

Características climatológicas de las sensaciones confortables en el archipiélago cubano*

**Luis B. LECHA ESTELA

RESUMEN. *En el trabajo se explican las dificultades objetivas que intervienen en la definición de la zona de confort del habitat humano, proponiéndose algunos ajustes de la norma cubana Aire en la Zona de Trabajo (NC 19-01-03). Se describen las características climatológicas más significativas de las sensaciones confortables en el territorio nacional, así como la distribución e intensidad en el transcurso del año. Se incluyen algunas recomendaciones de aplicación específica a la construcción y el desarrollo industrial, en el campo de la física ambiental de las construcciones. El trabajo se acompaña de mapas y tablas que ilustran el texto.*

INTRODUCCIÓN

A pesar del poder de adaptación del hombre a su medio (aclimatación) hay en su metabolismo un cierto intervalo, comúnmente conocido como zona de bienestar o de confort, dentro de la cual el individuo se siente mejor que en ninguna otra condición del medio aéreo. Los límites exactos de esta zona no pueden ser fijados con exactitud para todas las personas, porque en ello influyen muy diversos factores como la edad, el sexo, las costumbres, el vestuario y otros. No obstante, para cada grupo poblacional sí se pueden calcular determinadas características del estado del aire, dentro de las cuales el ser humano goza de máximo bienestar.

Teniendo en consideración múltiples factores, Recknagel y Sprenger (1974) recomiendan diferentes intervalos óptimos de la temperatura del aire para lograr el máximo de bienestar según el uso de los locales (Tabla 1). También Goromosov (1963) para el caso particular de edificios típicos en la URSS, propone los valores siguientes como óptimos.

Temperatura del aire: de 18° a 25° C.

*Manuscrito aprobado en julio de 1990.

**Dpto. de Meteorología Aplicada, Villa Clara Instituto de Meteorología.

TABLA 1. Intervalos de la temperatura del aire recomendados como condición confortable para locales de diversos usos.

Uso del local	Temperaturas del aire (°C)
Para personas desnudas	28
Para ancianos	23 a 25
Para mujeres	23 a 24
Cerrados en verano	21 a 23
Cerrados en invierno	20 a 21
Albergues para jóvenes	18 a 20
Naves de maquinado	16 a 18
Naves de montaje	12 a 15
Fundiciones y forjas	10 a 12
De estancia breve en verano (comercios, tiendas, etc).	Media aritmética entre 20°C y la temperatura exterior del aire.

Humedad relativa del aire: de 30 % a 60 %.

Rapidez del viento: de 0,1 a 0,2 m/seg.

Sin embargo, Herrington y Bedford para Inglaterra coinciden con Yaglou (1957) en proponer como ideal la siguiente combinación:

Temperatura del aire: de 17° a 22° C.

Humedad relativa del aire: de 20 % a 70 %.

En otro trabajo, Baguirov *et al.* (1962) recomiendan para las regiones cálidas y

secas de la URSS, donde la humedad relativa del aire sea habitualmente inferior a 50 %, que la temperatura puede considerarse dentro del intervalo confortable hasta valores de 28° C.

Las normas higiénico-sanitarias de la URSS (1962) proponen como parámetros de la zona confortable los indicados en la Tabla 2; mientras que la norma cubana Aire en la Zona de Trabajo, recomienda para Cuba los valores de la Tabla 3.

TABLA 2. Intervalos confortables según las normas higiénico-sanitarias de la URSS.

Epoca del año	Temperatura		H. Relativa		Vel. Viento	
	Opt.	Ext.	Opt.	Ext.	Opt.	Ext.
Invierno	19/21	17/22	40/60	75	0,1	0,3
Verano	22/25	28	40/60	66	0,2	0,5

TABLA 3. *Condiciones microclimáticas óptimas según la norma cubana NC 19-01-03 (1983).*

Categoría de Trabajo	Vestuario de 0,5 CLO			Vestuario 1,0 CLO		
	Temperatura	H. Relativa	Viento	Temperatura	H. Relativa	Viento
Ligero	28,5	30 a 70	1,5	25,2	30 a 70	1,5
	27,5		0,5	24,5		0,5
	26,0		0,2	24,0		0,2
	25,4		0,1	23,3		0,1
Moderado	24,0	30 a 70	1,5	19,0	30 a 70	1,5
	22,0		0,5	18,2		0,5
	20,5		0,2	16,2		0,2
	19,5		0,1	15,3		0,1
Pesado	18,8	30 a 70	1,5	12,8	30 a 70	1,5
	16,6		0,5	10,3		0,5
	14,8		0,2	8,5		0,2
	13,5		0,1	7,5		0,1

Y así, sucesivamente, pudieran citarse otros criterios y opiniones sobre los límites de la zona de bienestar, que es evidente no resultan totalmente coincidentes, ni tampoco coinciden en la utilización de los distintos elementos meteorológicos. En esto influyen diferentes causas, a saber.

a) Los criterios se han elaborado para poblaciones específicas, con sus parámetros de adaptación ajustados a las características climáticas de cada territorio, desde países fríos con clima continental como la URSS, hasta países insulares con clima cálido y húmedo como Cuba.

b) Las condiciones confortables se determinan para un tipo de habitat específico, interior o exterior, en edificios con régimen de explotación abierto, semicerrado o cerrado, y de ello dependerá la diferente influencia del viento y la radiación solar sobre las condiciones del complejo temperatura-humedad relativa del aire en los

interiores.

Hasta aquí, basta lo señalado para afirmar que el estudio de las sensaciones confortables resulta un problema complicado, pero si a todo lo anterior se agregan las propias características de cada individuo, entonces se tendrá una verdadera idea de la complejidad del problema.

Está demostrado que la respuesta del hombre ante los cambios del estado del tiempo ocurre de dos formas (Fig. 1).

Cuando el hombre se expone a un medio climático diferente a aquel en que él normalmente vive, o bien, cambios bruscos del estado del tiempo en su propio medio, su mecanismo termoregulador trata de lograr el equilibrio ante las nuevas condiciones, sometiendo su fisiología individual a un conjunto de tensiones. En la mayoría de las personas, luego de cierto desajuste funcional, se logra la aclimatación, pero en otras personas el estrés térmico



Fig. 1. Esquema simplificado del proceso de adaptación del individuo.

desencadena toda una serie de reacciones, que en casos extremos, implican la ocurrencia de enfermedades que conllevan tratamiento médico, y sólo después del mismo, estas personas adquieren la capacidad de aclimatarse a las nuevas condiciones, y en algunos casos, esto no llega a producirse nunca.

Todo lo anterior posee especial importancia para los especialistas dedicados al diseño y proyecto de nuevas edificaciones, y en general, a todos los especialistas de la construcción.

Ello es así, por la necesidad de proyectar y construir edificaciones apropiadas a

las características climáticas de una región o país, con el mínimo costo y aprovechando al máximo las propias posibilidades que ofrece el clima como factor de efecto sistemático sobre el habitat interior. Esto es particularmente cierto en las condiciones de Cuba, donde el régimen de explotación de la mayoría de las instalaciones es abierto, con permanente comunicación del habitat interior con el medio exterior.

