

del aire, Courvosier (1951) y otros encontraron, en una serie de experimentos, que cuando la intensidad del viento fuera del edificio es de 7 a 7 m/seg, el aire de un local se reemplaza completamente por aire fresco en un lapso de una hora debido a lo que se llama *respiración de la pared*; mientras más pequeño el cuarto, más rápidamente se hará el intercambio de aire.

Este intercambio de aire depende de tres factores:

a) La diferencia de presión entre el aire del lado del viento y del lado opuesto. La presión total del lado opuesto al viento es según Hottinger (1940):

$$p = 0.8 v^2 \rho$$

v — velocidad del viento en m/s

ρ — densidad del aire = 1.2 kg/m³

b) Diferencia de temperaturas entre el aire interior y el exterior. Esta diferencia crea un contraste de presiones según la fórmula:

$$p = h (\rho_c \cdot \rho_w) g/cm^3$$

donde h — altura del plano de equilibrio

ρ_c — densidad del aire frío exterior

ρ_w — densidad del aire tibio interior

Ilzhöfer (1931) encontró que para un cuarto de 3 m de altura, h vale 1.70 m y que una diferencia de 1°C produce una diferencia de presión de sólo 0.0005 mm de mercurio, si son 5°C es de 0.0028, si son 10°C es de 0.0056 mm.

c) La difusión de los gases con diversas concentraciones dentro y fuera del edificio.

Si la velocidad del aire exterior es nula, la pérdida de aire a través de las paredes y grietas en los muros es de unos 2.5 l/seg según Georgii (1954) debido al proceso de difusión gaseosa.

Existe pues una relación entre el ambiente exterior y el interior de los edificios; aun cuando las personas permanezcan en el interior estarán sometidas a cambios climatológicos que ocurren fuera del edificio.

Landsberg (1938), estudió durante 100 noches la relación entre la temperatura exterior y la temperatura de la cama.

Mientras afuera la temperatura varió entre +17°C y -14°C, en un 75% de las veces la temperatura de la cama osciló entre 8°C y 12°C (manteniendo una ventana abierta). Esto quiere decir que se requiere que el cuerpo gaste una determinada cantidad de energía para mantener la temperatura constante de la cama. Desde luego lo normal es dormir con la ventana cerrada con lo cual la variación de temperatura de la cama será mucho menor que la observada por Landsberg y aún menor en el ambiente de la Ciudad de México donde la variación de la temperatura exterior no llega a los extremos anotados por este autor. En muchas ocasiones en México la temperatura de la cama es tal que al acostarse encontramos que nos basta una cobija para mantener la temperatura corporal, pero unas horas antes de que amanezca la temperatura de la cama disminuye a tal grado que el cuerpo comienza a perder calor por lo que para mantener el equilibrio nos vemos obligados a utilizar una segunda frazada.

Efecto de la humedad. Cuando la temperatura del aire es superior a 25°C el individuo en reposo comienza a sudar; si la persona desarrolla ejercicio muscular la sudación se inicia a temperaturas menores. El cuerpo se enfría por medio de la evaporación del sudor pero esta evaporación se reduce cuando la humedad ambiente es elevada, por lo que una humedad alta combinada con temperaturas elevadas producen una sensación de incomodidad porque reducen la disipación de calor del cuerpo por evaporación.

Efecto del movimiento del aire. El movimiento del aire enfría el cuerpo al activar la evaporación del sudor en un ambiente tibio, Bedford (1948) hizo un experimento muy simple para demostrar lo anterior. Se midió la temperatura de la frente de un sujeto vestido normalmente en una sala donde la temperatura del aire era de 22°C. Esta temperatura fue de 34.5°C en aire en calma. Después se puso a funcionar un ventilador que produjo una corriente de 100 m/min sobre la frente del sujeto. Después de 7 minutos de exposición a la corriente el ventilador se apagó y al medir de nuevo la temperatura de la frente del sujeto había bajado a 31.5°C. Después de la prueba la temperatura de la frente comenzó de nuevo a subir aunque más lentamente.

EVALUACIÓN DEL BIOCLIMA EN DOS CLÍNICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Por Ernesto Jáuregui Ostos

I. INTRODUCCIÓN

La sensación de calor o de frío que experimentamos depende, además de la temperatura ambiente, de otros factores como la velocidad del aire, la humedad, la radiación, la actividad muscular, la clase de vestido, la edad, la nutrición, el grado de aclimatación, etcétera, de modo que las diversas personas sometidas a un mismo ambiente experimentarán diversos grados de comodidad. Se han propuesto diversos índices biometeorológicos para determinar el grado de comodidad en grupos experimentales de personas normales.

En el presente trabajo utilizaremos el concepto de temperatura efectiva para intentar una valuación del ambiente en cuartos de encamados localizados en el área urbana de la ciudad de México.

¿Cuál es la temperatura ideal del aire para sentirnos cómodos? Es indudable que su valor depende del grado de aclimatación de las personas. En los Estados Unidos, por ejemplo, los locales con calefacción mantienen una temperatura de unos 21°C mientras que en Europa la temperatura de 18°C se considera satisfactoria. De suerte que un norteamericano sentirá algo de frío en Europa mientras que un europeo que viaje por los Estados Unidos tendrá la impresión de un poco de calor en los locales con calefacción.

Para los habitantes de la parte central de la altiplanicie mexicana, los locales con poca

insolación durante el invierno nos parecen fríos, sobre todo durante la noche y las primeras horas de la mañana.

Pero no sólo es la temperatura del aire sino también las diferencias de radiación entre el cuerpo y las paredes o el piso, las que son fundamentales para una valuación de la comodidad.

Las diferencias en la forma de vestir son también importantes. Es sabido que las mujeres prefieren temperaturas más elevadas que los hombres; Yaglou y Messer en 1914 experimentaron en una cámara climática, con hombres vestidos con ropa de mujer y mujeres vestidas con prendas masculinas llegando a la conclusión de que las diferencias de sensación de comodidad térmica entre hombres y mujeres se deben a las diferencias de vestido.

