

LA ISLA DE CALOR Y LOS USOS DEL SUELO EN GUADALAJARA

Vicente Bello Fuentes*

RESUMEN. En el presente artículo hemos estudiado, en la ciudad de Guadalajara, la relación entre su isla de calor, obtenida a través de la técnica de los transectos térmicos en automóvil, y sus diferentes usos del suelo, midiendo, en este caso, a partir de fotografía aérea y planos de la ciudad. La elevada correlación directa entre la isla de calor y la densidad de edificación, nos muestra el favorable comportamiento de esta cubierta en la génesis del fenómeno; por el contrario, la elevada correlación inversa en las áreas con alta densidad de espacios verdes, indica que tales cubiertas la dificultan o debilitan.

Palabras Clave: isla de calor, usos del suelo, cubierta, transecto térmico.

ABSTRACT. This report is about the relationship between the heat island of Guadalajara (Spain), obtained by making thermic measurements while travelling by car, and the different uses of the land in that city, verified by means of the data taken from air-photographs and city-maps. The high degree of direct correlation between the heat island and building-density, shows us the positive effect of this cover in the starting-point of the phenomenon. On the contrary, the high degree of inverse correlation in those areas with high-density of green spaces, proves that such cover hinder or weaken this thermic phenomenon.

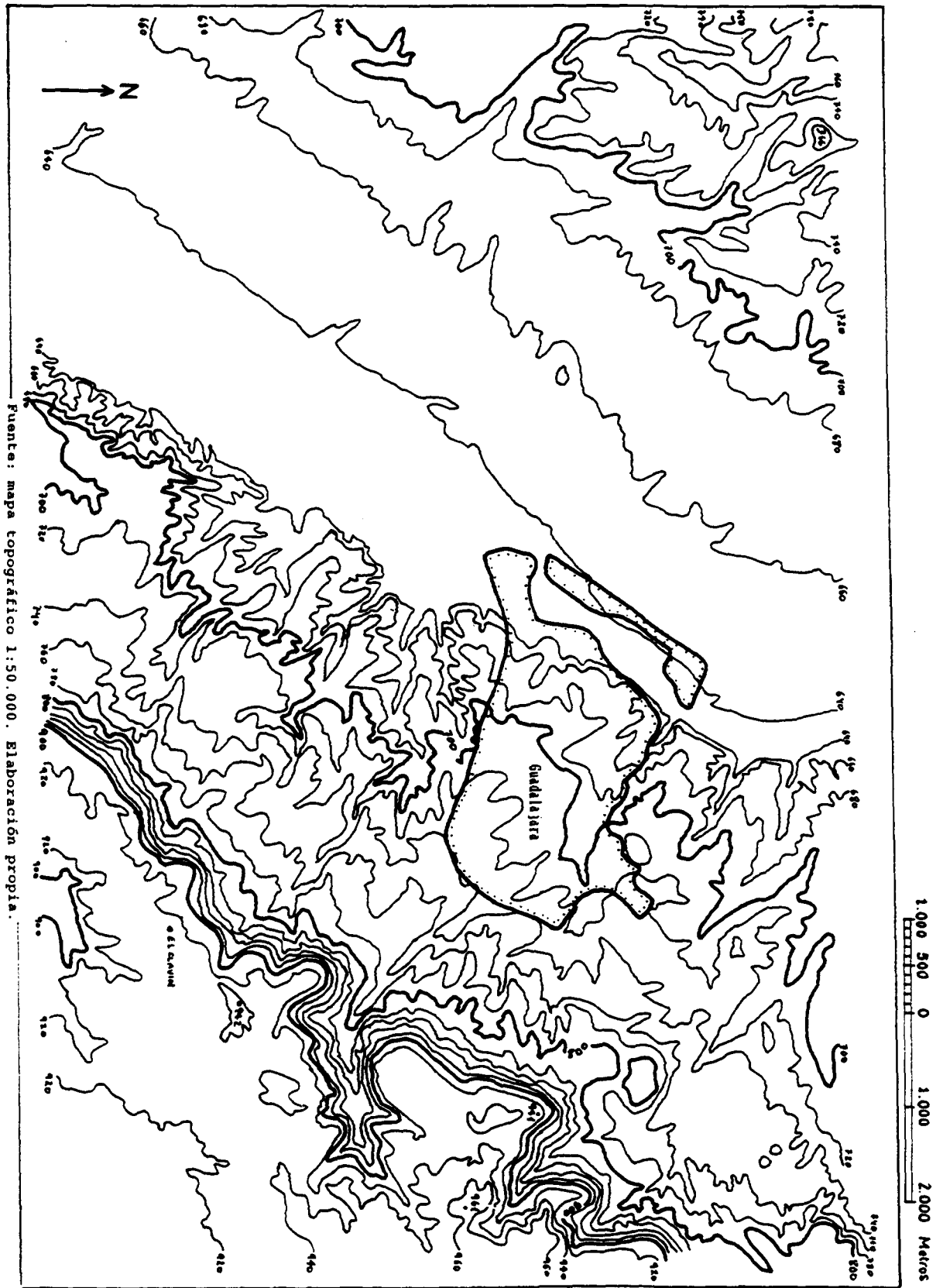
Key Words: heat island, land uses, cover