Por el valor aplicado del estudio de esta problemática, se decidió preparar el siguiente trabajo que brinda resultados originales para todo el archipiélago cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El comportamiento de las temperaturas extremas diarias del aire ha sido propuesto por Lecha y Florido (1989) como base para la tipificación del régimen térmico del archipiélago. Según estos autores, los días confortables en Cuba se identifican por la ocurrencia simultánea de temperaturas en-

tre 20,1° y 30,0° C y mínimas en 10,1° y 20,0°C, independientemente del valor de la humedad ambiental.

A partir de esta definición, la frecuencia anual de días confortables fue calculada para todas las localidades cubanas que cuentan con estaciones de la Red Nacional

del Instituto de Meteorología, utilizando para ello los datos diarios de 5 años de observaciones (1977 a 1981).

Sin embargo, también es necesario considerar el efecto combinado de la tempe-

ratura y la humedad relativa del aire, para lo cual se empleó el método propuesto por Gerburt-Gueivovich (1971) y que se aplica según el esquema de clasificación de la Fig. 2.

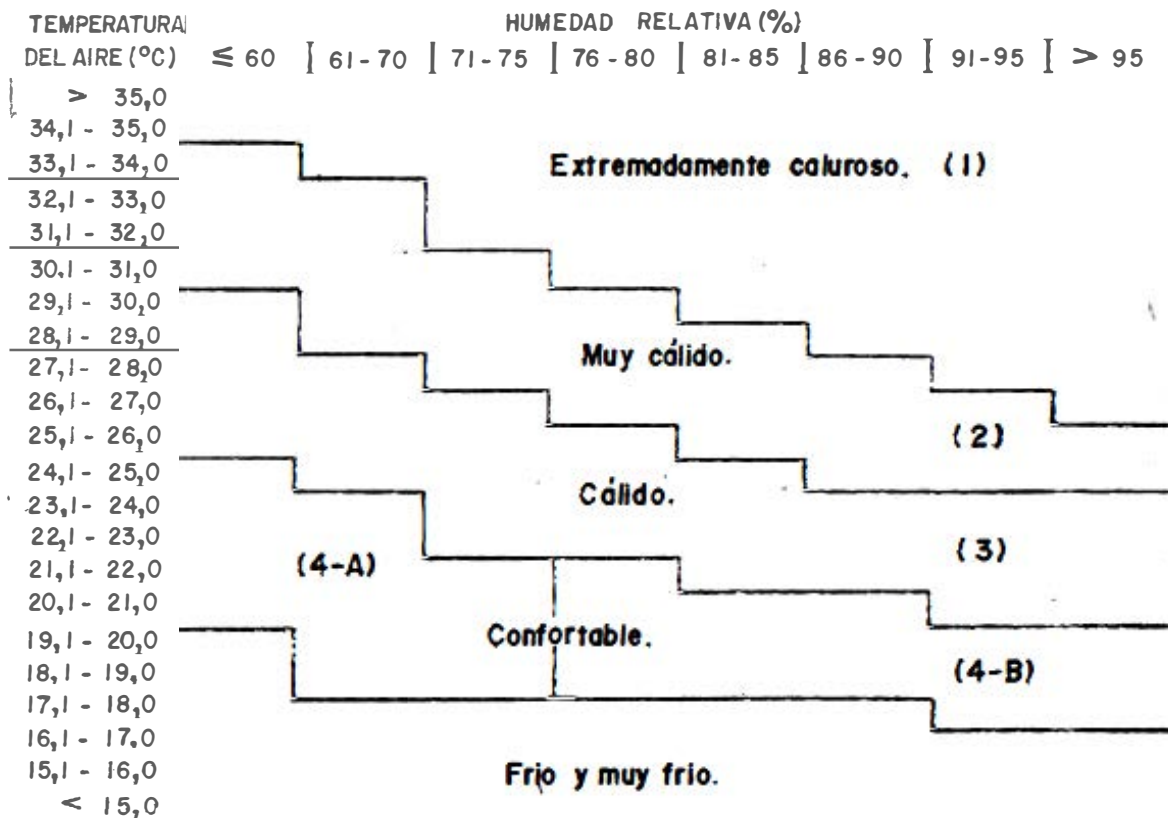


Fig. 2. Tabla para el cálculo de las sensaciones bioclimáticas según el criterio de Gerburt-Gueivovich (1972) modificado.

Entre ambos métodos hay diferencias sustanciales: en el primer caso, se trabaja la distribución del bienestar térmico general, mientras que en el segundo, se hace ya una evaluación de las condiciones del habitat interior.

Los aspectos más negativos del clima cubano, atendiendo a la disminución del bienestar del medio aéreo, se presentan durante el verano (de junio a septiembre)

cuando simultáneamente ocurren altos valores de la temperatura y la humedad del aire. Por tanto, también es conveniente la evaluación del grado de intensidad que alcanzan las sensaciones de calor sofocante en esta época crítica del año (Lecha, 1988).

Con el fin de facilitar la aplicación de los resultados que se exponen a continuación, se comparó la norma cubana NC 19-01-03 en sus condiciones óptimas, per-

misibles y críticas, con los valores obtenidos de las sensaciones confortables y de calor sofocante, para todo el país y en diferentes épocas del año, efectuándose un análisis al respecto.

La mayor parte del material fue repre-

sentado en mapas originales a escala 1:1 000 000 y 1:2 500 000, con el fin de conocer las características de los elementos estudiados en las distintas zonas físico-geográficas, así como su relación con los procesos formadores del clima local.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El factor que condiciona mayormente el clima de Cuba es el elevado régimen de radiación solar incidente. Según Vigón (1985) sobre Cuba se recibe un promedio anual de la suma diaria de la radiación solar global equivalente a 16 mJ/m^2 , siendo la distribución por el territorio nacional consecuente con la estructura geográfica del país. Los máximos superiores a 17 mJ/m^2 se hallan en las regiones costeras, mientras que los mínimos están localizados en el interior llano y en las zonas montañosas, con valores inferiores a $15,5 \text{ mJ/m}^2$. Tal intensidad del flujo radiativo medio anual es casi equivalente a los máximos que se reportan en otras zonas del planeta.

De lo anterior se infiere que el régimen térmico del país debe corresponder a un patrón cálido y muy cálido aunque en dependencia de la acción de otros factores formadores del clima, se observa una marcha anual bien definida, con dos períodos: uno de abundante precipitación y mucho calor y el otro menos lluvioso con un régimen térmico más confortable, que llega a presentar días frescos y fríos durante la influencia de anticiclones continentales fríos, provenientes de Norteamérica y Canadá.

Como se observa en la Fig. 3, como promedio, en enero, aproximadamente la mitad del territorio nacional tiene condiciones confortables, siendo en el resto del país cálidas, con excepción de las regiones

montañosas donde se observan sensaciones frescas y frías. En este mes, el grado de contraste entre el día y la noche es muy marcado, y tal como muestran las figuras correspondientes a los horarios de las 0700 y 1300, durante la noche y el final de la madrugada predominan las sensaciones confortables y frías en la mayor parte del país, pero a medida que avanza el día esta distribución cambia, hasta que poco después del mediodía el predominio es de las sensaciones cálidas, llegando a muy cálidas en las llanuras orientales, reduciéndose las áreas confortables sólo a los principales núcleos montañosos del territorio cubano. O sea, que incluso en el mes más frío del año, durante ciertas horas del día, existen sensaciones cálidas y muy cálidas en el país.