Por otra parte, el aire en un cuarto puede dar una sensación estimulante o depresiva. Bedford (1948) señala que el aire fresco fomenta la actividad de las personas más que el aire tibio pero que la principal causa de la sensación de opresión se debe a la falta de movimiento del aire. El movimiento adecuado del aire, sin que se produzcan corrientes, crea un ambiente favorable para el trabajo. En Inglaterra, por ejemplo, se estima que la ventilación debe ser algo mayor de 7 m/min. pero estos movimientos del aire deben ser variables y no uniformes, por esta razón las entradas del aire de la ventilación deben estar diseñadas para crear un cierto movimiento turbulento

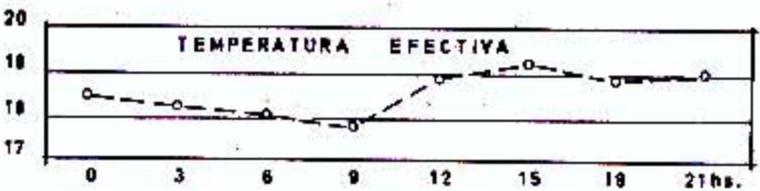
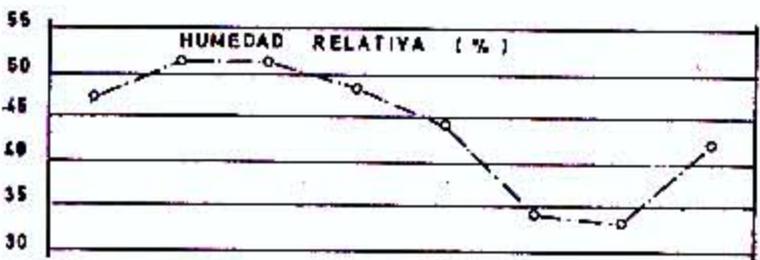


FIG. 2

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN ENERO DE 1970

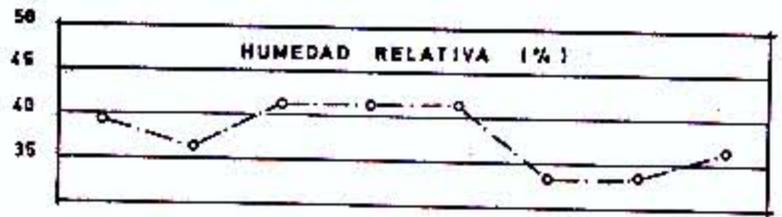


FIG. 3

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN ENERO DE 1970

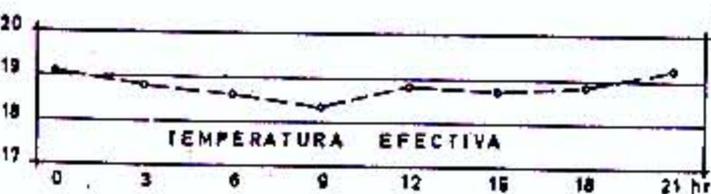


FIG. 4

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA NUMERO 13 DE AZCAPOTZALCO EN FEBRERO DE 1970

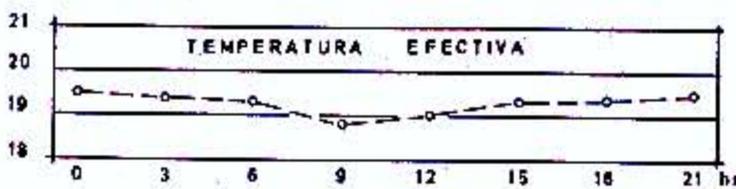
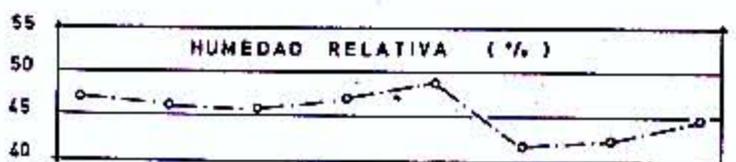


FIG. 5

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE LA CALZADA DE TLALPAN EN FEBRERO DE 1970.

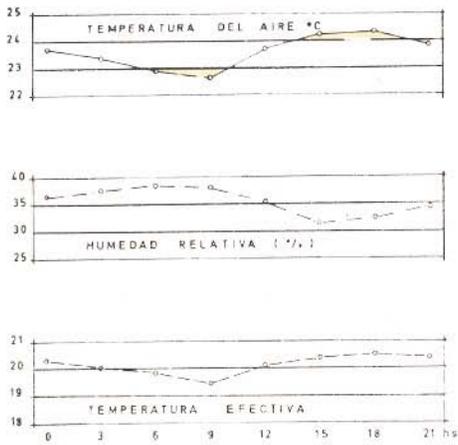


FIG. 6 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOLIMATICOS EN LA CLINICA NUMERO 13 DE AZCAPOTZALCO EN MARZO DE 1970 .

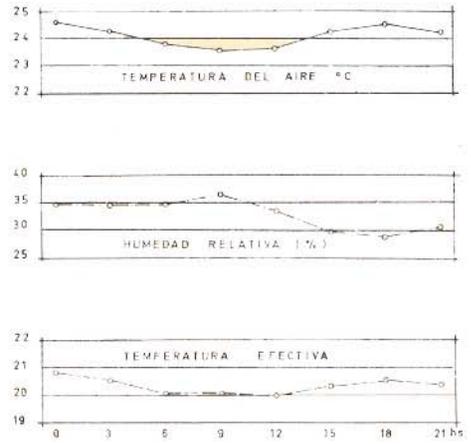


FIG. 7 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOLIMATICOS EN LA CLINICA DE LA CALZADA DE TLALPAN EN MARZO DE 1970 .

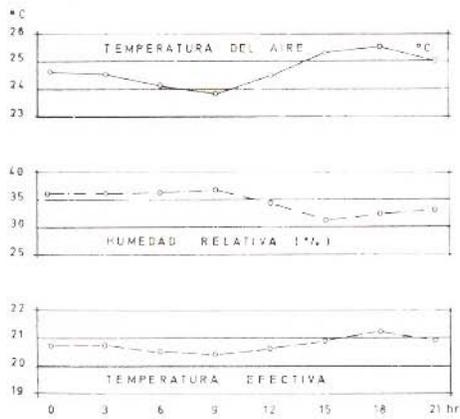


FIG. 8 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOLIMATICOS EN LA CLINICA DE AZCAPOTZALCO EN ABRIL DE 1970 .

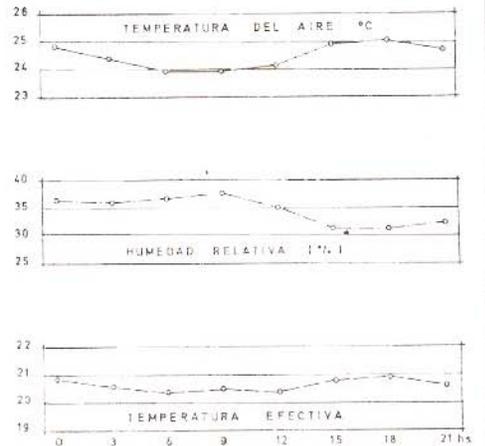


FIG. 9 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOLIMATICOS EN LA CLINICA DE LA CALZADA DE TLALPAN EN ABRIL DE 1970 .

