

## **Capítulo III:**

# **LA CIUDAD DE LIMA: CLIMA, LUZ Y CONFORT**

### III.1. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA, CLIMÁTICA Y LUMÍNICA.

Las evidencias indican que las características climáticas de la costa peruana, y específicamente de la ciudad de Lima, han variado, aunque no de forma sustancial, en los últimos siglos. De otro lado, los cambios culturales (ropa, vestido, actividades), los avances tecnológicos, las expectativas de futuro, entre otras condicionantes, han ido modificando los requerimientos frente a la cantidad necesaria de iluminación y la tolerancia hacia el calor o el frío. Esto saca a la luz nuevamente dos aspectos ligados al confort, como son el hecho de la subjetividad del fenómeno y la capacidad de adaptación del ser humano.

Las variaciones en el clima están asociadas principalmente a la presencia misma de la ciudad y a la menor vegetación circundante. Se asume generalmente, por lo mismo, humedades relativas ligeramente más altas, vientos más fuertes y temperaturas ligeramente más bajas en los siglos anteriores.

Ocupando parte de una extensa llanura aluvial formada por el río Rímac, y a la orilla izquierda del mismo, se ubica el centro histórico de la ciudad de Lima, trazada a partir de una trama original (215 hectáreas) por Francisco Pizarro en 1535. Esta área coincide con la de la zona de estudio y se encuentra a 110 m. sobre el nivel del mar, a unos 7 Km. de la línea de costa y sobre las coordenadas  $12^{\circ} 05'$  de latitud sur y  $77^{\circ} 02'$  de longitud oeste.



**Plano III.1 - 01:**  
Localización de la ciudad de Lima y ubicación de la cuadrícula fundacional.

En base a la clasificación climática de G. A. Atkinson, M. Evans<sup>1</sup> identifica el caso específico de Lima como una ciudad con un clima 'desértico frío marítimo'. Desértico en la medida de la escasez de lluvias y de vegetación, y frío, al no superar las temperaturas medias mensuales los 25 °C. Asocia esta situación a la presencia de corrientes de mar frío; en este caso, la corriente del Humboldt. Destaca igualmente que en la clasificación de Köppen, Lima se distingue por la particularidad de presentar excesiva nubosidad, perteneciendo a una categoría especial dentro del clima desértico (BWn).

En general, el clima de desierto marítimo condiciona la reducción en las temperaturas extremas, presenta humedades altas, recurrencia de nubes y neblina (con el consiguiente riesgo del deslumbramiento) y presencia de brisas constantes. Se resalta el problema de la alta humedad que, en los meses de verano, va asociada a temperaturas relativamente altas. Además se identifican, a partir de las características expuestas, procesos de inversión térmica que agravan los problemas de contaminación atmosférica.

Esta descripción climática termina coincidiendo en lo fundamental con otros sistemas de clasificación ecológica, como pueden ser el sistema de *Holdridge* o la clasificación de *Thornthwaite*, utilizados por la ONERN (1976) y por el SENAMHI (1979) respectivamente.

En cuanto a los datos climáticos específicos de la ciudad, cabe recalcar que actualmente Lima, con más de 8 millones de habitantes y ocupando una superficie mayor a 50 mil hectáreas, abarca un área que contiene zonas que se diferencian en sus características climáticas y lumínicas. Se tomarán como base, por lo mismo, los datos climáticos que corresponden a la estación Modelo (ubicada en el Campo de Marte, distrito de Jesús María) por ser la más próxima al área de estudio.

Los datos sistematizados han sido obtenidos de la tesis de Julio Quezada, titulada '*Estudio del Confort Climático en Lima Metropolitana y Callao*'<sup>2</sup>, siendo la fuente original, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La exposición de los datos en dicha tesis fue hecha por medio de gráficos, siendo los presentados en el presente capítulo una reconstrucción de los mismos. Estos corresponden a un promedio que abarca la medición de 10 años (1975 - 1984), con lo cual, al margen de una relativa antigüedad de los mismos, la precisión termina siendo considerable.

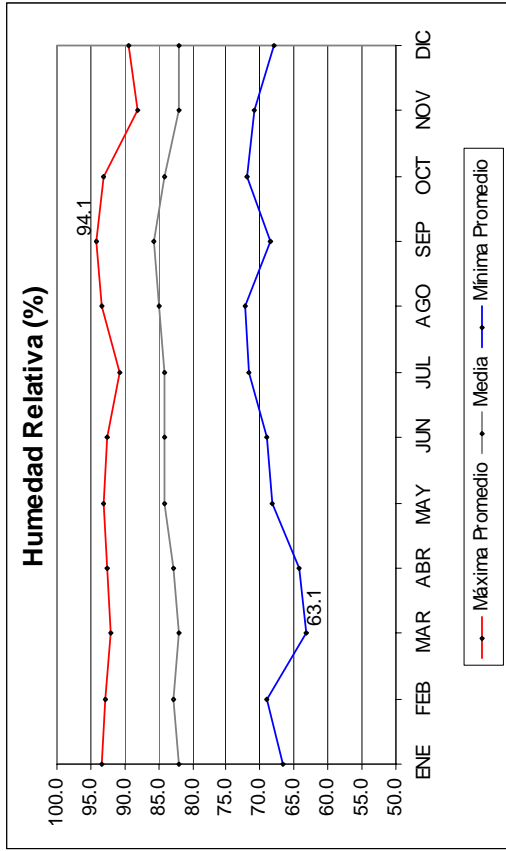


Gráfico III.1. - 02.

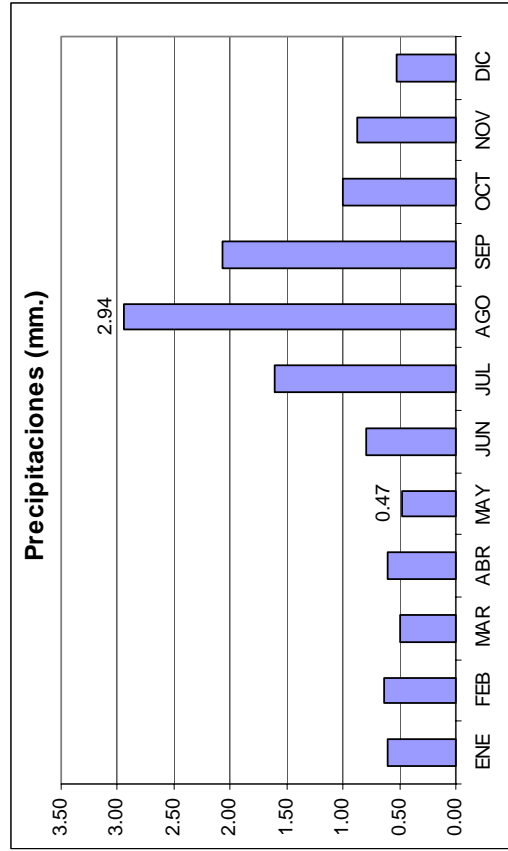


Gráfico III.1. - 04.

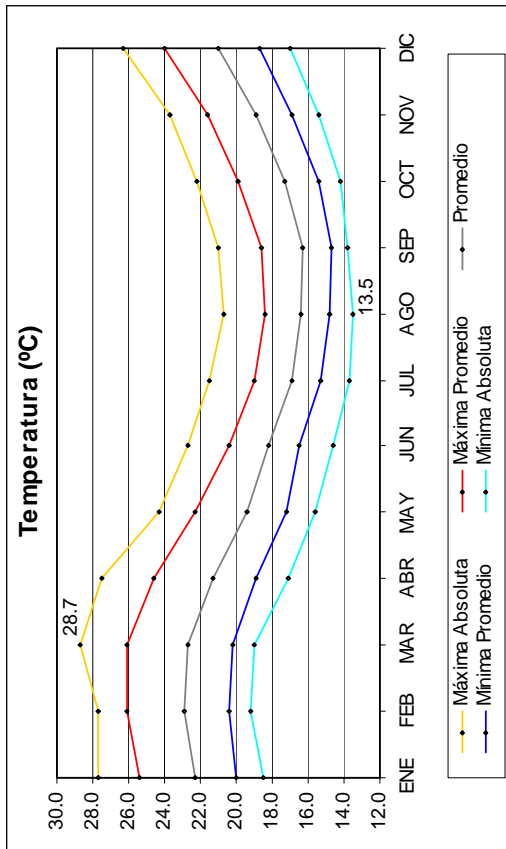


Gráfico III.1. - 01.