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Guadalajara, con un extenso municipio de 267.51 km², se sitúa a unos 58 km al nordeste de Madrid y junto a la carretera N-II y el río Henares. La ciudad se ha desarrollado, sobre todo, en la margen izquierda del río y al norte de las lomas que forman la divisoria de aguas entre este río y el Tajuña. Ocupa pues, principalmente, una terraza del Henares, en fácil comunicación con la Alcarria. La ciudad tiene una altitud entre 640 m, junto al río, hasta 740 m en su límite suroriental (Figura 1).

La ciudad actual se configura de un modo decisivo en el siglo actual. Hasta la Guerra Civil la ciudad crece de modo moderado, pero el conflicto bélico supone la destrucción de parte del caserío y la ciudad se extenderá siguiendo los ejes marcados por las urbanizaciones del siglo XIX: la carretera de Cuenca y la de Zaragoza, consolidándose además la de Fernández Iparraguirre. A partir de los años sesenta, la llamada etapa de los polígonos marca la decisiva transformación del plano de Guadalajara; se produce una remodelación del casco antiguo y nacen nuevos barrios de grandes dimensiones, construidos no sólo en torno a los ejes tradicionales, sino también en otras zonas: así, podemos destacar áreas como el polígono residencial El Balconcillo, los polígonos industriales del Henares y El Balconcillo, el Plan Sur, la zona

*. Profesor Asociado del Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá



Fuente: mapa topográfico 1:50.000. Elaboración propia.

Figura 1. Mapa hipsométrico del entorno de Guadalajara.

Sureste-Adoratrices, Los Manantiales, El Alamín y, en conjunto, puede decirse que la ciudad ha crecido en todas las direcciones; aunque se marca la aparición ahora de un eje NE-SW, transversal al eje tradicional NW-SE, que ha sido frenado con la construcción de la autovía Madrid-Zaragoza.

En el aspecto demográfico, será a partir de 1960 cuando Guadalajara conozca una fase de gran expansión. Si en 1965 tenía la ciudad 25.000 habitantes, en 1979 se alcanzaban las 57.000, para disminuir el ritmo de crecimiento en los años ochenta: así, en 1991 se alcanzaban las 63.000 personas, y al 1 de enero de 1993 la ciudad se situaba en 66.224 habitantes¹. En 1959 Guadalajara era declarada Polígono de descongestión de Madrid, decisión que lleva al nacimiento de los polígonos industriales del Henares y El Balconcillo; a partir de 1970, Guadalajara entra plenamente en la dinámica del corredor Madrid-Guadalajara.