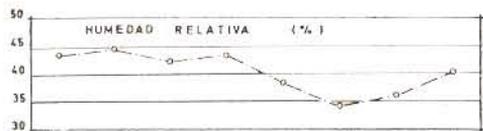


FIG. 10 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOClimATICOS EN LA CLINICA AZCA-POTZALCO EN MAYO DE 1969

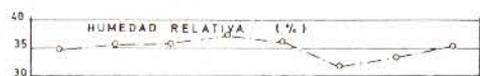


FIG. 11 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOClimATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN MAYO DE 1969

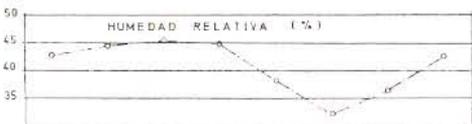


FIG. 12 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOClimATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN JUNIO



FIG. 13 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOClimATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN JUNIO DE 1969

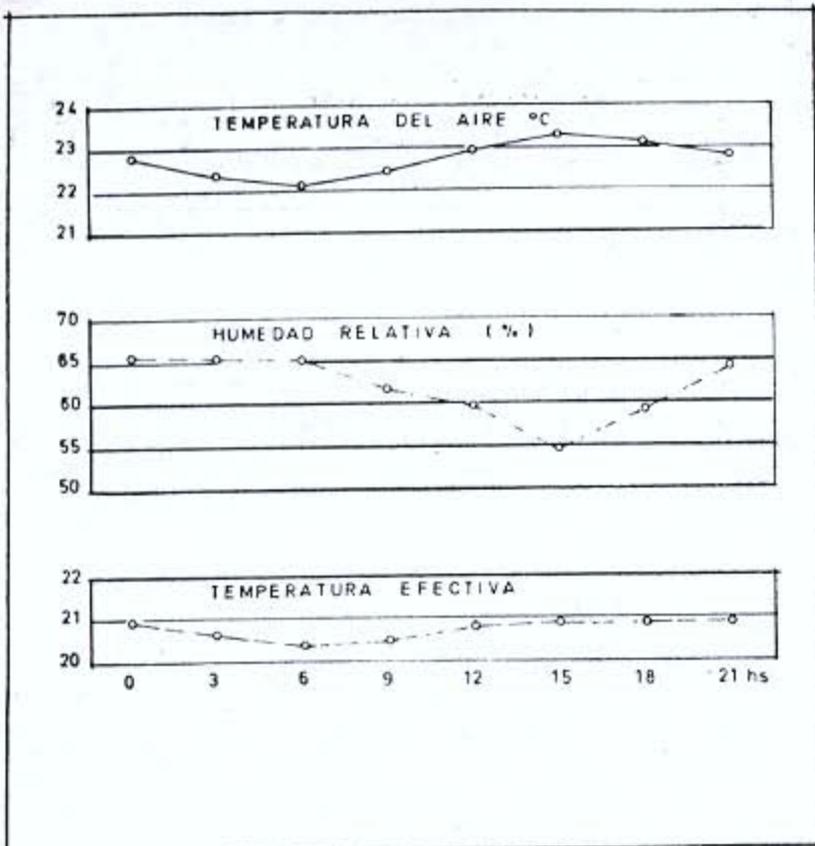


FIG. 14 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN JULIO DE 1969

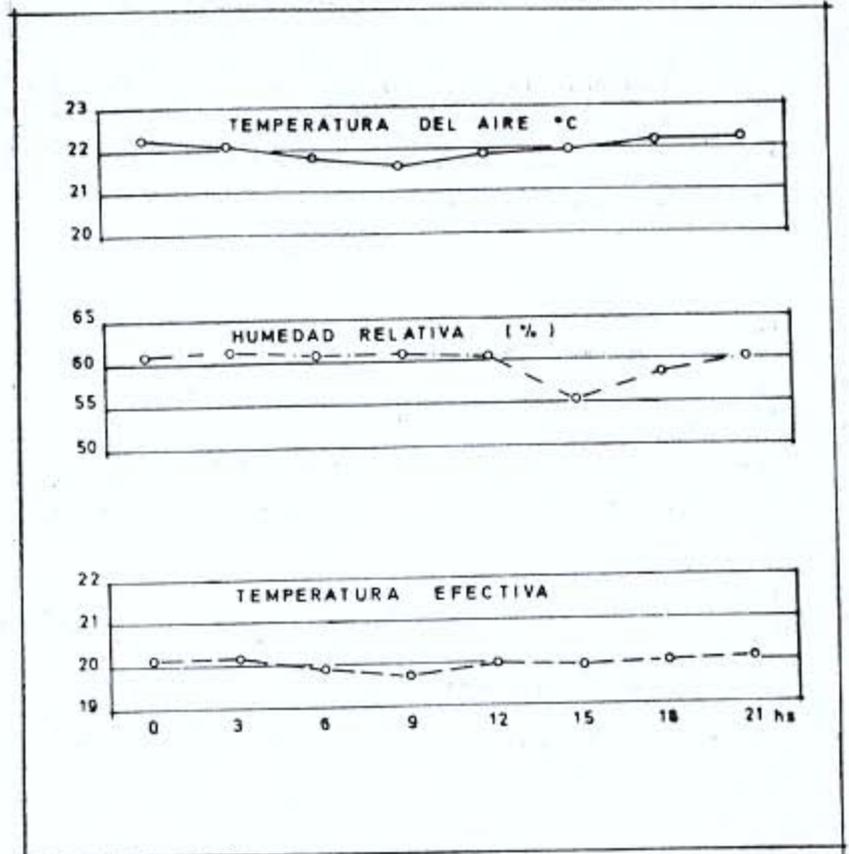


FIG. 15 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN JULIO DE 1969

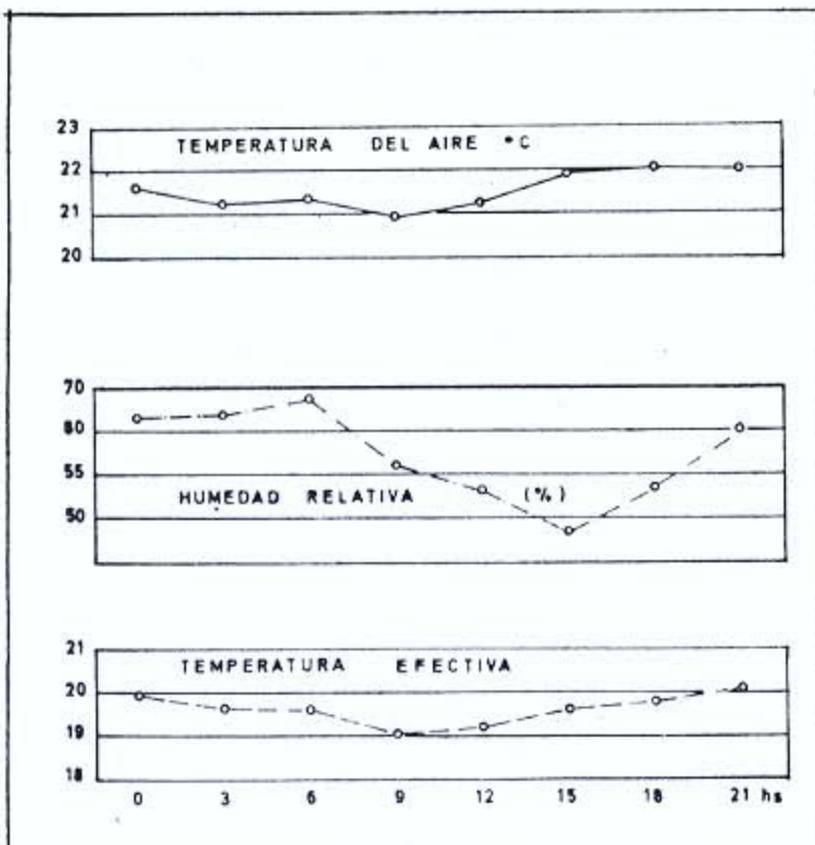


FIG. 16 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN AGOSTO DE 1969

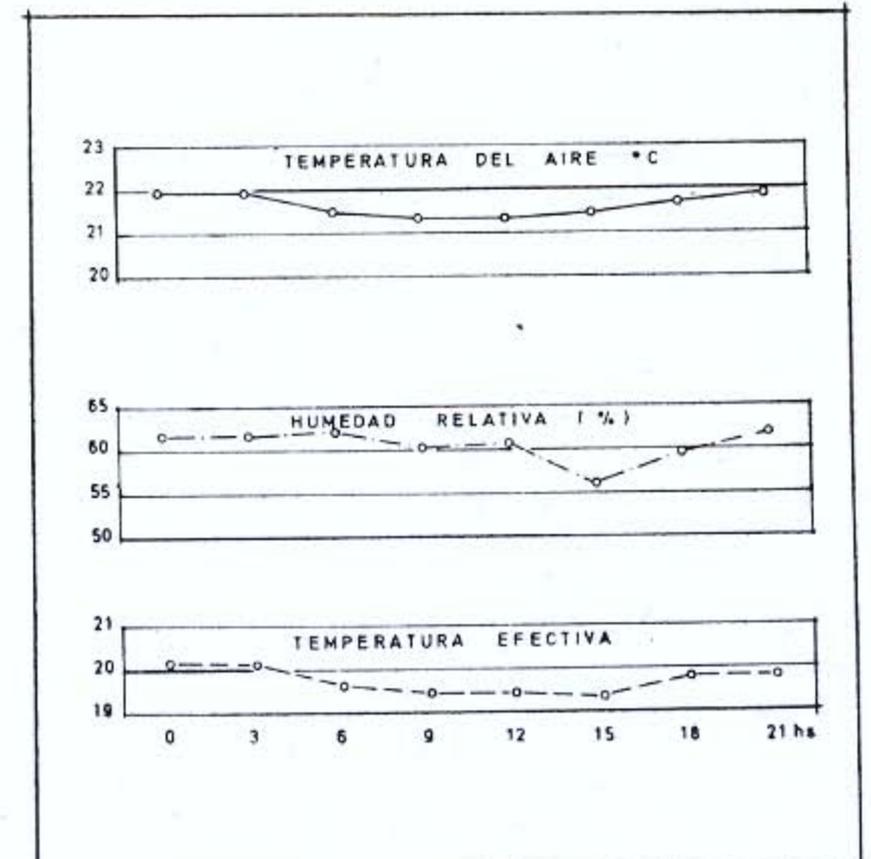


FIG. 17 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ DE TLALPAN EN AGOSTO DE 1969



FIG. 18

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN SEPTIEMBRE DE 1964

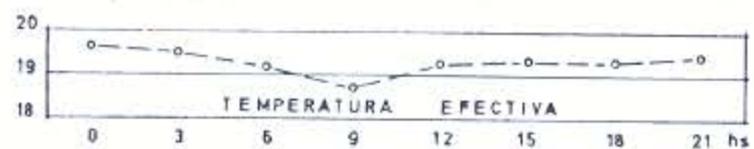
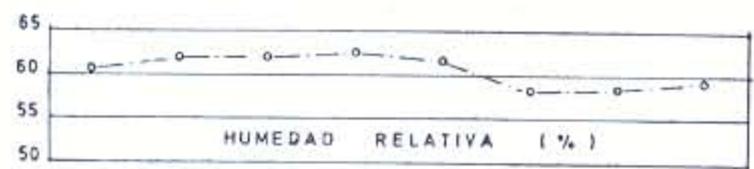