Como muestra la Fig. 4, el comportamiento de las sensaciones bioclimáticas del medio aéreo en los restantes meses del período poco lluvioso (febrero-abril) va reflejando una homogenización gradual de los contrastes. Febrero aún presenta una importante diferenciación de las sensaciones bioclimáticas, siendo confortables el medio aéreo de las regiones occidental y central; mientras que desde Ciego de Avila y Camagüey hacia el E predominan las sensaciones cálidas. Marzo y abril tienen características similares, predominando las sensaciones cálidas en todo el territorio nacional, con excepción de las áreas montañosas.

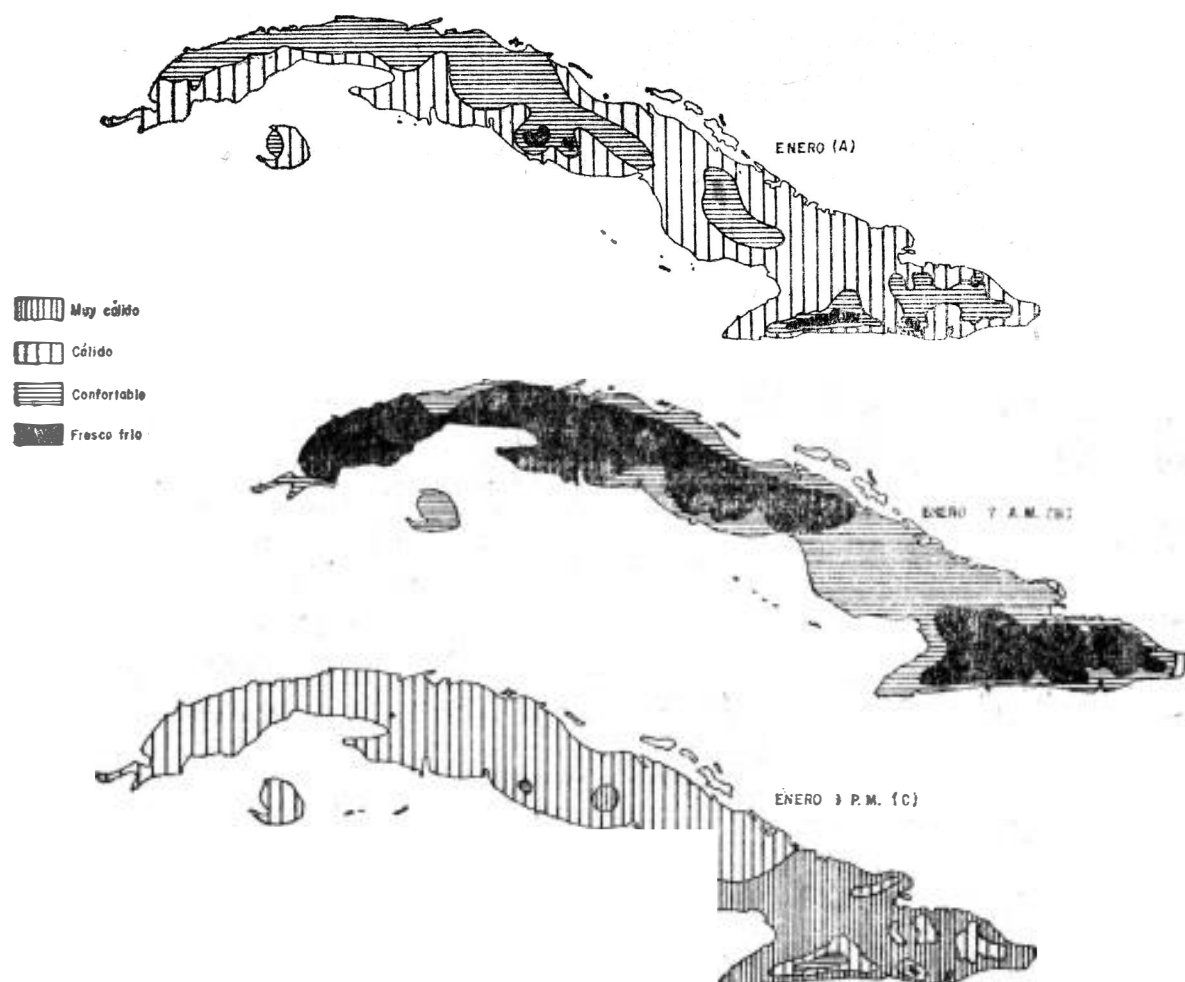


Fig. 3. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) media de enero, b) enero a las 0700 horas, y c) enero a las 1300 horas.

En mayo y junio (Fig. 5) se evidencia un avance de las sensaciones muy cálidas: primero ocupando las costas y después todo el territorio nacional, no montañoso. Mayo ya da inicio al período más cálido y más lluvioso y sólo en las más elevadas, por encima de los 500 m sobre el NMM, será posible encontrar sensaciones bioclimáticas confortables y frescas en estos meses del año.

Es en este período crítico que la oscila-

ción diaria del complejo temperatura-humedad relativa del aire adquiere una importancia significativa. Como muestra la Fig. 6, en julio, considerado uno de los meses más cálidos del año, mientras la distribución media no se diferencia de la correspondiente a mayo y junio ya descrita, al analizar sus características a las 0700 y 1300 horas se observa un cambio de la distribución que va de cálido (por la noche) a muy cálido (por el día), desa-