La población se distribuye en la ciudad de un modo poco homogéneo. Destacan de un modo muy claro los barrios de El Balconcillo y Plan Sur, concentrando ambos el 45% de la población de la ciudad. Se sitúan a continuación, y con gran diferencia, los barrios de Virgen del Amparo-Concordia y Casco Antiguo con un 13% aproximadamente cada uno; el barrio del Alamín albergaría sobre el 9% y, por último, se situarían Sanz Vazquez (5.1%), Los Manantiales (4.5%) y Estación (1%)².

La ciudad de Guadalajara, presenta una estructura general en la que el uso residencial o residencial terciario ocupa más de la mitad del suelo urbano; concretamente un 56.9%. Importante hay que calificar el suelo dedicado a espacios libres, con el 15.6%; un quinto del suelo lo ocupa el viario y el restante 7.15% lo ocupa el sistema general de equipamientos.

Para el conjunto de la ciudad, hay que decir, en lo que se refiere a actividades económicas, que en el casco urbano aparecen industrias pequeñas, así como almacenes y servicios, existiendo un alto grado de compatibilidad entre la función residencial y la industrial. Por su parte la función industrial propiamente dicha se localiza en los ya mencionados polígonos industriales de El Balconcillo y Henares.

I.- LA ISLA DE CALOR Y LOS USOS DEL SUELO: ANTECEDENTES

Sabido es que en las ciudades se producen apreciables alteraciones atmosféricas que son fruto del artificial conjunto de materiales y obstáculos que cualquier ciudad significa. La absorción de calor por parte del conjunto de edificios durante el día, y su lenta irradiación nocturna posterior, determinan, especialmente en las noches estables y en calma, la anomalía térmica positiva que significa situarse los centros de las ciudades más cálidos que el espacio rural inmediato. Este fenómeno, conocido como "isla de calor", ha sido el más estudiado en las últimas décadas y el mejor conocido en la actualidad.

Parte de las investigaciones sobre la isla de calor en las áreas urbanas, han ido en la línea de establecer la relación entre la intensidad del fenómeno y diversos parámetros meteorológicos y urbanísticos. En los últimos veinte años, diversos estudios han establecido la clara relación que se produce entre las diversas intensidades de la isla de calor en distintos sectores de los cascos urbanos y el uso del suelo dominante en los mismos (Oucalt, 1972; Clarke y Peterson, 1972; Cech et al. 1976; Sampaio, 1981; adebayo, 1987). En este sentido, los diversos trabajos muestran cómo la intensidad del fenómeno está en clara relación con los espa-

cios que presentan las mayores densidades de edificación y mayores volúmenes en la edificación; apareciendo perfiles térmicos nocturnos en los que las máximas intensidades de la isla térmica urbana se alcanzarían, en los centros de los cascos urbanos para disminuir apreciablemente en su intensidad hacia la periferia urbana (Shitara, 1957; Nishizawa, 1958; Takahashi, 1964; Asai y Ohta, 1974).

Si nos referimos a los espacios urbanos donde existe una presencia importante de espacios verdes, como áreas ajardinadas y parques urbanos, la isla de calor queda atenuada en función de las dimensiones de la masa vegetal. A estos espacios se les ha denominado células, e incluso islas de frescor, respecto al espacio construido inmediato que presenta mayor temperatura (Tsuchiya, 1972; Wilmers, 1972; Terjung y O'Rourke, 1981; Bernatzky, 1982; Kawamura y Suzuki, 1983; almendros, 1992).