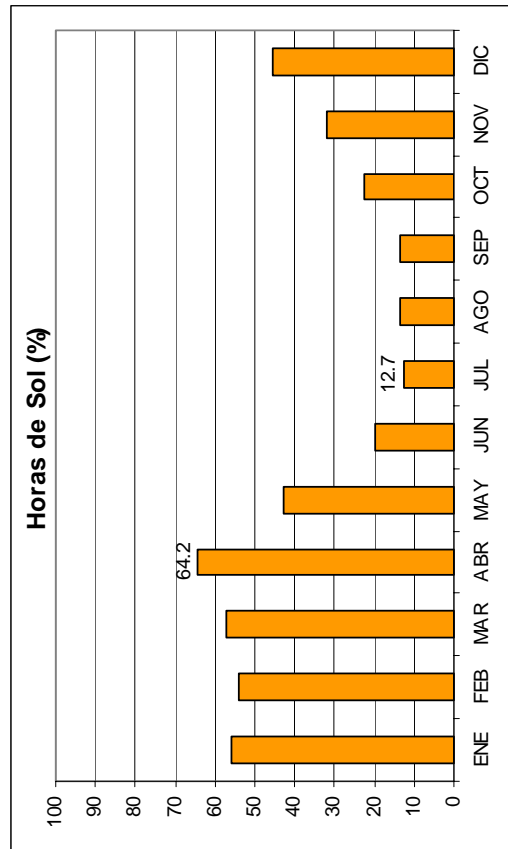


Gráfico III.1. - 03.

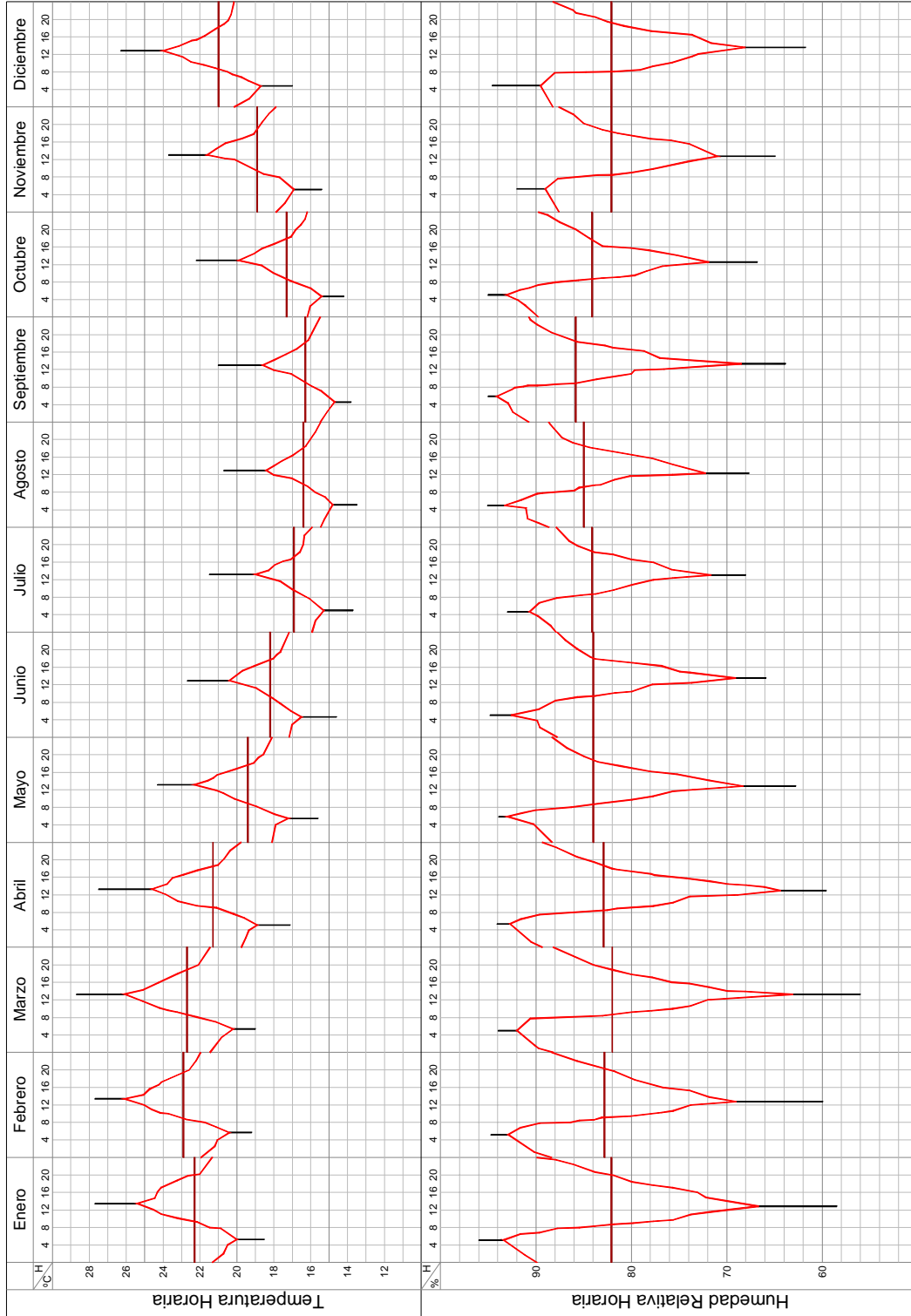


Gráfico III.1. - 05: Temperatura y humedad horaria ('Día Típico').

Gráfico III.1. - 06.a.: Dirección, frecuencia y velocidad de los vientos.

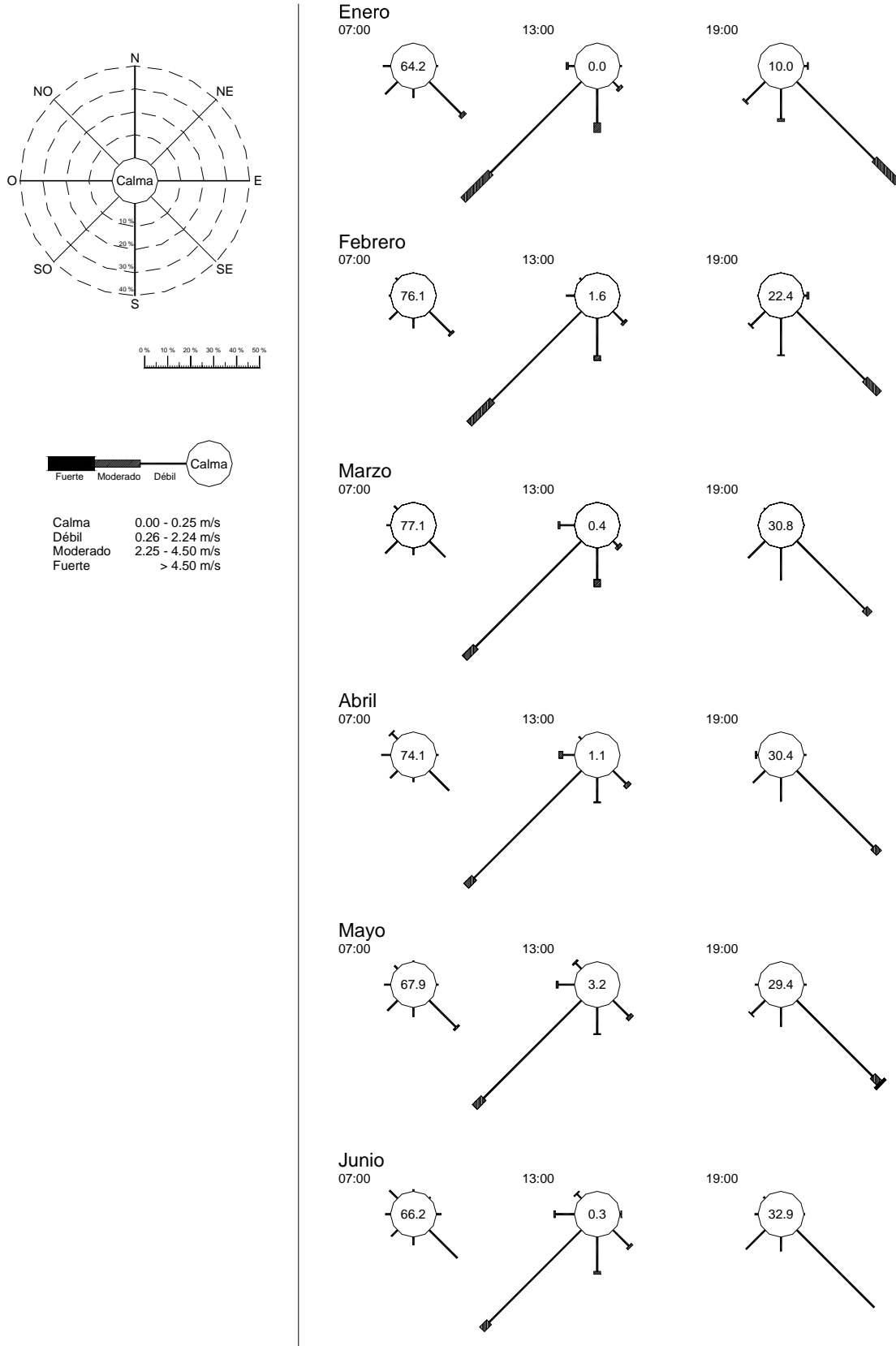
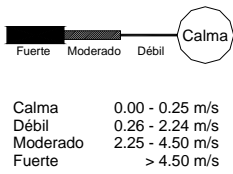
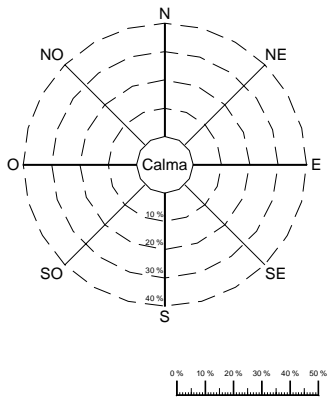