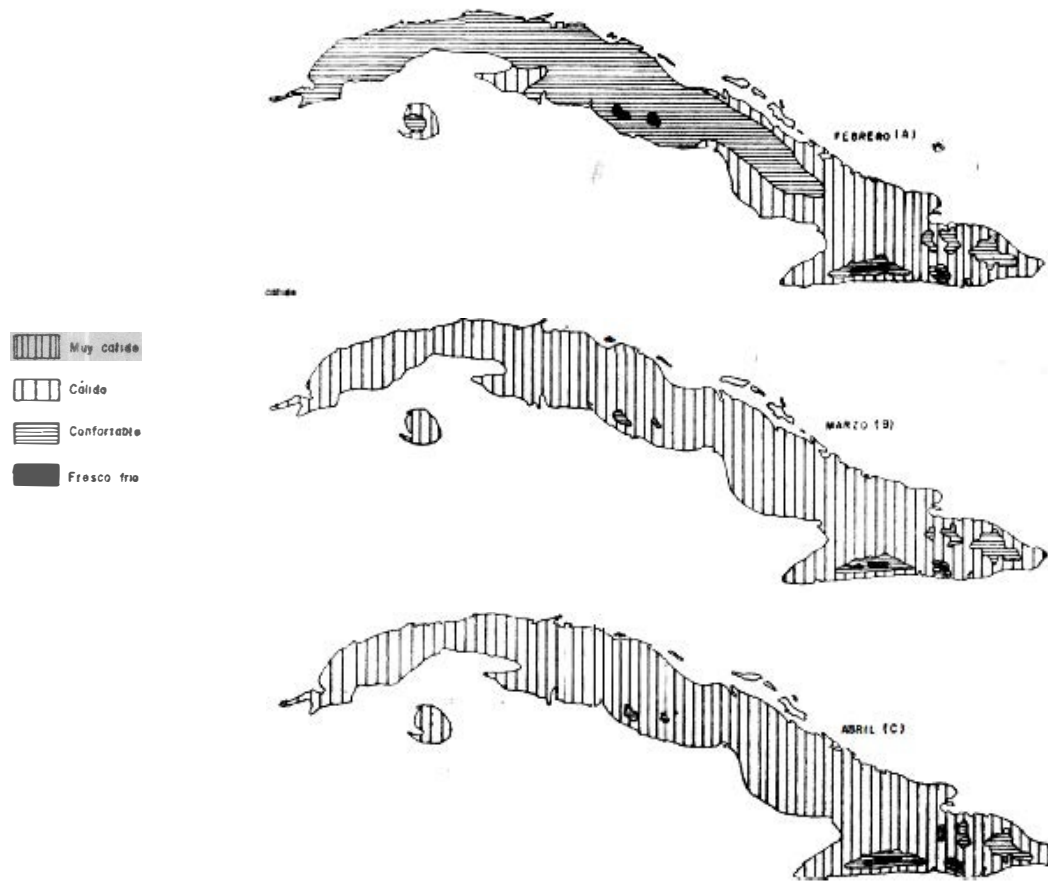


Fig. 4. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) febrero, b) marzo, y c) abril.

pareciendo en este último mapa las sensaciones cálidas por el día. Luego, este contraste diurno-nocturno es la única vía de reflejar la variación de las sensaciones bioclimáticas en los meses más cálidos del año.

Agosto y septiembre cumplen también con las regularidades explicadas, y es en octubre que empieza a manifestarse el cambio inverso de las sensaciones muy cálidas a las cálidas, como condición predominante. Este cambio empieza primero por las zonas premontañosas, para extenderse posterior-

mente a todo el territorio (Fig. 7).

Por último, noviembre y diciembre (Fig. 8) ya indican el retorno a las características del período invernal, cerrándose el ciclo anual empezado en enero.

Esta variación anual de las sensaciones bioclimáticas en todo el territorio nacional repercute directamente en múltiples actividades del hombre y en su estado fisiológico. Pero el hecho de que se manifiesten lentamente, en el transcurso de todo el año, es lo que obliga a considerar con mayor interés bioclimático el grado de con-

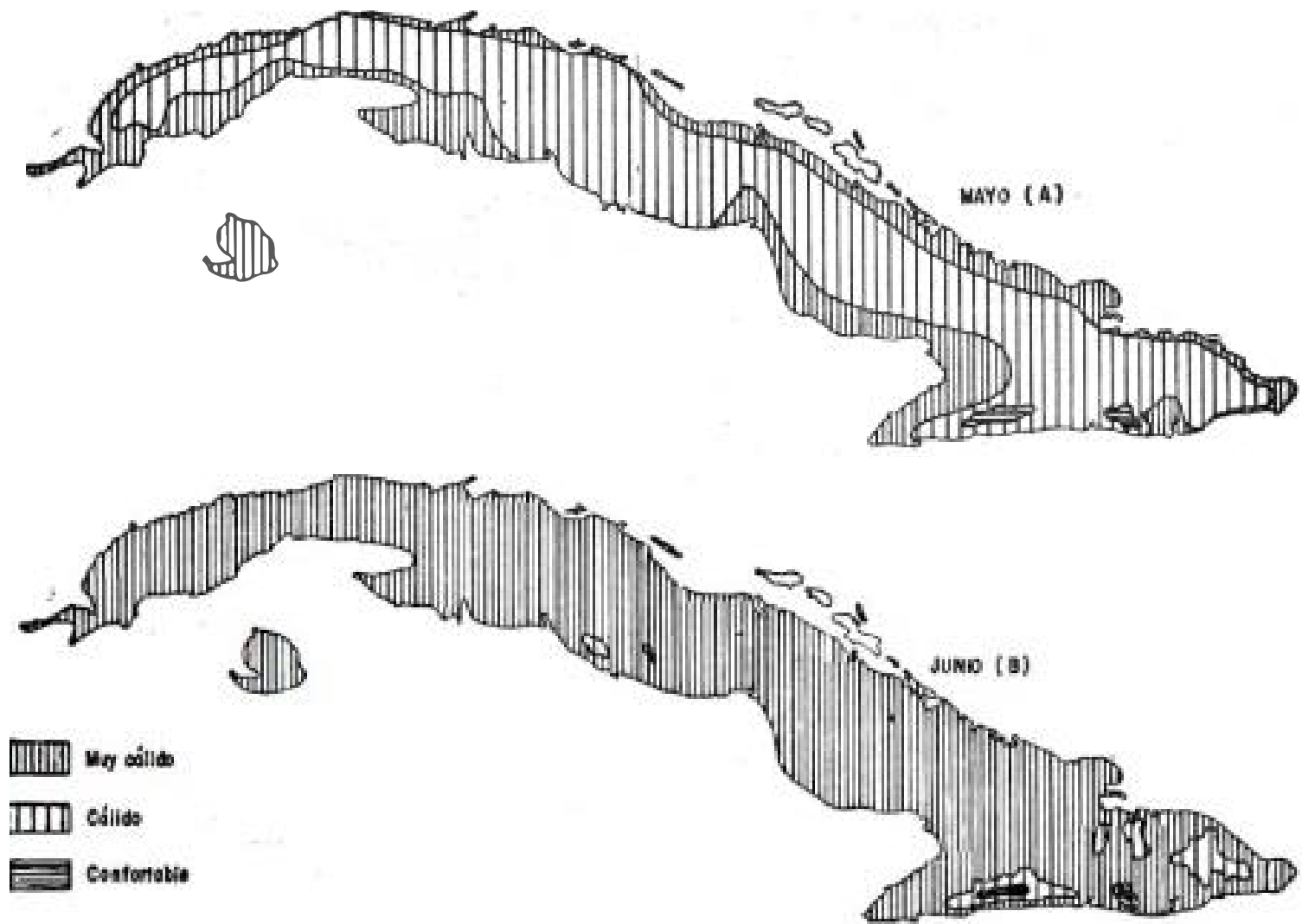


Fig. 5. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) mayo y b) junio.