FIG. 19

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN SEPTIEMBRE DE 1969

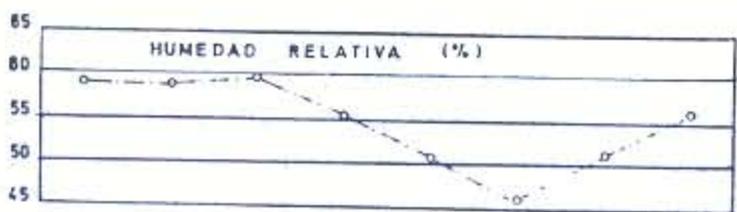


FIG. 20

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN OCTUBRE DE 1969

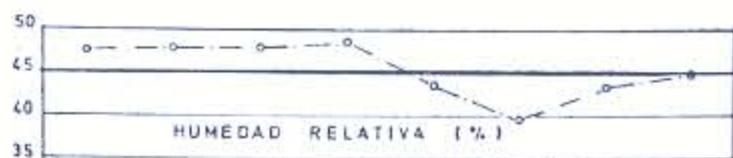


FIG. 21

VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN OCTUBRE DE 1969

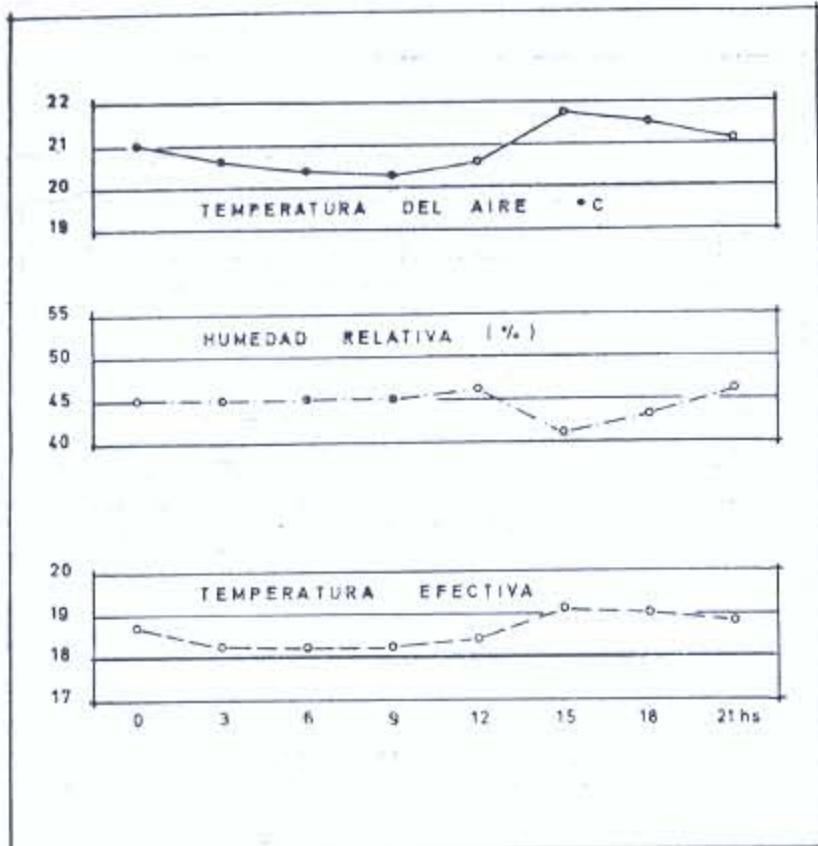


FIG. 22 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN NOVIEMBRE DE 1969

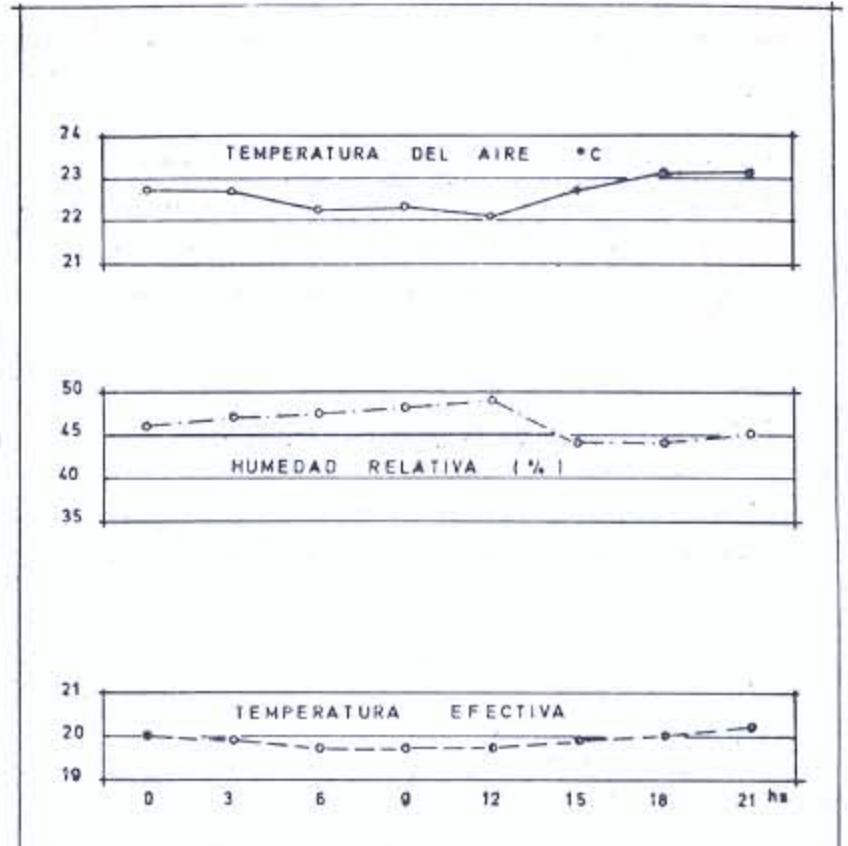


FIG. 23 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN NOVIEMBRE DE 1969

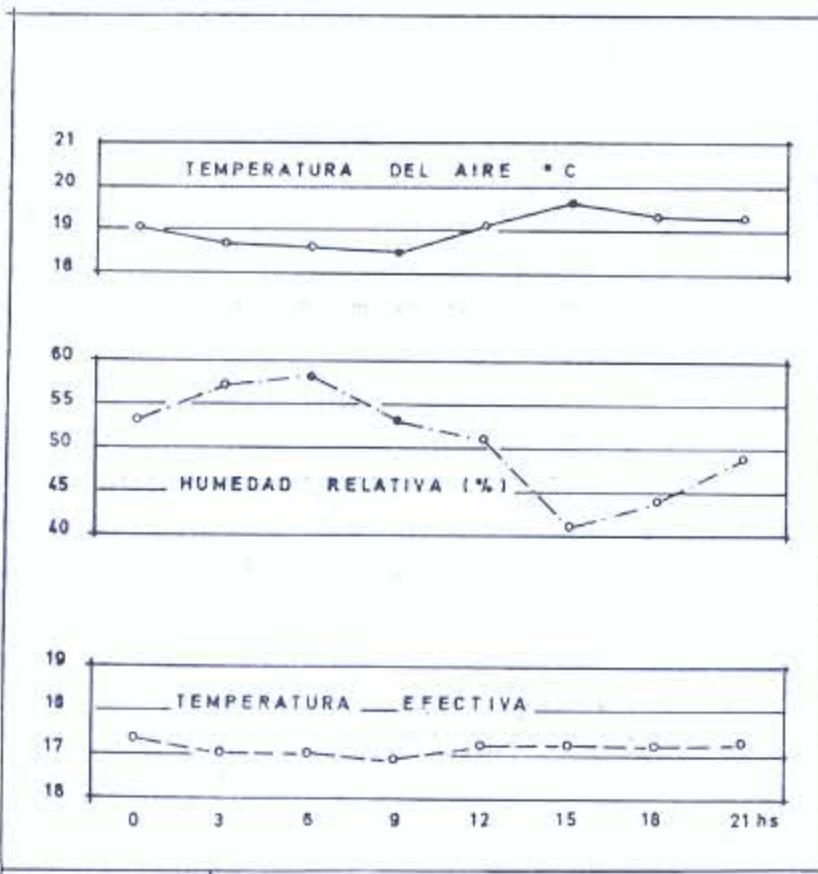


FIG. 24 VARIACION DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS DURANTE EL DIA EN LA CLINICA AZCAPOTZALCO EN DICIEMBRE DE 1969