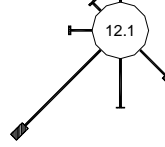
Gráfico III.1. - 06.b.



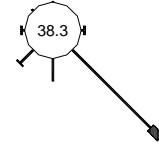
Julio  
07:00



13:00



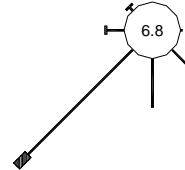
19:00



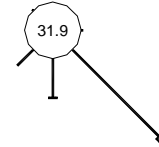
Agosto  
07:00



13:00



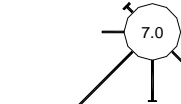
19:00



Septiembre  
07:00



13:00



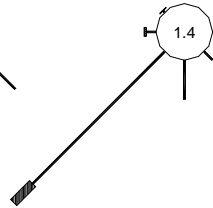
19:00



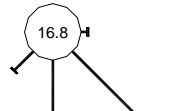
Octubre  
07:00



13:00



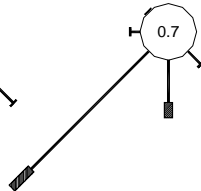
19:00



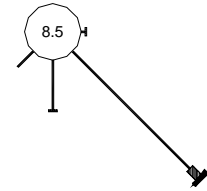
Noviembre  
07:00



13:00



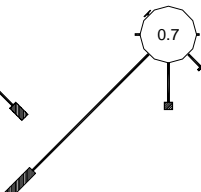
19:00



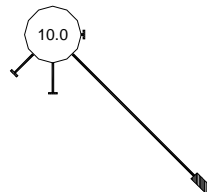
Diciembre  
07:00



13:00



19:00



En general, se coincide en describir al clima limeño como 'suave'. Con respecto a las *temperaturas*, sólo en los meses de verano, a ciertas horas del mediodía, se las pueden considerar como altas (absolutas mayores a 27°C); de la misma manera, sólo en los meses de invierno, principalmente en horas de la mañana, se las pueden considerar como bajas (absolutas menores a 14°C). La diferencia de temperaturas promedio (máxima / mínima promedio) dentro de un mismo día no supera en ningún mes los 6°C. La amplitud de las temperaturas promedio entre el mes más cálido (febrero) y el más frío (septiembre) es de 6.6°C. En definitiva, se puede confirmar que sus temperaturas no son extremas, a pesar de que la latitud en que se encuentra la ciudad condicionaría en principio un clima tropical más cálido.

La presencia de *humedad* excesiva sí es un fenómeno que sobresale y hace particular el clima limeño. Las humedades relativas son altas en todas las épocas del año, situándose las medias sobre el 80% en todos los meses. Coincidiendo con las horas más cálidas, las humedades relativas mínimas promedio giran en torno al 70% y las máximas promedio, coincidiendo con las horas más frías, generalmente sobre el 90%.

Las *horas de sol* también presentan datos extremos, en la medida que los valores en los meses de invierno están por debajo del 14%, esto es, alrededor de una hora y media de sol por día. Una mejor representación del dato en la realidad es que se dan aproximadamente cuatro días con presencia de sol al mes. La proliferación de neblina y nubes se explica por las condiciones anteriormente descritas de un mar de aguas frías, de brisas suaves y de la presencia de montañas (la cordillera de los andes) que las 'atrapa' y las inmoviliza frente a la costa. Este fenómeno termina influyendo en el alto contenido de humedad relativa del aire.

Contrasta con estos datos, la ausencia de *precipitaciones* considerables a lo largo de todo el año. Salvo en los meses de invierno, en los que se suele acumular únicamente unos 3 mm. mensuales, durante el resto del año no se llega al milímetro mensual. Esto, pero, no refleja un fenómeno particular y frecuente, la *garúa* (Ilovizna fina que aparenta estar suspendida en el aire), que está presente en gran parte del año, principalmente en las mañanas y en los meses de otoño e invierno.

En cuanto al *viento*, la mediciones tomadas en tres horas diferentes reflejan, en general, velocidades suaves y constantes a lo largo del año según determinados momentos del



día. Mientras en las mañanas predomina la calma y una leve tendencia a los vientos débiles de componente sur-este, al mediodía el componente predominante es sur-oeste (dirección en que se ubica el mar). El protagonismo al mediodía es de vientos débiles, aunque los vientos moderados entre diciembre y febrero, también de componente sur-oeste, ya son considerables (15% aproximadamente); prácticamente hay una ausencia de calma a estas horas. En las tardes se desplaza nuevamente el componente en dirección sur-este con recurrencia de vientos débiles y una calma que promedia el 30%.

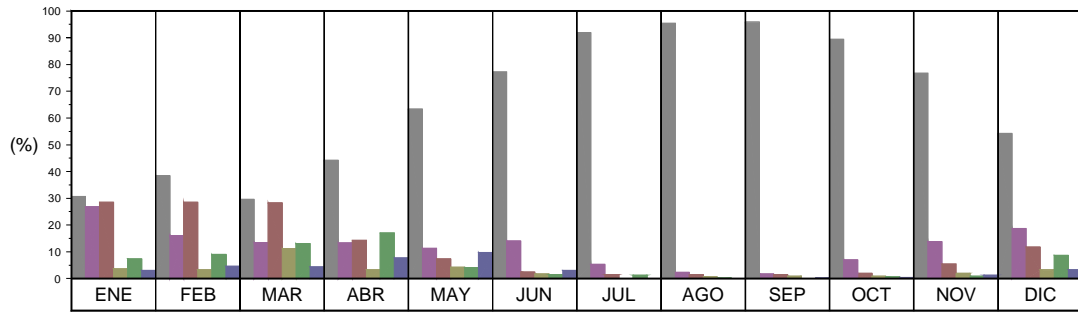
Con respecto a las características lumínicas de la ciudad, éstas resultan estrechamente ligadas a las climáticas, en la medida que la propia nubosidad influye directamente en la posibilidad de la existencia de una radiación directa o de un cielo cubierto parcial o totalmente. Los datos de la frecuencia del tipo de nubosidad, también obtenidos de la tesis de Quezada (ver Gráfico III.1. - 07 en la página siguiente), aportan una descripción adicional de las características del cielo y del nivel de iluminación del mismo.

Estos datos están directamente relacionados con aquellos de las horas de sol. En el gráfico, que revela este dato en tres horas diferentes del día, se identifica una predominancia del tipo 'estratos' en todos los meses del año en horas de la mañana, lo que se asocia con la existencia de nubes bajas y neblina. Es menor su presencia en los meses de verano, donde aparecen con más frecuencia los altocúmulos y los estratocúmulos.

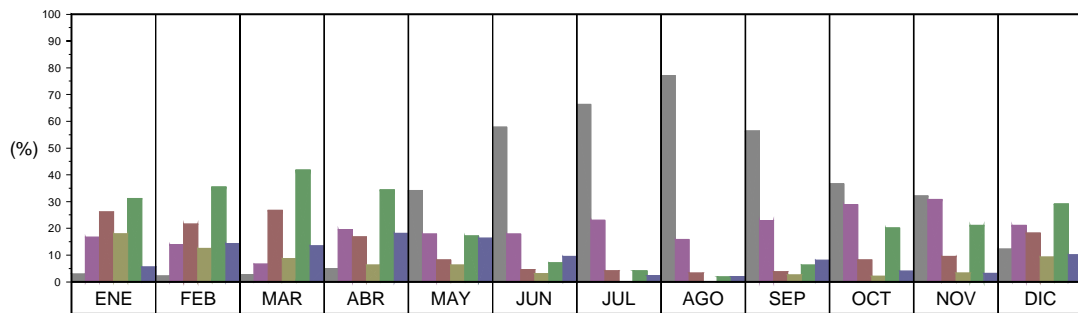
Al mediodía los estratos predominan únicamente en los meses de invierno, siendo más frecuentes los cirrus y altocúmulos en los meses entre diciembre y abril. El resto del año hay una concurrencia constante, aunque moderada, de los estratocúmulos. En horas de la tarde se mantienen las relaciones similares a las del mediodía, aunque con una predominancia un poco mayor de estratos en los meses de invierno.