Otra línea de investigación se ha centrado en la relación existente entre la isla de calor y algunas variables meteorológicas. En este sentido, los estudios sobre el balance energético de distintas áreas urbanas ponen de manifiesto las diferencias que en este aspecto muestran las áreas urbanas y rurales (Tsukamoto et al. 1973; Yap y Oke, 1974; Yap, 1975; Núñez y Oke, 1977; Harrison y McGoldrick, 1981; Oke et al. 1981). Dentro de los estudios sobre el balance energético, hay necesariamente que considerar de indudable importancia en la contribución al fenómeno que tratamos el factor radiación. Efectivamente, la mayor absorción de radiación en las ciudades, la disminución de la pérdida por irradiación durante la noche y el aumento en la radiación de onda larga, absorbida y reemitida hacia el suelo por la contaminación urbana, contribuirían de modo notorio en la géne-

sis del fenómeno (Terjung y Louie, 1973; Yamashita, 1979; Masaru, 1981; Suckling, 1981).

II.- METODOLOGIA

En el presente artículo pretendemos evaluar la influencia que los diversos usos del suelo urbano en la ciudad de Guadalajara ejercen sobre la intensidad de la isla de calor nocturna en distintos puntos del casco urbano de la ciudad. Hemos utilizado la metodología de los transectos térmicos en automóvil, realizando un total de 46 recorridos entre noviembre de 1992 y marzo de 1994; recorridos que se corresponden con dos transectos que atraviesan la ciudad por diferentes espacios de su casco urbano, desde el centro a la periferia del mismo (Figura 2).

Para la elección de los transectos se tuvo en cuenta la peculiar topografía de la ciudad, que, como indicamos, se ha extendido en las últimas décadas a lo largo de la importante pendiente que significan los 100 metros de desnivel entre el sector más bajo, el río, y el más elevado, situado en la actual carretera de circunvalación N-II; De este modo, se planteó a la hora de estudiar la isla de calor en Guadalajara, un problema que está en relación con la existencia de frecuentes inversiones térmicas en los espacios de diferente altitud dentro del casco urbano. Este hecho nos obligó a determinar la contribución que cada uno de los fenómenos, isla de calor e inversión térmica, tenía en la diferenciación térmica urbano-rural. Así, los 46 recorridos realizados, correspondientes a 25 fechas diferentes, se realizaron en el 76 % de los casos en condiciones atmosféricas de clara estabilidad, apareciendo entonces inversiones en el 64% de estos recorridos. En tales fechas, por tanto, fue necesario corregir los valores obtenidos en cada punto de medición, determinando en función de la