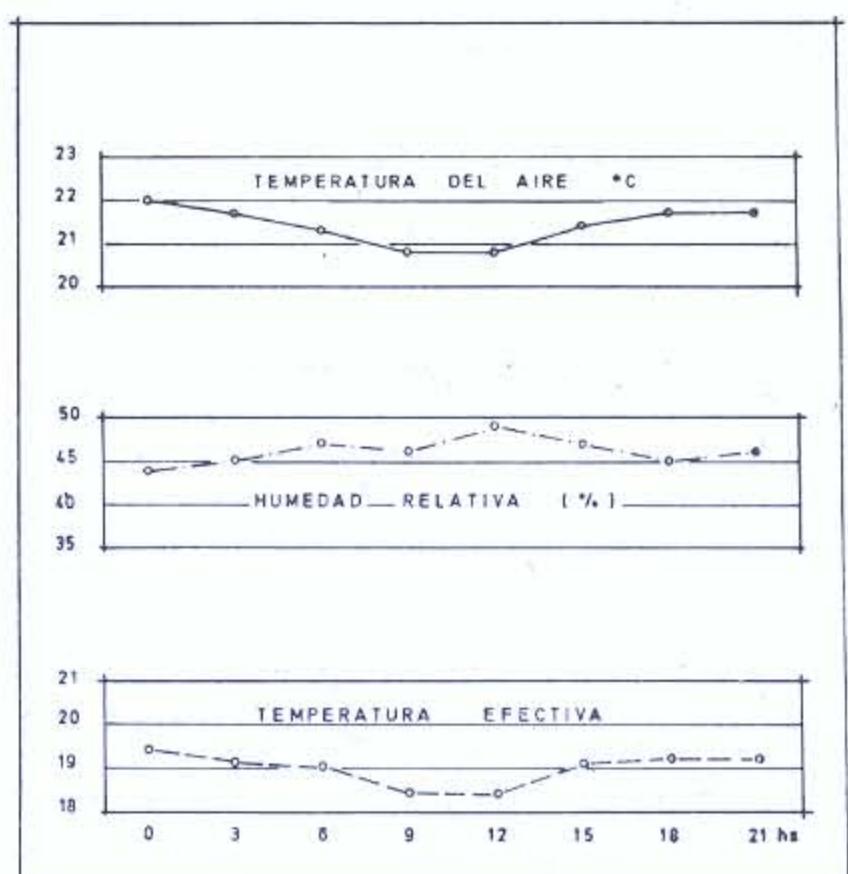


FIG. 25 VARIACION DIURNA DE LOS ELEMENTOS BIOCLIMATICOS EN LA CLINICA DE CALZ. DE TLALPAN EN DICIEMBRE DE 1969

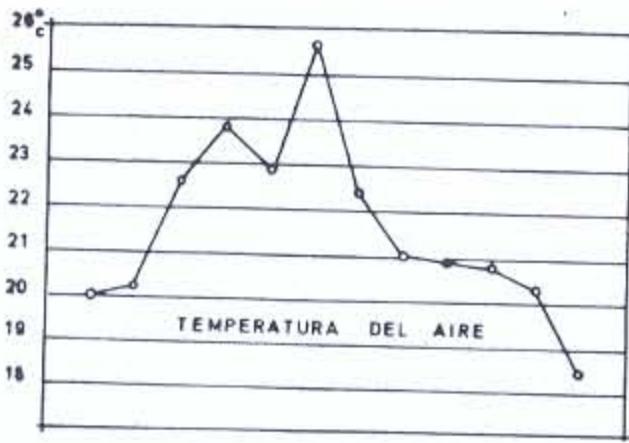


FIG.26. VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA TEMPERATURA EFECTIVA ENTRE LAS 8 Y LAS 9 A.M. EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 13 DE AZCAPOTZALCO

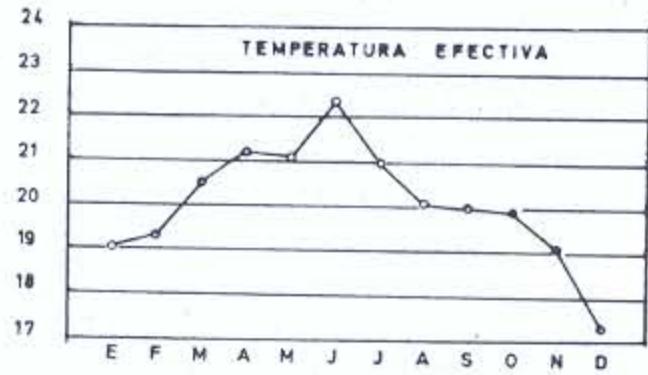
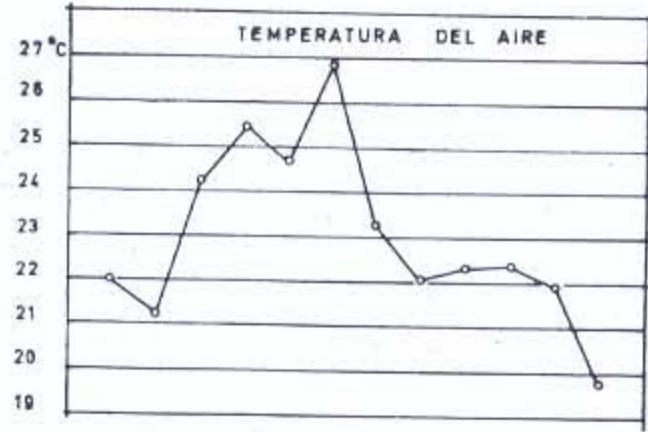


FIG. 27. VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA TEMPERATURA EFECTIVA A LAS HORAS DE MAYOR CALOR (entre las 15 y 18 hs) EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 13 DE AZCAPOTZALCO.

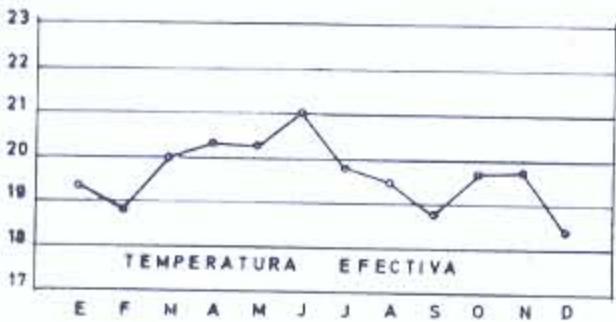
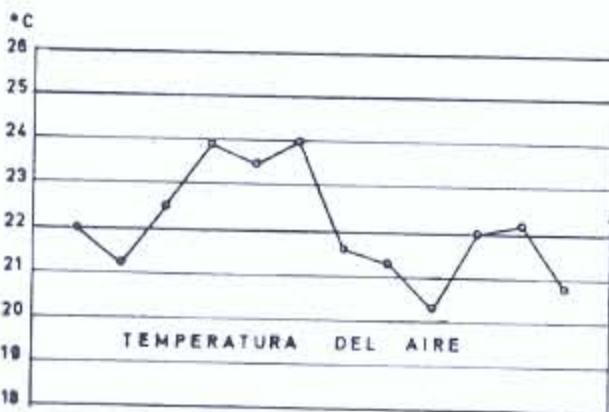