Si asociamos los tipos de nube a sus características principales, se termina por identificar ciertas características cualitativas del cielo. Las nubes de tipo *estratos* son grisáceas, están muy cerca de la superficie y no están asociadas a la presencia de lluvias. Los *estratocúmulos*, también consideradas bajas, suelen ser menos grises que las *estratos* aunque, al no ser generalmente 'planas' como estas últimas, el paso de la radiación también es limitada. Entre las nubes intermedias, los *altocúmulos* aparentan olas de mar con colores blanco y gris y con sombras pronunciadas. Esta clase de nube contiene mayormente agua y cristalización de hielo. Los *altoestratos* se caracterizan por una for-

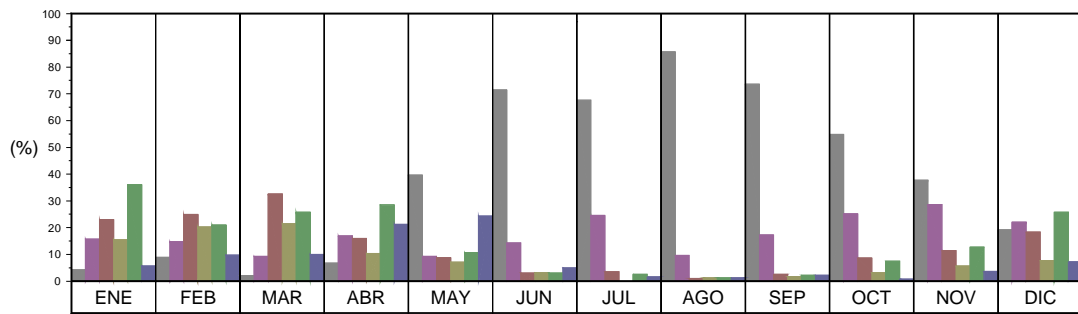
Gráfico III.1. - 07: Frecuencia de tipo de nubosidad.



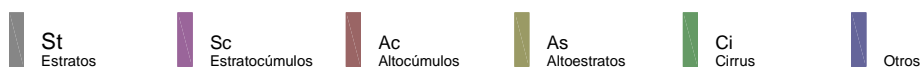
07:00 Horas



13:00 Horas



19:00 Horas



Nota: Los datos originales de los meses de Enero, Febrero y Junio (13:00 horas), al no cumplir con la condición de representar el 100%, han sido adaptados interpolando los porcentajes de uno o más de sus valores.

mación gris que cubre parcial a totalmente el cielo. La luz del sol, pero, a diferencia del caso anterior, puede atravesarla con relativa facilidad. Los *cirrus* son nubes altas, finas y que la radiación solar las traspasa con cierta facilidad.

Para terminar de caracterizar el aspecto del cielo, esta vez a nivel de la iluminancia que genera, se presenta una síntesis de los datos tomados a lo largo de un año, en 5 horas diferentes del día (ver Gráfico III.1. - 08).

A pesar de las limitaciones y la poca fiabilidad de estos datos, en la medida que ellos corresponden únicamente a un año de medición, los resultados nos dan una idea de las horas y épocas del año en que los días cubiertos nos presentan valores críticos a considerar en un eventual diseño lumínico. Las horas más ‘desfavorables’ se presentan en los meses de invierno entre las 7:00 y las 9:00 horas, con unos valores promedio que van entre los 2,669 y los 15,752 luxes respectivamente. Aún así, sobresalen valores relativamente altos para condiciones de cielo cubierto; el hecho que a las 9:00 ya pueda contarse con más de 15,000 luxes, en promedio, resulta siendo un dato bastante significativo.

Si se da un protagonismo al cielo cubierto como fuente de iluminación natural, no se debe únicamente a que ésta situación meteorológica sea recurrente en el caso de Lima.



Días 'cubiertos' / Hora	%	7:00	%	9:00	%	12:00	%	15:00	%	17:00
Verano (E/F/M)	67	9,352	33	46,500	-	-	48	66,450	55	16,696
Otoño (A/M/J)	83	2,855	83	19,975	57	20,970	70	31,048	62	12,313
Invierno (J/A/S)	100	2,669	92	15,752	77	37,280	67	21,652	83	4,747
Primavera (O/N/D)	61	5,083	65	31,706	55	32,189	40	53,844	43	11,142

(\*) Datos tomados en el plano horizontal entre septiembre de 2000 y agosto de 2001. Ver detalles en el Anexo 02.

En los meses de verano, a las 12:00 horas, ninguno de los días en que correspondía la evaluación tuvo el cielo cubierto; la línea intermitente une el dato de las 9:00 horas con el de las 15:00 horas.

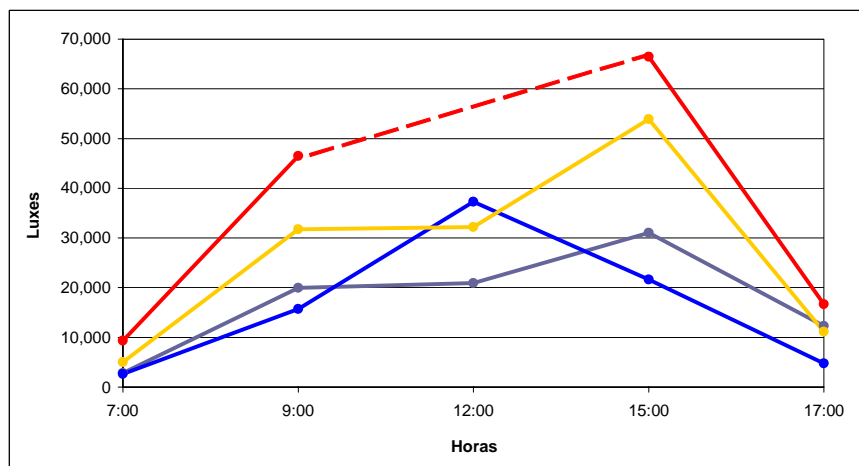
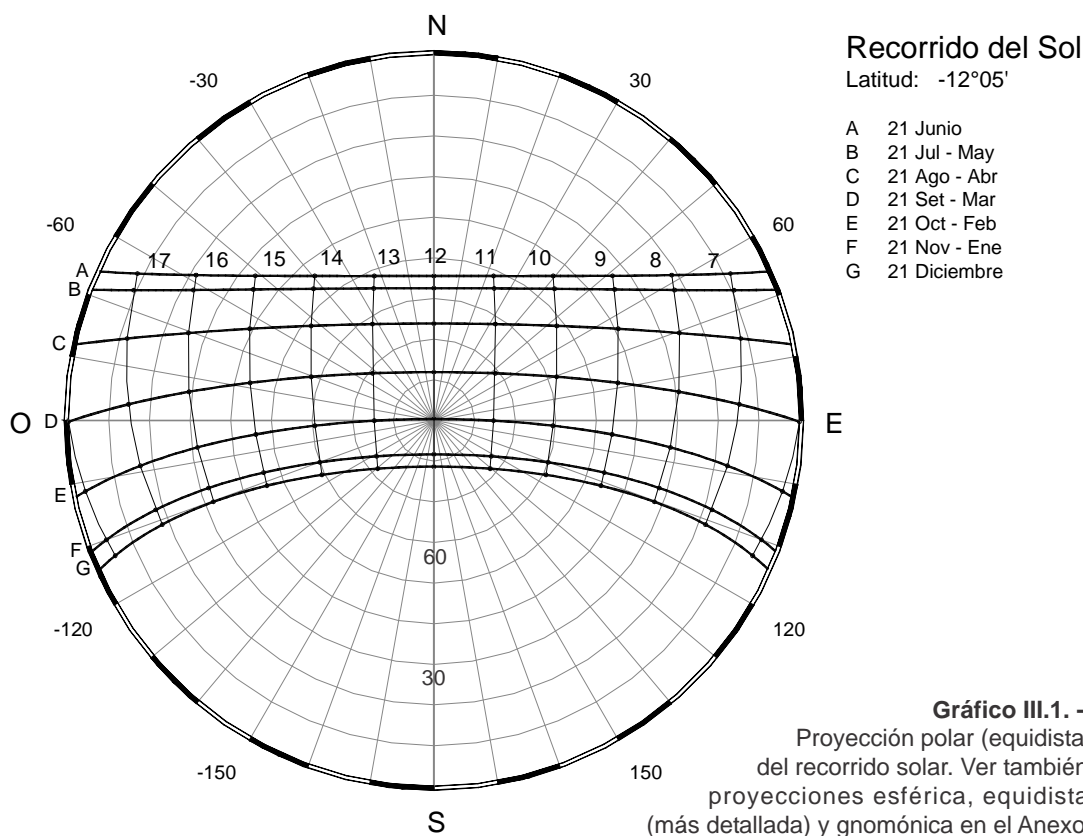