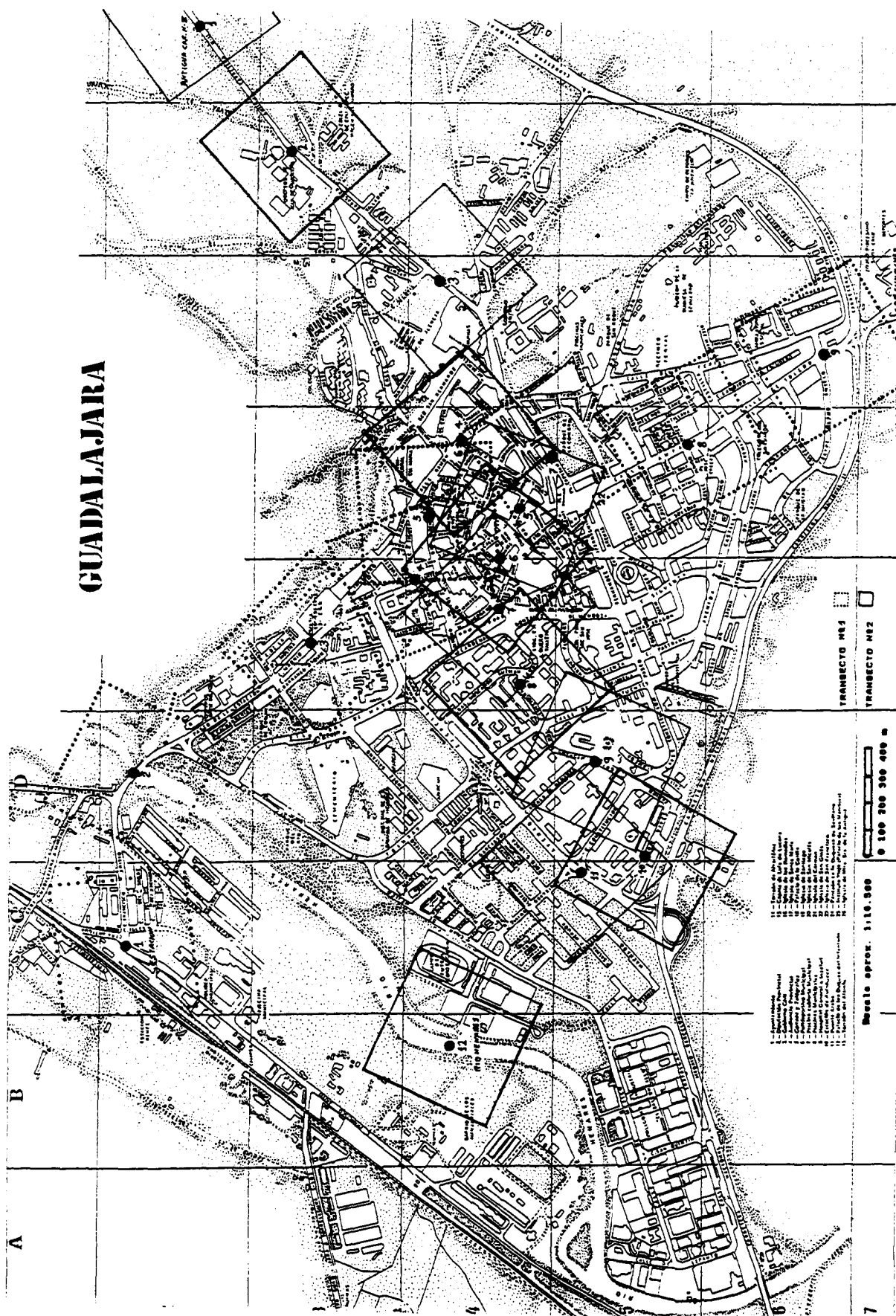


Figura 2. Puntos de medición y cuadrados de usos del suelo en los transectos térmicos de Guadalajara.

altitud de cada punto su correspondiente valor de inversión a partir del gradiente térmico existente entre los puntos altitudinalmente extremos del transecto, gradiente siempre registrado en ámbito rural.

Un segundo paso en nuestro estudio consistió en medir la superficie ocupada por cinco tipos de cubiertas: edificios, espacios verdes (parques, áreas ajardinadas y áreas de cultivos), cemento-asfalto-solares (calles, pistas deportivas, solares sin edificar), industrias y superficies de agua (en Guadalajara exclusivamente el río Henares) . Dichas cubiertas se midieron en cuadrados de 250.000 m², en cuyo centro situábamos el punto de medición térmica de los dos transectos realizados en esta ciudad. Las mediciones se realizaron sobre fotografía aérea, en vuelo de 1983 realizado por el Instituto Geográfico Nacional y con escala ampliada aproximada de 1/6.000 , así como sobre planos actualizados de Guadalajara de escala 1/5.000.

Los dos transectos realizados tienen, como se corresponde con una ciudad pequeña, una corta longitud. El que llamaremos transecto n°1, con 4.3 km de recorrido, atraviesa la ciudad de NW a SE, desde la Estación del ferrocarril, en la margen derecha del Henares, hasta la salida de Guadalajara, por la calle de Toledo, hacia el espacio rural que encontramos en la carretera de Chiloeches.

A nivel urbanístico y arquitectónico, los sectores que claramente podemos diferenciar en el transecto n°1 serían: área periférica del barrio de

la Estación y vías de acceso al casco antiguo, con débiles densidades de edificación y viviendas de escasa altura; casco antiguo, con densidades importantes de edificios y no más de cuatro alturas; ensanche sur de Guadalajara entre las calles de Virgen del Amparo y Toledo, con importantes densidades y edificios-bloque de, normalmente, más de siete alturas.