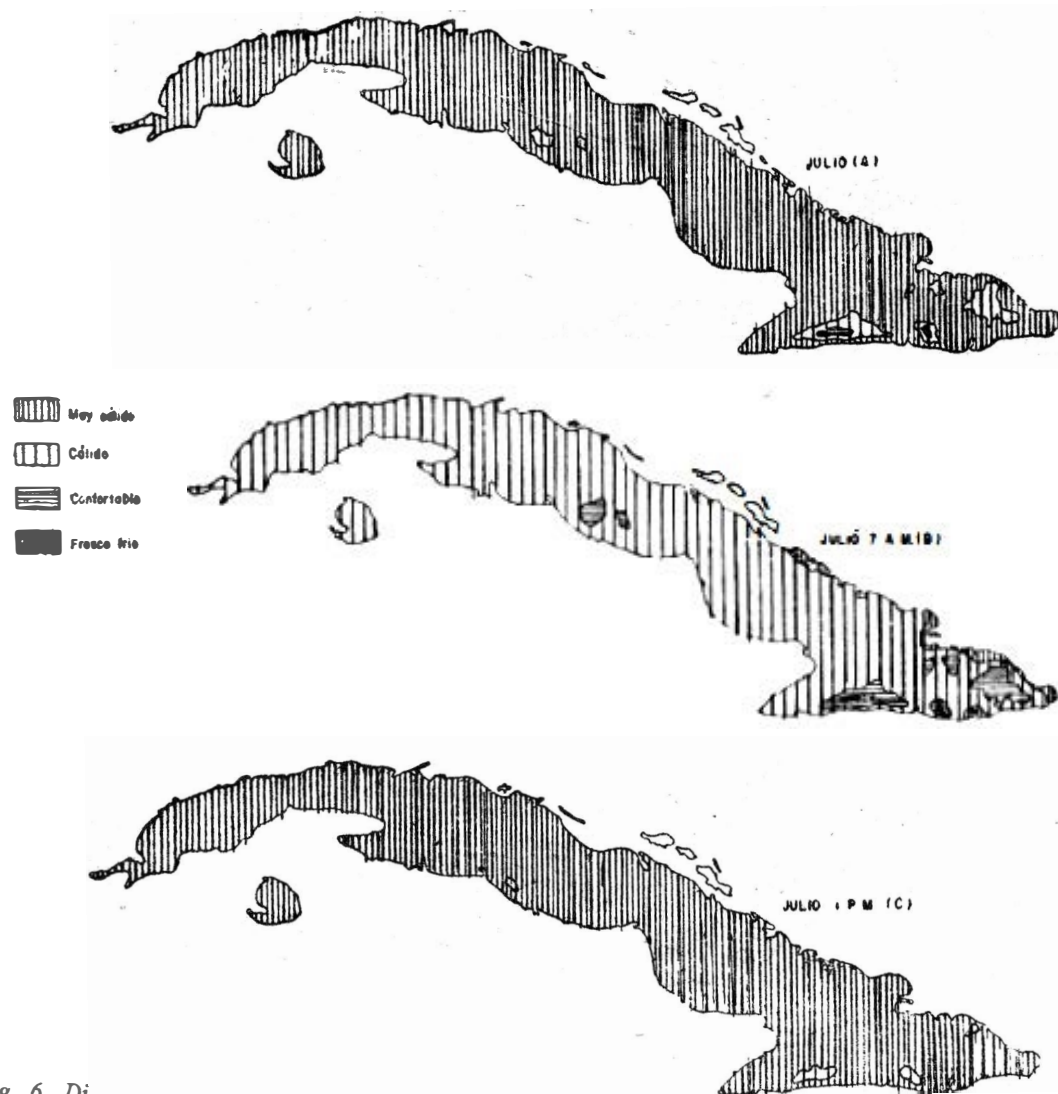


Fig. 6. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) media de julio, b) julio a las 0700 horas, y c) julio a las 1300 horas.

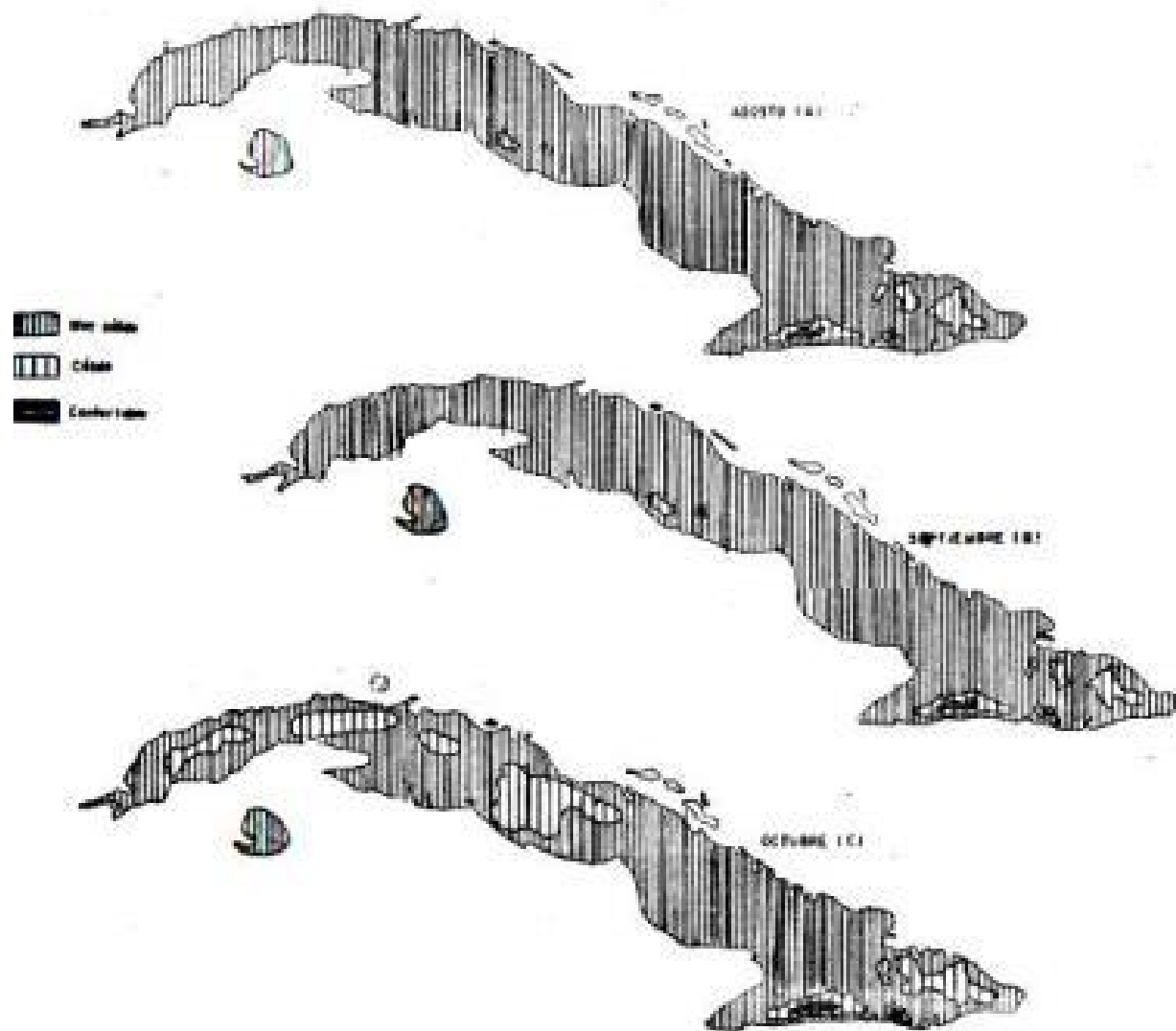


Fig. 7. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) agosto, b) septiembre, y c) octubre.