Gráfico III.1. - 08: Nivel de iluminancia promedio en días de cielo cubierto (\*)

De hecho, la teatina se evaluará bajo estas condiciones de cielo ya que presenta mayores riesgos de deslumbramiento, además de una menor capacidad potencial de iluminar el interior de los ambientes. Aún así, es importante identificar el recorrido del sol en las diferentes épocas y horas del año, en la medida que la radiación directa puede causar tanto ganancias indeseadas de calor, como deslumbramientos.

El factor determinante en este sentido es la latitud en que se encuentra la ciudad. Las características del recorrido solar permiten controlar *a priori* dichos fenómenos con relativa facilidad, esto en la medida que las aberturas se orienten adecuadamente (norte o sur). En caso contrario se deberá contemplar el uso de protectores en las aberturas (aleros, parasoles, persianas, etc.).

Finalmente, para terminar de describir las características térmicas y lumínicas de la ciudad de Lima, se presentan algunas de las citas más representativas y peculiares que se han publicado sobre este tema; son muchas las que hacen referencia a unas condiciones tan particulares, que que no dejaron nunca de llamar la atención a cronistas, viajeros, poetas, etc.



Sebastián Salazar Bondy, en uno de los ensayos más crudos que se hacen hacia la propia ciudad, habla de Lima en los siguientes términos: "*Sin rigores, sin lluvias ni truenos, sin inundaciones ni sequías, sin nieves ni calcinaciones, sólo padece regularmente de la nubosa humedad y cada medio siglo aproximadamente de un catastrófico remesón sísmico. Ese aire bien tempere, mediocre tristón y soledoso, condiciona una psicología peculiar*"<sup>3</sup>.

En el mismo ensayo Salazar Bondy cita una frase muy conocida que Herman Melville hace en su relato *Moby Dick* (Cap. XXVIII): "*Y no es enteramente el recuerdo de sus antiguos terremotos, ni la sequedad de sus cielos áridos, que nunca llueven; no son estas cosas las que hacen de la impasible Lima la ciudad más triste y extraña que se pueda imaginar. Sino que Lima ha tomado el velo blanco, y así acrecienta el horror de la angustia.*"

La asociación del estado de ánimo de las personas con la particularidad del cielo nublado y el clima sin alteraciones drásticas se ve constantemente presentada a partir de personajes de ficción que se desenvuelven en la ciudad. Un ejemplo de esto es cuando Santiago Zavala, protagonista de *Conversación en la Catedral* de Vargas Llosa<sup>4</sup>, se percata en un momento de desánimo que: "*El cielo sigue nublado, la atmósfera es aún más gris y ha comenzado la garúa: patitas de zancudo en la piel, caricias de telarañas. Ni siquiera eso, una sensación más furtiva y desganaada todavía. Hasta la lluvia andaba jodida en este país. Piensa: si por lo menos lloviera a cántaros.*" El propio Raúl Porras Barrenechea comenta: "*Nada más análogo al ingenio criollo, por superficial, por menudo y hasta por inconstante, que ese rocío intermitente de nuestros inviernos...*"<sup>5</sup>.

Existen igualmente muchas citas que hacen referencia a los comentarios de los primeros cronistas y autoridades a partir de la fundación española de la ciudad. Kagan<sup>6</sup> menciona que, según las actas del cabildo, la localización de la ciudad tenía muchas ventajas naturales: "*Tiene buen agua e tiene leña en la comarca y muy buenas para sementeras e cerca del puerto de la mar e es ayroso e al parescer sano*". Héctor Velarde<sup>7</sup> también comenta que el lugar escogido para la futura capital del virreinato fue descrito en los términos siguientes: "*Casi se toca con los valles de Lurín y Chillón,... El cielo sin huracanes, ni lluvias, ni rayos; la dulzura de una primavera inalterable; ...*" y agrega "*...todo estaba en armonía con un clima ideal donde nunca se temió la lluvia, ni aún al frío, pero si a los temblores, pues cada patio era un vasto e inmediato refugio...*".

Miró Quesada<sup>8</sup> cita a Cieza, quién por el año de 1550 mencionó sobre Lima: "...verdaderamente es una de las buenas tierras del mundo, pues vemos que en ella no hay hambre ni pestilencia, ni llueve, ni caen rayos ni relámpagos ni se oyen truenos; antes siempre está el cielo sereno y muy hermoso." En términos similares se expresa Raúl Porras Barrenechea<sup>9</sup> cuando comenta: "Ni calores excesivos, ni fríos intensos, ni lluvias abundantes. Resguardada por el Norte y el Oriente por ramales de los Andes, y refrescada por el Occidente y el Sur por vientos húmedos y nebulosos, ninguna brusca transición atmosférica interrumpe la languidez de su reposo."

María Antonia Durán<sup>10</sup> describe en su libro sobre 'Lima en el siglo XVII' que "Durante el invierno cae la garúa descrita por F. Diego de Córdova Salinas como "un rocío del cielo fecundo y amoroso" y por Zárate como "un rocío menudo como las nieblas de Valladolid". Este mismo cronista indica que "los cuatro meses de estío de España hace en ella alguna más diferencia de frío que en otro tiempo", siendo precisamente en ese tiempo cuando garúa hasta mediodía [...] Son frecuentes los vientos del Sur, por ello las lucernas abiertas en los techos de las casas se orientarán en esta dirección, al igual que se hacía en época prehispánica." Finalmente, Ramón Gutiérrez<sup>11</sup> afirma que el desarrollo de cubiertas de terrados en la ciudad lo permitió "el clima estable, y la carencia habitual de sol y la lluvia."

Estas últimas citas evidencian una actitud diferente de valorar unas mismas condiciones. Ellas resaltan las buenas aptitudes del lugar para una ciudad, en la medida de un clima estable y sin la existencia de 'incidentes' climáticos y que se suma a la presencia de brisas frescas y continuas que eran valoradas al ser relacionadas con la salud y la higiene. Caso contrario ocurre en las primeras citas, donde una valoración no menos apasionada, aunque evidentemente más polémica, se basa en estas mismas características de estabilidad y poca variabilidad de las condiciones climáticas y lumínicas que, junto con la recurrencia de días grises y cubiertos, las consideran causas de enfermedades respiratorias, conductas depresivas, actitudes poco enérgicas, etc.

En todo caso, es evidente que el clima y el cielo limeño hacen recurrente una asociación a la tristeza y al anquilosamiento, situación que no sucede en los meses de verano, estación en la que curiosamente se decidió fundar la ciudad.

**Notas:**

- <sup>1</sup> EVANS, Martin; *Housing, Climate and Comfort*; The Architectural Press. London, 1980. Página 52.
- <sup>2</sup> QUEZADA PACHECO, Julio Magno; *Estudio del Confort Climático en Lima Metropolitana y Callao*. Tesis para optar el título de ingeniero meteorólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, 1987.
- <sup>3</sup> SALAZAR BONDY, Sebastián; *Lima la horrible*. PEISA; Lima, 1974.
- <sup>4</sup> VARGAS LLOSA, Mario; *Conversación en la Catedral*; Alfaguara. Madrid, 1999. Página 20.
- <sup>5</sup> PORRAS BARRENECHEA, Raúl; *Pequeña Antología de Lima*. Imp. de Galo Sáez. Madrid 1935. Pág. 19.
- <sup>6</sup> KAGAN, Richard L. con la colaboración de MARÍAS, Fernando; *Imágenes urbanas del mundo hispánico 1493 - 1780*. Ediciones El Viso. Navarra, 1998.
- <sup>7</sup> VELARDE, Héctor; *Arquitectura Peruana*; Fondo de Cultura Económica. México, 1946. Pág. 84.
- <sup>8</sup> MIRO QUESADA, Aurelio; *Lima. Ciudad de los Reyes*; Talleres Gráficos Villanueva. Lima, 1968. Pág. 49.
- <sup>9</sup> PORRAS BARRENECHEA, Raúl; *ob. cit.*. Pág. 18.
- <sup>10</sup> DURÁN MONTERO, María Antonia; *Lima en el siglo XVII. Arquitectura, urbanismo y vida cotidiana*; Diputación Provincial de Sevilla. Sevilla 1994. Pág. 32.
- <sup>11</sup> GUTIERREZ, Ramón; *Arquitectura y Urbanismo en Iberoamérica*; Ediciones Cátedra. Madrid, 1997.