El recorrido n°2 tiene una disposición contraria, de NE a SW, de modo que se constituye un aspa entre ambos recorridos. Este segundo recorrido tiene una longitud de 4.6 km, comenzando en la antigua carretera N-II, a la entrada de Guadalajara por el NE, hasta el puente sobre el río Henares en el barrio de El Balconcillo. En este segundo transecto, podríamos diferenciar por sus características urbanísticas cuatro sectores: área periférica de la antigua N-II y calle Zaragoza, con débiles densidades de edificación y alturas diversas en la misma; carácter compacto y homogéneo del Casco Antiguo; ensanche entre Fernández Iparra-guirre y Avenida del Ejército, con viviendas tipo bloque y alturas importantes, y ensanche del Balconcillo y proximidades del río, con bloques compactos y de alturas medias en el Balconcillo y disminución de las densidades de edificación al acercarnos al río.

III.- RESULTADOS

Los porcentajes obtenidos en los cuadrados de 500 por 500 metros, de las distintas cubiertas, resultaron los siguientes:

Tabla 1: porcentaje de superficie ocupada por diversas cubiertas en las cuadrículas correspondientes a los puntos de medición térmica de los transectos n°1 y n°2 de Guadalajara.

PUNTOS DE MEDICION TRANSECTO N° 1	Edificios	Zonas Verdes	Asfalto cemento solares	Industria	Agua
1. ESTACION	20.46	62.19	9.54	7.81	0
2. RIO HENARES	10.25	74.2	6.65	4.53	4.37
3. MADRID	27.34	45.62	27.03	0	0
4. M.FLUITERS	69.37	14.45	16.17	0	0
5. B.HERNANDO	78.59	10.15	11.25	0	0
6. R.CAJAL	61.09	9.84	29.06	0	0
7. P.CONCORDIA	76.09	13.28	10.62	0	0
8. V.AMPARO	74.06	5.46	20.46	0	0
9. TOLEDO	47.8	25.46	26.7	0	0
10. C.CHILOECHES	0	95.15	4.85	0	0
TRANSECTO N°2					
1. ANTIGUA C.NII	0	94	6	0	0
2. ZARAGOZA (Entrada)	16.40	76.09	7.5	0	0
3. ZARAGOZA (BCO.ALAMIN)	28.43	35.46	36.09	0	0
4. R.CAJAL	61.09	9.84	29.06	0	0
5. J.B.TOPETE	80.46	7.96	11.56	0	0
6. M.CERVANTES	79.84	1.40	18.75	0	0
7. DR.MAYORAL	68.59	1.71	29.68	0	0
8. L.IBARRA	41.71	2.03	56.25	0	0
9. MEDRANO	35.62	6.71	57.65	0	0
10. G.VIVES	25.15	28.43	46.40	0	0
11. A.EJERCITO	39.37	5.93	54.68	0	0
12. RIO HENARES	9.68	56.71	28.43	0	3.30

Resulta evidente que son los edificios, zonas verdes y superficies de asfalto/cemento/solares, los que ocupan prácticamente la totalidad de la superficie de las cuadrículas. Por otro lado, la densidad de edificios es especialmente elevada en el casco antiguo y en zonas de ensanche próximas a éste, para descender paulatinamente hacia la periferia de la ciudad. Por su parte las zonas verdes tienen una situación inversa, es decir, hacia

la periferia, y en función de la presencia del espacio rural próximo, se elevan los porcentajes para ir disminuyendo hacia el interior de la ciudad.

Tabla 2: valores medios, máximos y mínimos de isla de calor, en los distintos puntos de medición de los transectos n°1 y n°2.

