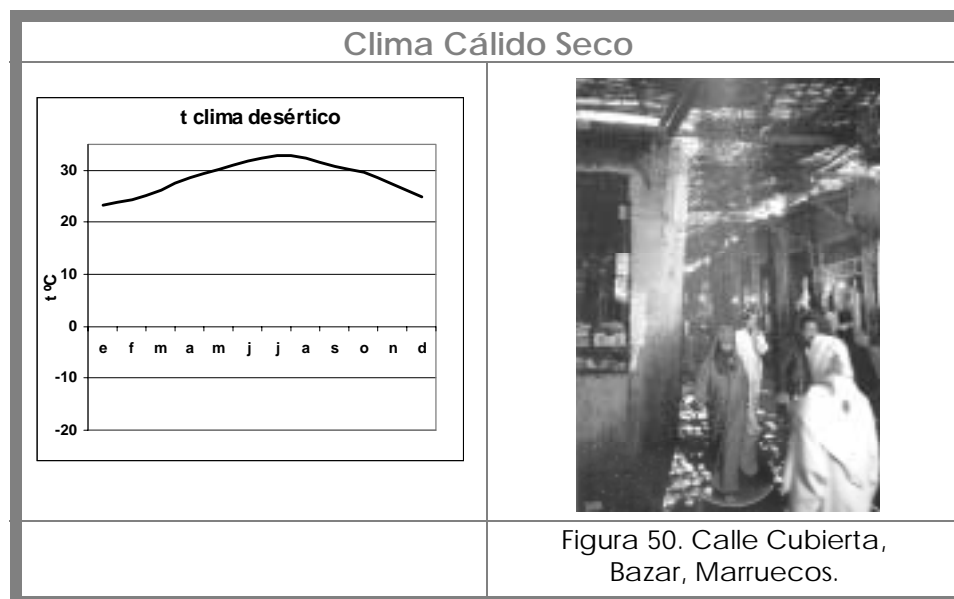


Figura 49. Vivienda de Madera y Paja, Estructura Ligera y Permeable, Madagascar.



En el clima cálido seco las construcciones vernáculas suelen tener envolventes masivas para retardar o evitar la entrada de calor y con aberturas mínimas que solo permiten un mínimo intercambio de aire con el exterior.

En este tipo de arquitectura existe una relación muy estrecha entre el ambiente exterior y el interior muy interesante y adecuada por varias razones, una de ellas es la oscilación de la temperatura de una manera paralela con la oscilación en el exterior comportándose la envolvente del edificio como un amortiguador de los efectos del clima exterior y no como un aislante de éste.

Esta característica tiene varias consecuencias, una de ellas es que el gradiente entre la temperatura exterior e interior es el adecuado para que el interior sea confortable y no es tan amplio que cause incomodidad al entrar al edificio.

Lo anterior no sucede en edificios con ambientes excesivamente controlados y aislados de las condiciones exteriores, en los que la temperatura es prácticamente constante a lo largo del día y del año, por lo que se produce una diferencia entre la temperatura interior y la exterior, causando incomodidad térmica que es claramente percibida por los ocupantes al entrar y salir de los edificios.

4.5. Comentario General.

Como hemos visto, la variabilidad de los estímulos físicos es algo inherente a los entornos naturales. En nuestro planeta se dan grandes variaciones en el clima tanto a escala global como local, por lo que cuando creamos un ambiente mediante la arquitectura no debemos obviar esta importante característica.

El ser humano se ha constituido como tal por medio de la evolución a lo largo de su vida como especie, y esta vida se ha desarrollado en su mayor medida en espacios naturales con variaciones ambientales, y si en el periodo de la humanidad en el que se creó y desarrolló la arquitectura el organismo del humano no ha cambiado, parece que lo normal sería que esos nuevos espacios creados por el hombre mantengan la característica de la variabilidad a la que nuestro organismo esta "acostumbrado".

Naturalmente, no se pretende negar la función esencial de la arquitectura que es la de proveer de cobijo al ocupante, pero esto se debería lograr sin llegar a aislar totalmente el ambiente interior del exterior y manteniendo las características cualitativas del ambiente y las cuantitativas escalarlas a niveles confortables.