### III.2. REQUERIMIENTOS DE CONFORT.

Al tener las viviendas generalmente una vida superior a los 100 años -particularmente en el caso de las que abarcan el presente tema- y sumada la aceleración de los acontecimientos -sociales, culturales, económicos, tecnológicos- de los últimos dos siglos por efecto de la industrialización, es preciso tener un especial cuidado en juzgar las virtudes y defectos de los recursos a estudiar; se ha de considerar con mucho criterio la eventual capacidad de adecuar las estrategias y componentes 'tradicionales' a los estándares de confort, ello según los recursos con que se cuentan hoy en día.

Las cuestiones en este tema específico parten de la reconsideración de los actuales estándares, en la medida que estos puedan estar generando costes excesivos e innecesarios o, por el contrario, que no lleguen a cubrir los requerimientos mínimos de confort. Las citas confrontadas de Elmore y Calderón, presentadas dentro del capítulo anterior (ver páginas 32 y 33), son nuevamente un ejemplo que evidencia la subjetividad y variabilidad del fenómeno, además de su complejidad.

Descritas las condiciones climáticas y lumínicas de Lima, así como los criterios que giran en torno al confort (Título II.2. Definición, Variables y Evaluación del Confort), se identifican en esta parte del estudio los requerimientos del mismo en el caso particular de Lima. Para este fin se indaga en primer lugar sobre los límites de dicho confort, pasando en una segunda instancia a describir y evaluar las diferentes estrategias que sugieren los diversos autores para los casos que cumplan con las características climáticas y lumínicas previamente reconocidas.

Para identificar los límites de confort térmico, se tomará como base el estudio, anteriormente citado, desarrollado por Quezada<sup>1</sup> (1987). En él, la 'zona de confort' es presentada sobre un diagrama que se basa en aquel desarrollado por Olgyay<sup>2</sup> y que considera diferentes condiciones según sea verano o invierno.

La ubicación de la 'zona de confort' parte de la identificación previa de la temperatura óptima. En el caso del verano, se considera la temperatura óptima como el promedio que se obtiene entre el 'Índice Global de Isotermas'<sup>3</sup> y la ecuación de confort térmico desarrollada por Fanger (1972)<sup>4</sup>, asumiendo un valor de CLO de 0.55. En el caso de la temperatura óptima de invierno se utiliza únicamente la ecuación de confort térmico con un valor



de CLO de 1.00. En base a las condiciones climáticas específicas obtenidas en la estación 'Modelo', se obtienen las siguientes temperaturas óptimas:

Temperatura óptima de verano: 22.83 °C

Temperatura óptima de invierno: 19.98 °C

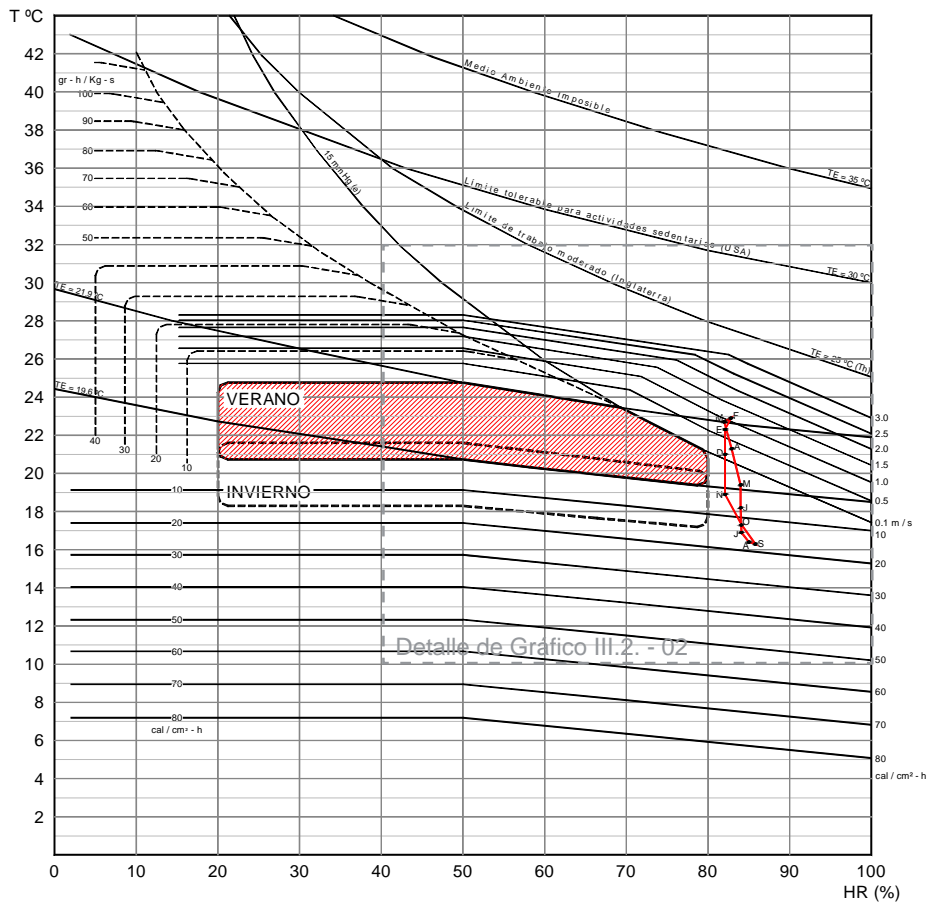
A partir de estas temperaturas se identifican los límites superiores e inferiores de la zona de confort. En el caso de los límites de verano, se considera una cantidad que equivale a la propia vestimenta de la estación (0.55 CLO = 4.015 °C) que es repartida hacia 'arriba' y 'abajo'. En invierno se toma como límite inferior el establecido por Olgay (1963) que equivale a 18.3 °C; y esta misma amplitud, generada con la temperatura óptima, determina el límite superior. De esta forma se terminan identificando, como límites definitivos de la zona de confort:

Verano (0.55 CLO)	Límite superior: 24.76 °C
	Límite inferior: 20.74 °C
Invierno (1 CLO)	Límite superior: 21.66 °C
	Límite inferior: 18.30 °C

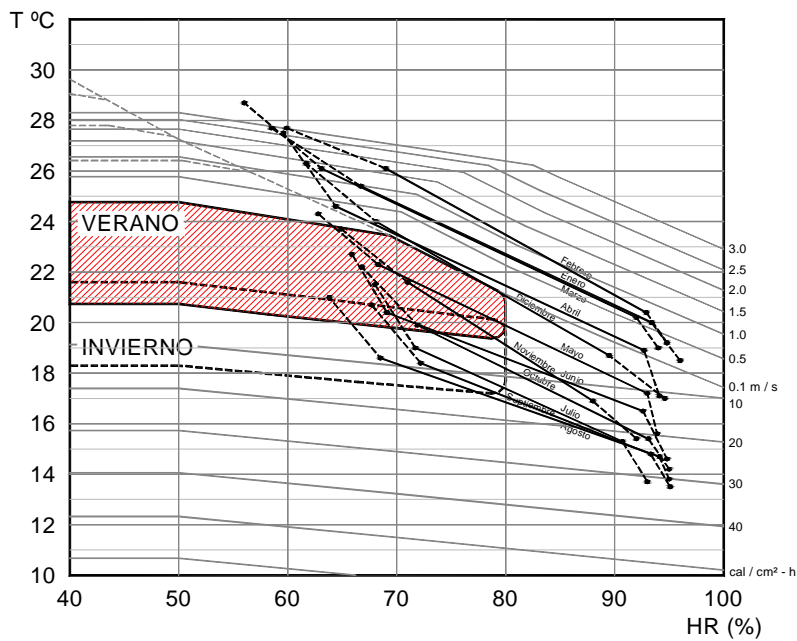
Estos límites de temperatura terminan definiendo los extremos superior e inferior de la zona de confort (abscisas) hasta una humedad relativa de 50 %. A partir de dicha humedad relativa se sigue la dirección de la temperatura efectiva (fórmula de Missenard, 1972). Un último límite 'horizontal' se ubica a partir de una presión de vapor actual de 15 mm. Hg., ya que por encima de ella se identifica una 'sensación de depresión'.