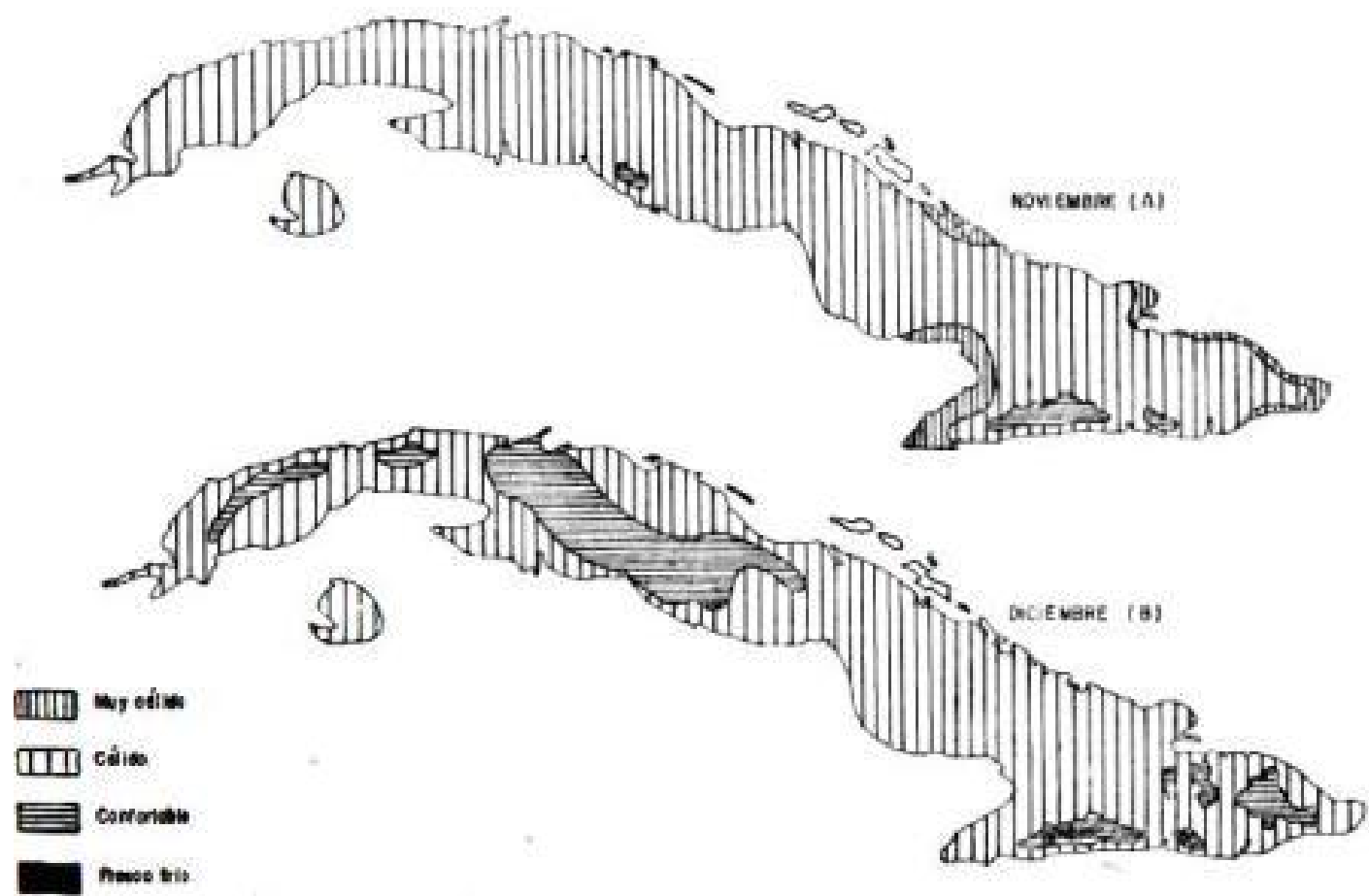
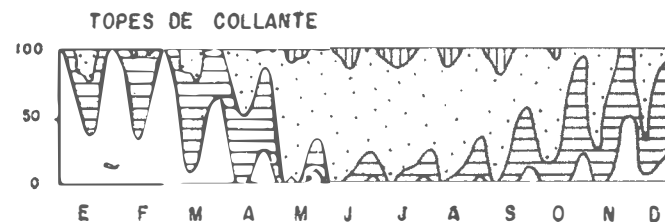
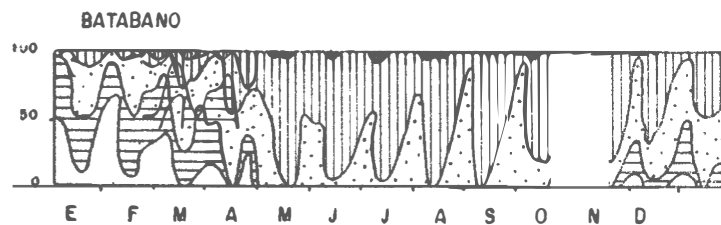
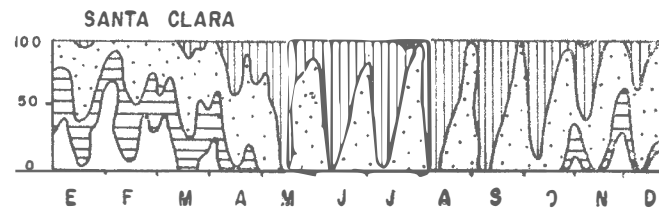
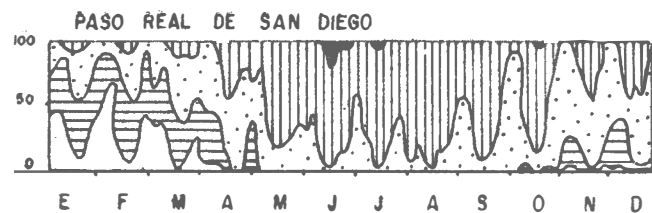
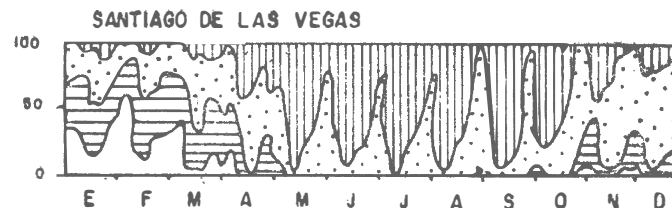
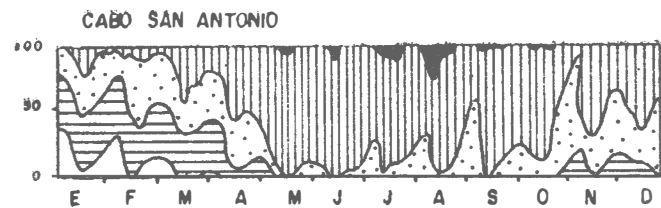


Fig. 8. Distribución de las sensaciones bioclimáticas en Cuba: a) noviembre y b) diciembre.



Extremadamente caluroso

Muy cálido

Cálido

Confortable

Fresco fri

Fig. 9. Marcha anual y marcha diaria de las sensaciones bioclimáticas en una selección de localidades de la mitad occidental de Cuba.

traste diurno-nocturno, como se muestra a continuación.