FIG.28 VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA TEMPERATURA EFECTIVA ENTRE LAS 8 Y LAS 9AM EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 10 DE LA CALZADA DE TLALPAN

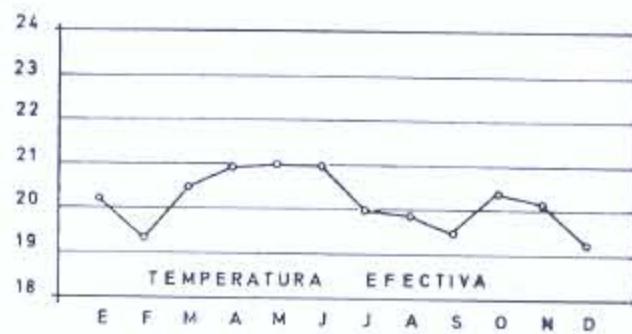
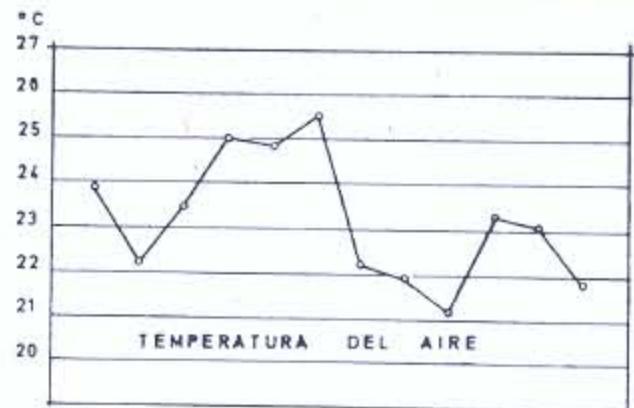


FIG.29 VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA TEMPERATURA EFECTIVA A LAS HORAS DE MAYOR CALOR EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 10 DE LA CALZ. DE TLALPAN.

calor bochornosa a una impresión de frío húmedo sin pasar por una zona de confort.

El límite inferior de la zona de comodidad corresponde a una temperatura de 18°C según Terjung (1966) y de 19°C de acuerdo con la ASHVE. El límite superior de comodidad se sitúa en la temperatura efectiva de 22°C (Terjung, 1960), aunque según Dreyfus, la incomodidad comienza para los individuos adaptados al trópico, hasta una temperatura efectiva de 25°C. Es probable que este último valor sea el apropiado para el ambiente de México. La ASHVE considera para el cálculo de las instalaciones de clima artificial que la temperatura efectiva de 21° a 23°C proporciona la sensación de comodidad óptima para la mayoría de las personas.

III. EL MICROCLIMA DE LOS LOCALES EN DOS SITIOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

1) Métodos. Los locales seleccionados para valorar el nivel de comodidad ambiental en la ciudad se localizaron en cuartos de encamados, uno en la Clínica 13 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Azcapotzalco al noroeste de la Ciudad y el otro hacia el sur, en la Clínica 10 de la Calzada de Tlalpan, a la altura de la colonia Portales. En cada local se instaló un termohidrógrafo que registró en forma continua la temperatura y humedad relativa durante 12 meses consecutivos. El periodo de registro fue en ambos lugares, de mayo de 1969 a abril de 1970. Los instrumentos que son de registro semanal, se calibraron con un psicrómetro de onda. La circulación del aire en el cuarto de encamados se midió con un anemómetro que mide el recorrido del viento en un minuto. En casi todas las observaciones de viento se registraron corrientes de aire muy débiles. El cuarto de encamados de la Clínica de Azcapotzalco tiene la ventana orientada hacia el norte por lo que recibe muy poco asoleamiento mientras que en el cuarto de la Calzada de Tlalpan la ventana ve hacia el sur.

Esta diferencia de orientaciones se escogió con objeto de observar en qué medida puede afectar la orientación a las condiciones ambientales.

2) Resultados. En las figuras 2 a 25 se muestra la variación diurna promedio, para cada mes, de la temperatura del aire, la humedad relativa y la temperatura efectiva en los dos locales mencionados.

a) *La temperatura*

Durante los meses fríos de octubre a febrero la temperatura del aire en el local de Tlalpan es, como era de esperarse, uno o dos grados más alta que en el local de Azcapotzalco, ya que durante los meses mencionados, este último no recibe insolación. En cambio de mayo a septiembre en el local con orientación norte se observaron temperaturas algo más altas que en el cuarto de la Calzada de Tlalpan.

Durante los meses de mayo a julio los muros con orientación norte en la latitud de la ciudad reciben asoleamiento, en contraste con los muros del lado sur que se encuentran en sombra en este periodo. Para agosto y septiembre, los muros de orientación sur comienzan a recibir insolación mientras que los del lado norte vuelven a quedar en sombra. Sin embargo, en estos meses hay generalmente abundante nubosidad, de suerte que las diferencias por asoleamiento no deben ser muy marcadas. La temperatura resultó ser muy semejante en ambos locales para estos meses de transición. En octubre, al disminuir los nublados y aumentar el asoleamiento de los muros que ven al sur, el contraste térmico comienza a acentuarse.

Conviene hacer notar que durante la época calurosa, de marzo a mayo, ambos locales registraron casi las mismas temperaturas, con la diferencia de que quizá el local con ventana al norte resulte algo más cómodo a las horas de mayor calor ya que el sol no penetra por la ventana sino hasta la segunda mitad del mes de mayo.

b) *La humedad relativa*

La humedad relativa fue máxima después de las 9 de la noche y hasta el amanecer, alcanzó entonces entre 55 y 60% durante los meses lluviosos y bajó a un 35 ó 40% en los meses secos. En cuanto a los valores mínimos de la humedad se observaron después del mediodía hasta caer la tarde. En los meses

secos la humedad relativa mínima fue de un 30 ó 35% mientras que en los meses lluviosos subió a 50 ó 55%.

En todo caso la humedad relativa en los locales se mantuvo dentro de los límites aceptables para la comodidad (30 a 70%).

c) La temperatura efectiva

La temperatura efectiva varió durante el día en la misma forma que la temperatura aunque la oscilación fue de sólo un grado.

Debido a la orientación norte del local de Azcapotzalco la temperatura efectiva fue uno o dos grados menor en los meses fríos de octubre a febrero. De marzo a septiembre la temperatura efectiva es sensiblemente la misma en ambos locales siendo ligeramente más alta (un grado) en Azcapotzalco en el mes de julio.

En los meses fríos, de octubre a febrero, la temperatura efectiva registrada ubica a los locales muestreados en el límite inferior de la comodidad óptima, es decir, algo fríos o frescos según el criterio de la ASHVE, mientras que en el resto del año la temperatura efectiva que se observó en los cuartos se aproxima a los valores óptimos de comodidad ambiental.