Los límites terminan siendo definidos con respecto a la humedad relativa (ordenada) considerando 20 % y 80 % como valores prácticos. Generalmente se considera como límite más cercano al 70 %, pero acertadamente el autor asume una extensión debido a una 'aclimatación a las zonas húmedas' por parte de la población local. Finalmente, a partir de la delimitación de la zona de confort el autor superpone las 'líneas correctivas' mediante el viento, la evaporación y la radiación siguiendo los principios expuestos por Olgay (1963).

Los dos gráficos presentados a continuación (ver Gráficos III.2. - 01 y 02 en la página siguiente) terminan siendo una síntesis parte del estudio citado (Quezada, 1987), en los que se resume el 'diagrama de confort climático' con los límites de la zona de confort, las líneas correctivas y con las condiciones típicas de cada mes. Este da finalmente una



**Gráfico III.2. - 01:** Diagrama de confort frente a los datos de temperaturas y humedades promedio según el día típico cada mes.



**Gráfico III.2. - 02:** Diagrama de confort frente a los datos de temperaturas y humedades máximas y mínimas promedio según el día típico de cada mes. Se añaden las temperaturas máximas y mínimas absolutas promedio (líneas discontinuas).

mejor idea de la caracterización climática de la zona de estudio. Se recalca que el esquema está concebido a partir de las condiciones climáticas exteriores y por lo mismo termina siendo una herramienta útil para la caracterización del lugar.

Considerando los criterios y rangos presentados en otras publicaciones, y para efectos del presente estudio, se propone unos límites de confort ligeramente más amplios a los que presenta Quezada, expandiéndose estos hasta valores enteros próximos, esto es, de 18 a 22 °C en invierno y de 21 a 26 °C en verano. Estos límites, presentados a continuación sobre el ábaco psicométrico (ver Gráfico III.2. - 03), van acompañados por las correcciones en base a los criterios sugeridos por el propio Givoni<sup>5</sup> (1998).

Ya se ha comentado en el título que trata sobre el confort que, de los criterios que argumenta el autor para 'extender' los límites del mismo en 'países en vías de desarrollo', se considera válido tomar en cuenta la capacidad de adaptación de los pobladores a ciertas condiciones particulares (como la humedad relativa o temperatura excesiva), más no la capacidad económica como tal. Así, si por un lado se asumen las correcciones sugeridas en principio para los 'países desarrollados', en el caso específico de hacer frente a las altas humedades asociadas a altas temperaturas por medio de la ventilación, se considera oportuna, para el caso de Lima, la extensión de la corrección hasta valores de 90% de humedad relativa.

Partiendo de la hipótesis de que al interior del ambiente no existe movimiento de aire ni radiación directa, se ubica en el gráfico los límites de confort en invierno y verano, además de las condiciones de temperatura y humedad del aire de los diferentes días típicos de cada mes. Adicionalmente se ubica las temperaturas mínima y máxima absolutas de cada mes. Es importante igualmente mencionar una vez más que las correcciones sugeridas en la 'carta bioclimática' (*BBCC*), como el mismo Givoni lo resalta, parten de identificar unas condiciones externas, pero tomando en cuenta la realidad térmica de un espacio interior en función de las estrategias sugeridas.

Según las estrategias que se proponen, tanto a partir de la gráfica de Olgyay como de la de Givoni, resulta evidente una coincidencia en que la ventilación es un recurso a tomar en cuenta en las horas más cálidas de los meses de verano, de la misma forma que la radiación en los de invierno. Adicionalmente, Givoni considera el enfriamiento nocturno de la masa del edificio (inercia térmica) como una opción adicional para alcanzar el con-

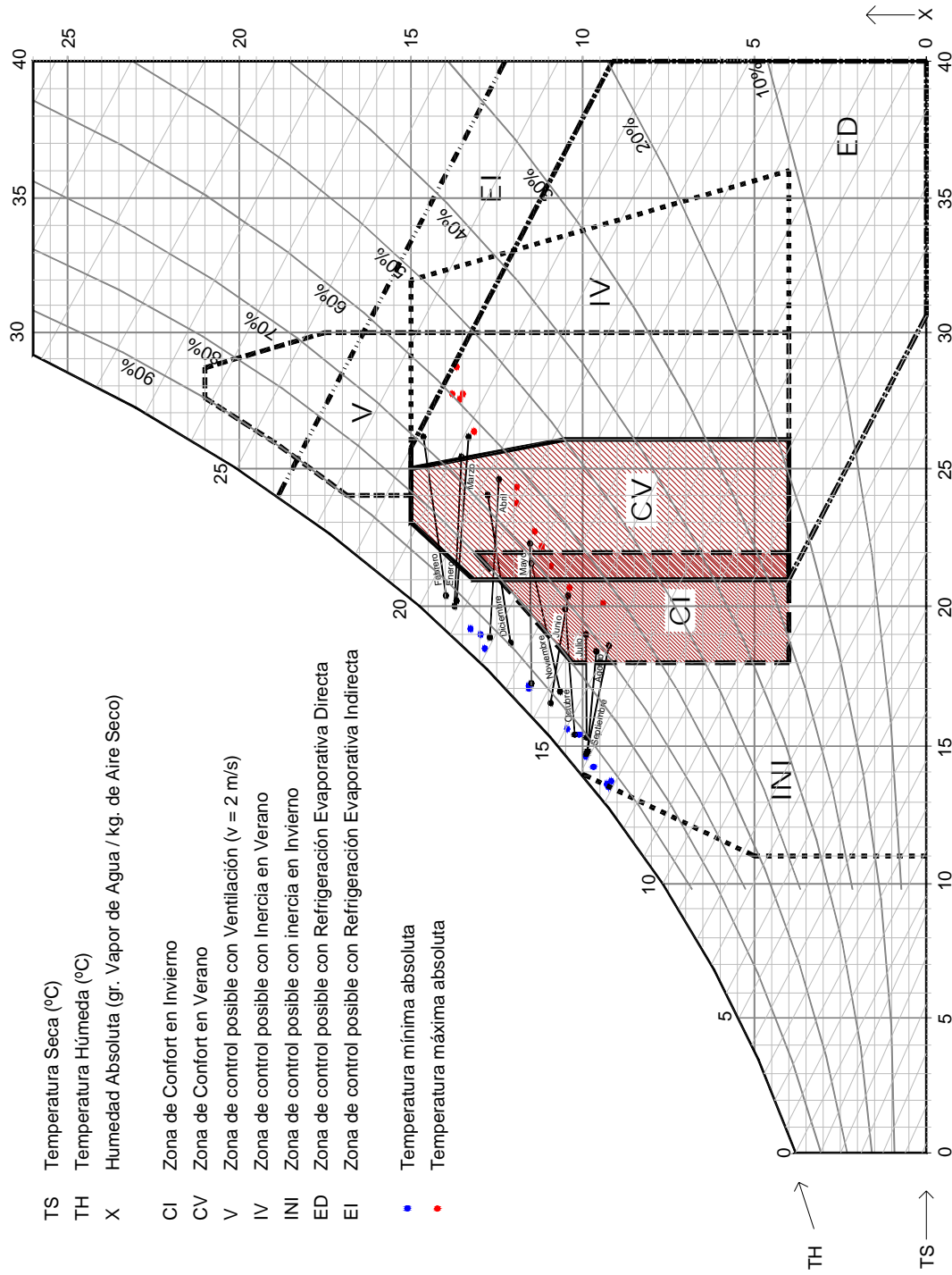


Gráfico III.2. - 03: Ábaco psicrométrico basado en el 'BBCC' con datos de 'días típicos' de Lima.

fort en verano. También asume un rango más amplio para la estrategia del enfriamiento por evaporación, considerándola válida hasta una temperatura de bulbo húmedo de 22 °C y hasta una humedad absoluta de 15 gr./Kg., *"tomando en cuenta los efectos opuestos al confort de la humedad interior alta y las altas velocidades del viento asociadas al enfriamiento evaporativo directo"* <sup>6</sup>.

En todo caso, los criterios de corrección y límites que el autor propone, terminan estando plasmados en la propia 'carta bioclimática'. Es de resaltar, en relación a las características del clima limeño, cuando el autor concluye que *"una velocidad del aire más alta es el 'remedio' más común a las altas temperaturas, y especialmente a la alta humedad"* <sup>7</sup>.

A partir de los datos de horas de sol en invierno, queda claro que no se puede contar con la radiación solar directa en esta época para corregir las temperaturas que eventualmente quedan por debajo de la zona de confort, debiéndose considerar recursos adicionales como la inercia térmica de los materiales, el aislamiento de los mismos, la hermeticidad de los espacios, el control de los vientos, entre otros.