En los diagramas de las Figs. 9 y 10, correspondientes a localidades de las mitades occidental y oriental del país, respectivamente, se observa una marcada variación media diaria de las sensaciones bioclimáticas, unida a una variación anual regular y de menor amplitud. Las sensaciones extremadamente cálidas y muy cálidas ocurren, generalmente, en las regiones costeras, cerca del mediodía, desde mayo hasta octubre; mientras que de noviembre hasta abril su intensidad disminuye, predominando las sensaciones cálidas y confortables, que llegan a ser frescas y frías en la noche y madrugada.

En las montañas, representada por Topes de Collante y la Gran Piedra, se observa una alta frecuencia de días confortables, pero también es máxima la frecuencia nacional de días frescos y fríos en estas regiones del territorio cubano, lo que presenta una disminución apreciable de las sensaciones de calor sofocante. Entonces, indudablemente, desde el punto de vista del régimen térmico y del complejo temperatura-humedad relativa del aire, las zonas montañosas son las más favorables del país. Los resultados anteriores quedan resumidos en el mapa de regionalización climática que se muestra en la Fig. 11. Como se observa, el archipiélago cubano queda dividido en 4 zonas con peculiaridades bien diferenciadas entre sí.

La mayor parte de los territorios costeros orientales presentan el máximo de las sensaciones de calor sofocante y el mínimo de días confortables (**hasta 20 % anual**), siendo fundamental en estas zonas del país, el aprovechamiento del efecto moderador que ejerce el régimen de viento sobre el intenso calor ambiental.

La segunda zona abarca las llanuras costeras y procosteras de las regiones occidental y central de Cuba, y presenta también apreciables sensaciones de calor so-

focante; aunque en ella los días confortables alcanzan una frecuencia de hasta 40 % anual, principalmente por la reducción de la humedad ambiental diurna a medida que aumenta la distancia a las costas.

Las zonas siguientes ya muestran el efecto del relieve. En la tercera se agrupan las elevaciones menores de la Cordillera de Guanahuanico en Pinar del Río y las alturas centrales, así como elevaciones menores de Camagüey y provincias más orientales, hasta llegar a los principales macizos montañosos, donde por encima de los 600 m sobre el MM predomina la zona de máximo confort (más de 60 % de los días del año), ya dentro de la cuarta zona.

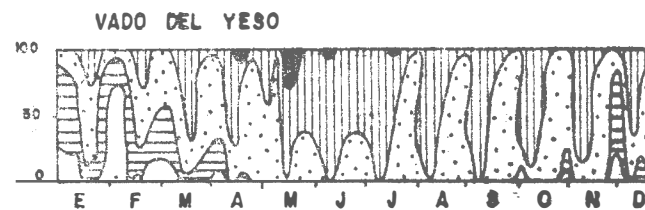
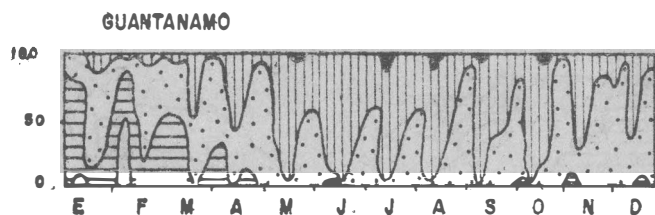
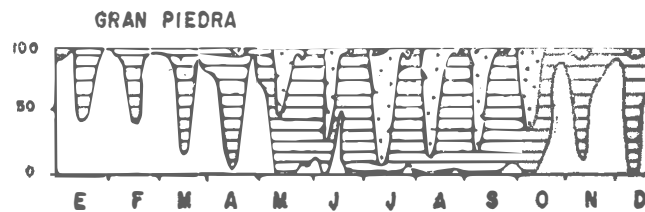
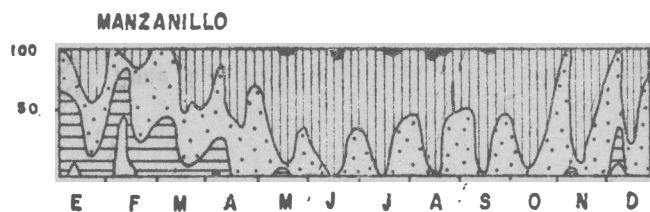
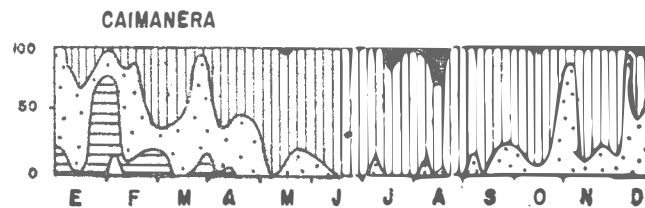
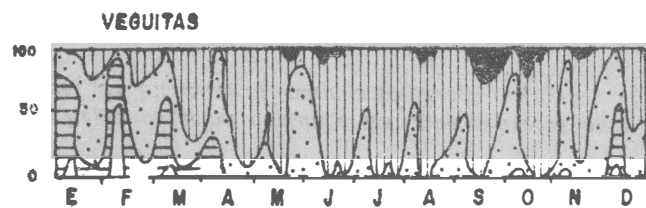
Entonces, tal diferenciación en las características del medio aéreo obliga a diferenciar también las características constructivas de las edificaciones, siendo erróneo confeccionar proyectos típicos para todo el país, cuando evidentemente no van a estar sometidos a iguales condiciones climáticas.

En este sentido, el mayor contraste se producirá siempre en función del efecto del relieve del terreno, aunque también la distancia a las costas y el grado de exposición a los vientos predominantes determinarán particularidades microclimáticas de importancia.

Por último, al comparar los resultados obtenidos con las recomendaciones de la norma cubana NC 18-01-03 (Tabla 3) se llegó a algunas conclusiones de interés, entre ellas:

a) La subdivisión en base al valor de CLO propuesto se puede considerar una subdivisión estacional desde el punto de vista climatológico, utilizando los valores recomendados para 0,5 CLO en los meses del período más cálido y los valores de 1,0 CLO para los meses menos calurosos.

b) Los intervalos que se proponen como óptimos para la categoría de trabajo ligero coinciden con las gradaciones débil y no existe de las sensaciones de calor sofo-



Extremadamente
caluroso



Muy cálido



Cálido



Confortable.



Fresco fría

Fig. 10. Marcha anual y marcha diaria de las sensaciones bioclimáticas en una selección de localidades de la mitad oriental de Cuba.