En las figuras 26 a 29 se muestra la marcha mensual de la temperatura del aire y de la temperatura efectiva (máximas y mínimas) para ambos locales.

Finalmente, en las figuras 30 y 31 aparecen sobre un diagrama psicrométrico los valores de la temperatura efectiva máximos y mínimos mensuales, registrados durante el periodo de las observaciones en los dos locales;

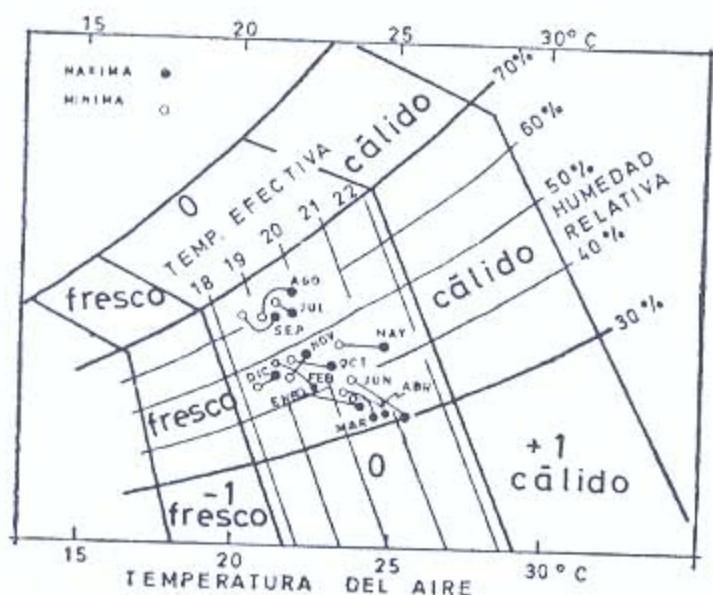


FIG. 30. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS MENSUALES DE LA TEMPERATURA EFECTIVA EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 10 DE CALZ. DE TLALPAN.

puede apreciarse que los puntos caen principalmente dentro de la zona de comodidad óptima localizada entre temperaturas efectivas de 18°C a 22°C y humedad relativa de 30 a 70%. Sin embargo, en la gráfica de la clínica de Azcapotzalco, los puntos correspondientes a los meses de invierno quedan cerca del límite inferior o francamente fuera del área de mayor comodidad debido a la carencia de asoleamiento del local en esta época del año.

IV. CONCLUSIONES

Del análisis anterior se desprende que los locales del área urbana de la Ciudad de México que reciben un asoleamiento suficiente por estar orientados hacia el sur, no requieren calefacción o enfriamiento por medios mecánicos ya que la comodidad ambiental en todos los meses del año (incluyendo el mes más frío, enero y el mes más caluroso, mayo), se mantuvo dentro del área de comodidad considerada como óptima según las normas establecidas por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción. Por otra parte, los locales con ventana hacia el norte tienen comodidad óptima tanto en los meses calurosos de marzo, abril y mayo, como durante la época de lluvias, mientras que en los meses de la estación fría la comodidad ya no es la mejor, sino que el ambiente se clasifica como fresco según este criterio.

Conviene hacer notar que durante los meses de mayo, junio y julio, el local de encamados de la Clínica de Azcapotzalco registró una

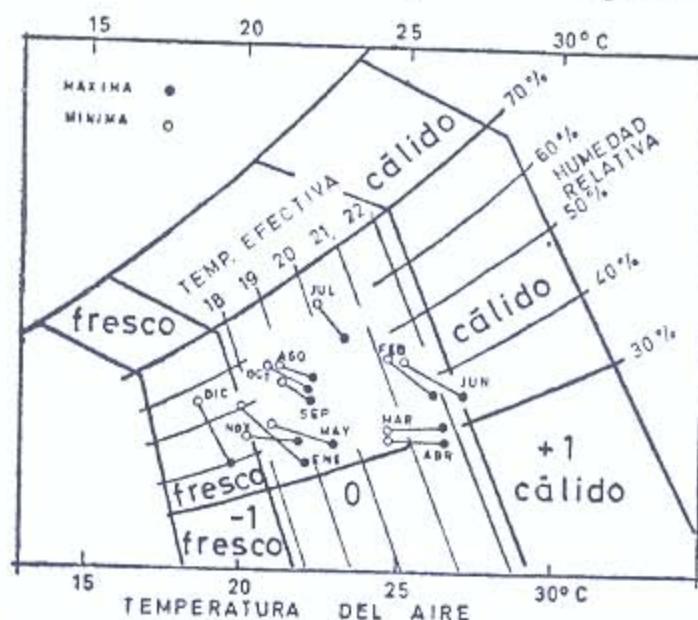


FIG. 31. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS MENSUALES DE LA TEMPERATURA EFECTIVA EN UN CUARTO DE ENCAMADOS DE LA CLINICA 13 DE AZCAPOTZALCO.

temperatura algo mayor (uno o dos grados) que la observada simultáneamente en la clínica de la Calzada de Tlalpan debido al asoleamiento que durante estos meses reciben los locales orientados al norte. Por lo tanto, de mayo a julio, los locales con ventana al norte

son, en la Ciudad de México, algo más tibios que los locales con ventana hacia el sur. Sin embargo, esta variación no afecta sino ligeramente las condiciones de comodidad, ya que la temperatura efectiva no varió sino en una o dos unidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedford, T. Basic Principles of Ventilation and Heating, H. K. Lewis and Co., Ltd. Londres, 1948.
- Courvosier, P. Über das Eindringen von Schwankungen der meteorologischen Elemente in Gebäude, Arch. Meteorol., Geophys. u. Bioklimatol. Ser B 2, 162, 1951.
- Hottinger, M. Lüftungs und Klimaanlageanlagen, Springer Verlag, Berlin, 1940.
- Ilzhöfer, H. Untersuchungen über natürliche und künstliche Lüftung von Wohnräumen, Arch. Hyg. 105, 322, 1931.
- Georgü, H. W. Untersuchungen über den Luftaustausch Zwischen Wohnräumen, und Aussenluft, Arch. Meteorol. Geophys, u. Bioklimatol., 5, 191-215, 1954.
- Landsberg, H. Eine bett-temperatur Studie, Bioklimat. Beiblätter, 5, 2, 66-68, 1938.
- Bedford, T. Basic Principles of Ventilation and Heating. H. K. Lewis and Co. Ltd. Londres, 1948.
- Lotz, E., Wezler, K. Die Hauttemperatur des Menschen bei wechselnden Windgeschwindigkeiten und Raumtemperaturen, Akad, Wiss Mainz Abk. Math Naturwiss, Klt.
- Dreyfus, J. Le confort dans l'habitat en pays tropical, Eyrolles, Paris.