Se expone seguidamente algunos criterios adicionales presentados por diferentes autores con respecto al tema concreto de las estrategias, haciendo incidencia de la relación entre la alta temperatura, la humedad y la ventilación.

En las conclusiones que presenta el propio Quezada <sup>8</sup>, que se dan en base a la carta bioclimática de Olgay, éste valora el papel de la ventilación en los meses de verano. Recomienda por lo mismo que las aberturas y la disposición de los tabiques faciliten dicha ventilación. Identifica también la particularidad de la estación Modelo (que es la que nos interesa) frente al resto de las estaciones estudiadas, en la medida que considera insuficiente las velocidades de viento alcanzadas en los meses de verano debido a la configuración urbana, recomendando un refuerzo del fenómeno por medios mecánicos.

Quezada concluye igualmente que *"los meses cálidos superan en rigor a los meses de invierno, en consecuencia se debe dar prioridad a las necesidades de los meses más calurosos"*. Identifica adicionalmente la existencia de una 'isla de calor', cuya ubicación corresponde precisamente con la de la estación Modelo y de otras circundantes.

La estrategia más recomendada y utilizada, en la medida que se requiera el enfriamiento del edificio o de la persona, resulta siendo la ventilación. J. Cook<sup>9</sup> menciona que *“Enfriar ventilando la atmósfera es la práctica más elemental de remover el calor de los edificios y el método de enfriamiento pasivo más ampliamente practicado. Es una práctica tradicional en lugares tropicales y semitropicales.”* En la misma publicación S. Chandra<sup>10</sup> afirma que *“adicionalmente al intercambio de aire, que remueve el calor del interior (enfriamiento del edificio), la ventilación puede crear velocidades de aire substanciales en el ambiente. Tal movimiento de aire puede enfriar las personas y proveer confort, particularmente en climas húmedos.”*

Queda bastante clara la coincidencia de criterios sobre este tema, al considerar la ventilación como el método más común, además de eficaz, para lograr el enfriamiento en presencia de una situación de disconfort debido a altas temperaturas; sea removiendo el aire más cálido al interior del edificio, eliminando el calor del cuerpo por convección e incluso ayudando a la evaporación del sudor de la superficie de la piel que aporta una sensación de comodidad, además de enfriar por el propio efecto del cambio de estado del elemento.

Lo que no resulta muy fácil de valorar, debido a la alta humedad relativa que suele tener el aire en la ciudad de Lima y en la medida que dicho contenido de humedad condiciona la efectividad del fenómeno, es el enfriamiento del mismo a partir de un eventual proceso de evaporación de agua, sea en forma de líquido o de humedad. En *Energy in Architecture*<sup>11</sup> se comenta que *“La evaporación es un mecanismo de enfriamiento muy poderoso que puede brindar a los ocupantes la sensación de confort bajo condiciones de calor. Sin embargo, para que sea efectiva, el aire circundante no debe ser muy húmedo (humedad relativa menor a 85 %).”*

Otros autores consideran que la humedad relativa no debería pasar del 70 %; en todo caso, esto depende también de la propia temperatura del aire, además de la velocidad con que se presentan los vientos; es sobre todo este último factor el que incide directamente en la eficiencia del fenómeno.

Sobre este mismo fenómeno J. Cook<sup>12</sup> resalta que *“En muchos climas a excepción de los más húmedos, las posibilidades de enfriamiento por evaporación representa el recurso de enfriamiento natural más potente. La evaporación del agua ha sido una práctica*

*cultural tradicional en todos los climas calurosos.*" Si según ésta última cita se limita la eficiencia del fenómeno a climas que no sean 'de los más húmedos', J. Hertz<sup>13</sup> es aún más exigente en este aspecto cuando comenta, refiriéndose al clima de la selva tropical, que "*Desgraciadamente, por el alto nivel de humedad en el aire en los trópicos húmedos no se puede aprovechar de este fenómeno; o sea, es un sistema sólo con aplicación a zonas cálido-secas*", añadiendo luego que "*Más importancia tiene la velocidad del aire sobre la piel de los habitantes, a fin de ayudar a la evaporación del sudor*"<sup>14</sup>.

Todas estas afirmaciones no permiten identificar *a priori* la eficiencia del recurso del enfriamiento por evaporación en el caso de un clima húmedo como el que tiene Lima. La dirección y velocidad del viento en las horas más calurosas de verano, que coincide con la humedad relativa mínima (ligeramente por debajo del 70%), hace que no se descarte la validez de la estrategia. El tema, en todo caso, se retomará una vez más dentro del capítulo que se refiere a la teatina (IV.5.2.1. Consideraciones térmicas).

Con respecto al confort lumínico, para evaluar objetivamente las condiciones que se presentan en función de los requerimientos de confort, se consideran los valores presentados en las tablas del capítulo que desarrolla dicho tema; tanto para el nivel de iluminación como para el deslumbramiento (ver páginas 30 y 44 respectivamente).

Para llegar a satisfacer dichos requerimientos de confort, en el caso del nivel de iluminación, se consideran fundamentalmente los principios que giran en torno a la cantidad de luz que penetra en el ambiente, a la posición y dirección con que lo hace y a los materiales, texturas y colores del interior del mismo. Por otro lado, la condición de cielo cubierto que presenta Lima con mucha regularidad, hace que el efecto del deslumbramiento sea tomado en cuenta con un interés especial y, en este caso, la ubicación y el tamaño de las eventuales aberturas terminan siendo los factores más determinantes.

**Notas:**

- <sup>1</sup> QUEZADA PACHECO, Julio Magno; *Ob. Cit.*
- <sup>2</sup> OLGAY, Victor; Arquitectura y Clima. *Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1998.
- <sup>3</sup> Índice desarrollado por Olgay (1968) donde demuestra que la temperatura óptima de confort en verano se relacionan estrechamente con el promedio de los meses de verano. Dicho índice valora implícitamente la tolerancia del individuo frente a su medio. En el caso del estudio de Quezada, se promedia de la temperatura del aire de los 3 meses más cálidos.
- <sup>4</sup> Ecuación que parte del balance calórico del cuerpo humano y que considera los factores de temperatura del aire, presión de vapor actual, temperatura media de la superficie de la ropa, velocidad del viento y características fisiológicas de la persona. Asumiendo ciertas condiciones ideales (esfuerzo físico mínimo, temperatura del aire y radiante iguales) y a partir de encuestas y mediciones, el autor identifica la temperatura óptima.
- <sup>5</sup> GIVONI, Baruch; *Climate Considerations in Building and Urban Design*. Van Nostrand Reinhold. New York, 1998. Pág. 44 y 45.
- <sup>6</sup> GIVONI, Baruch; *ob. cit.* Pág. 42.
- <sup>7</sup> GIVONI, Baruch; *ob. cit.* Pág. 35.
- <sup>8</sup> QUEZADA PACHECO, Julio Magno; *Ob. Cit.* Pág. 191 y siguientes.
- <sup>9</sup> COOK, Jeffrey (Editor); *Passive Cooling*; MIT Press. Cambridge, 1989. Pág. 4.  
Cita original: "Cooling by ventilation to the atmosphere is the most elementary practice of heat removal from buildings and the most widely practiced passive cooling method. It is a traditional practice in tropical and semitropical locations."
- <sup>10</sup> CHANDRA, Subrato; *Ventilative Cooling*. En: COOK, Jeffrey (Editor); *ob. cit.* Pág. 43.  
Cita original: "In addition to air exchange, which removes heat from the interior (building cooling), ventilation may create substantial airspeeds in a room. Such air motion (i.e., airspeeds) can cool people and provide comfort, particularly in humid climates."
- <sup>11</sup> GOULDING, John R., LEWIS J., Owen, STEEMERS, Theo C.; *Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook*. Commission of the European Communities. London, 1993. Pág. 101.  
Cita original: "Evaporation is a very powerful cooling mechanism which may bring a feeling of comfort to occupants under hot conditions. However, in order to be effective, the surrounding air should not be too humid (relative humidity less than 85%)".
- <sup>12</sup> COOK, Jeffrey (Editor); *ob. cit.* Pág. 5.  
Cita original: "In most climates except the most humid, the cooling opportunities of evaporation represent the most potent natural cooling resource. The evaporation of water has been a traditional cultural practice in all overheated climates."
- <sup>13</sup> HERTZ, John B.; *Arquitectura Tropical. Diseño bioclimático de viviendas en la Selva del Perú*; CETA. Iquitos, 1989. Pág. 39.
- <sup>14</sup> HERTZ, John B.; *ob. cit.* Pág. 58.