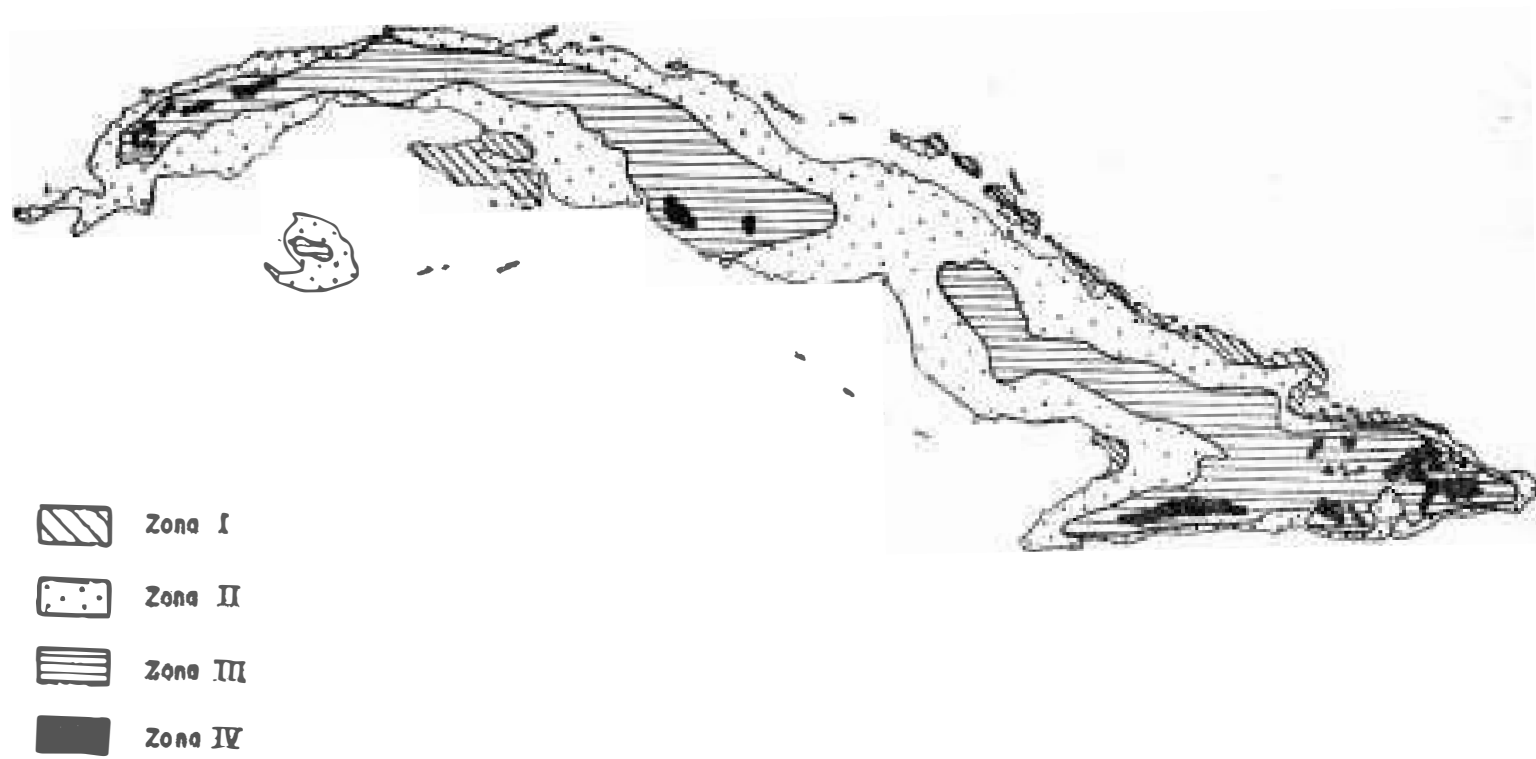


Fig. 11. Regionalización climática de Cuba sobre la base de las sensaciones bioclimáticas de bienestar y calor sofocante.

cante, por lo que ambos criterios resultan compatibles en la práctica, aunque deberán hacerse estudios médico-climatológicos más profundos para definir el nivel de relación en las otras categorías de trabajo, así como para los meses invernales.

c) Los intervalos de condiciones microclimáticas permisibles coinciden con las gradaciones moderado y fuerte del índice de calor sofocante.

d) Sería más conveniente sustituir el signo menor o igual de la columna "temperatura del bulbo seco" de la norma cubana

por el signo opuesto, o sea: mayor al valor indicado. En la forma actual se contradice el esquema de cálculo de las condiciones microclimáticas críticas. Análogamente se debe proceder con los valores de la humedad relativa del aire.

Por tanto, los resultados expuestos en el trabajo pueden servir de útil guía para la actividad de diseño y proyectos en todo el país, facilitando el uso de la información climatológica aplicada según la zona geográfica y el tipo de edificación que se proyecta.

CONCLUSIONES

El criterio de Gerburt-Gueivovich refleja correctamente las sensaciones bioclimáticas del medio aéreo en las condiciones del clima cubano, indicando la ocurrencia de variaciones diarias y anuales bien identificadas en sus componentes.

Durante los meses más cálidos del año son predominantes las sensaciones muy cálidas por el día, manteniéndose cálidas en la noche, encontrándose sensaciones confortables sólo en las zonas montañosas del país.

Durante los meses invernales el medio aéreo es generalmente confortable por el

día, registrándose sensaciones frescas y frías por la noche, más acentuadas éstas en las regiones más elevadas.

El relieve del territorio, la distancia a las costas y el grado de exposición a los vientos son las condiciones más importantes en la diferenciación físico-geográficas de las sensaciones confortables y de calor sofocante. Ello debe tenerse en consideración para una adecuada diferenciación de los proyectos y obras en la construcción, aunque en este trabajo aún no se analizan las peculiaridades microclimáticas.

REFERENCIAS

- Comité Estatal de Normalización (1983): *Norma Cubana Aire de la Zona de Trabajo. Requisitos higiénico-sanitarios generales*. Ciudad de La Habana, Cuba, 39 pp.
- Goguishvili, K. S. (1974): *Los factores de la circulación atmosférica que influyen en el clima de Georgia* [en ruso]. Edit. Metznerieva Tbilisi, 257 pp.
- Goromosov, M. S. (1963): *El microclima de las viviendas y sus normas higiénico-sanitarias* [en ruso]. Edit. Medicina, Moscú; 169 pp. (citado por Kandror, 1973).
- Gerburt-Gueivovich, A. A. (1971): *Valoración del clima para la proyección de viviendas típicas* [en ruso]. Edit. Hidromet., Leningrado, 196 pp.
- Lecha, L. (1988): Las condiciones de calor sofocante en la región central de Cuba. *Ciencias Tierra y Espacio* 13: 56-66.
- Lecha, L. y A. Florido (1987): *Principales características del régimen en término del archipiélago cubano*. Edit. ACC, La Habana 56 pp.
- Recknagel, S. y L. A. Sprenger (1974): *Manual de calefacción y climatización*. Edit. España, Madrid, 687 pp.
- Vigón, F. (1985): "Análisis físico-geográfico de la radiación solar global en el Territorio de la

República de Cuba" [inédito], Trabajo de Diploma, Fac. Geog. U. H., La Habana, 68 pp. Yaglou, C. P., y D. Minard (1957): Control of

heat casualties at military training centres. *Arch. Indust. Health*, 16: 302-316.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 20, 1992

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF COMFORT SENSATIONS
IN THE CUBAN ARCHIPIELAG.

Luis B. LECHA ESTELA

ABSTRACT. *In the work are explained the difficulties that are present in the definition of human comfort zone, with special regard to the Cuban Norm "Air at the working zone" (NC 19-01-03). It is described the main climatic characteristics of the comfort sensations in the Cuban archipelag: their distribution and intensities by months. It is included some recomendations for building and design, inside the sphere of application of the ambiental physics in the construction development. In the work are included maps and graphics that illustrates the text.*