PUNTOS	TR.N°1 MEDIO	TR.N°1 MAXIMO	TR.N°1 MINIMO	TR.N°2 MEDIO	TR.N°2 MAXIMO	TR.N°2 MINIMO
1	1.0	2.4	0	0	0	0
2	0.1	1.2	0	0.6	1.5	0
3	1.2	2.6	0	0.8	2.2	0
4	1.7	3.6	0.2	0.7	3.5	0.7
5	1.8	3.9	0.4	1.9	3	0.8
6	1.6	3.2	0.6	2.2	4.5	0.8
7	1.4	2.2	0.1	2.0	3.5	0.5
8	1.8	4.0	0.2	1.6	4	0.4
9	1.8	4.1	0.4	1.7	3.2	0.4
10	0	0	0	1.8	3.5	0.4
11				1.8	3.4	0.5
12				0.2	0.9	0

En el transecto n°1 (Figura 3) podemos observar unos valores medios que alcanzan los 2°C en el Casco Antiguo y Virgen del Amparo-Toledo; el Parque de la Concordia muestra un claro, aunque no excesivo, descenso respecto a los puntos próximos, y la periferia norte es claramente más fresca que la sur. Las mayores islas térmicas las

encontramos en los espacios más cálidos, unos 4°C, y resulta interesante destacar el gran descenso que experimentan los valores máximos en Parque de la Concordia, lo que indicaría un espacio que regula térmicamente el entorno, creándose de este modo un espacio de frescor en el casco urbano.

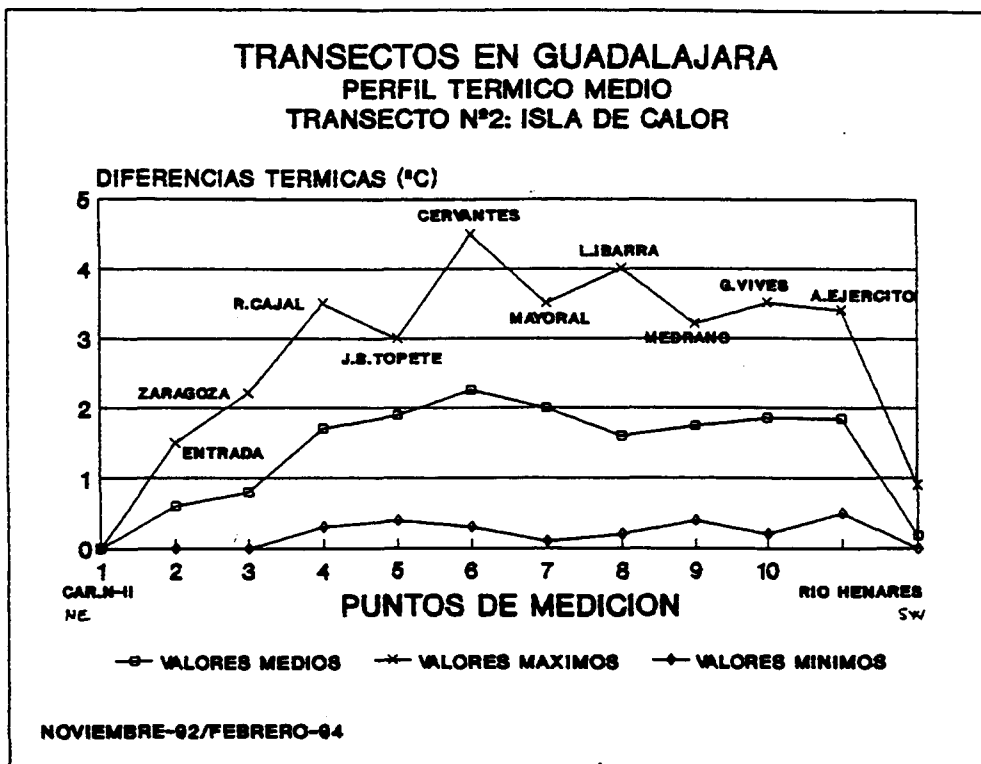
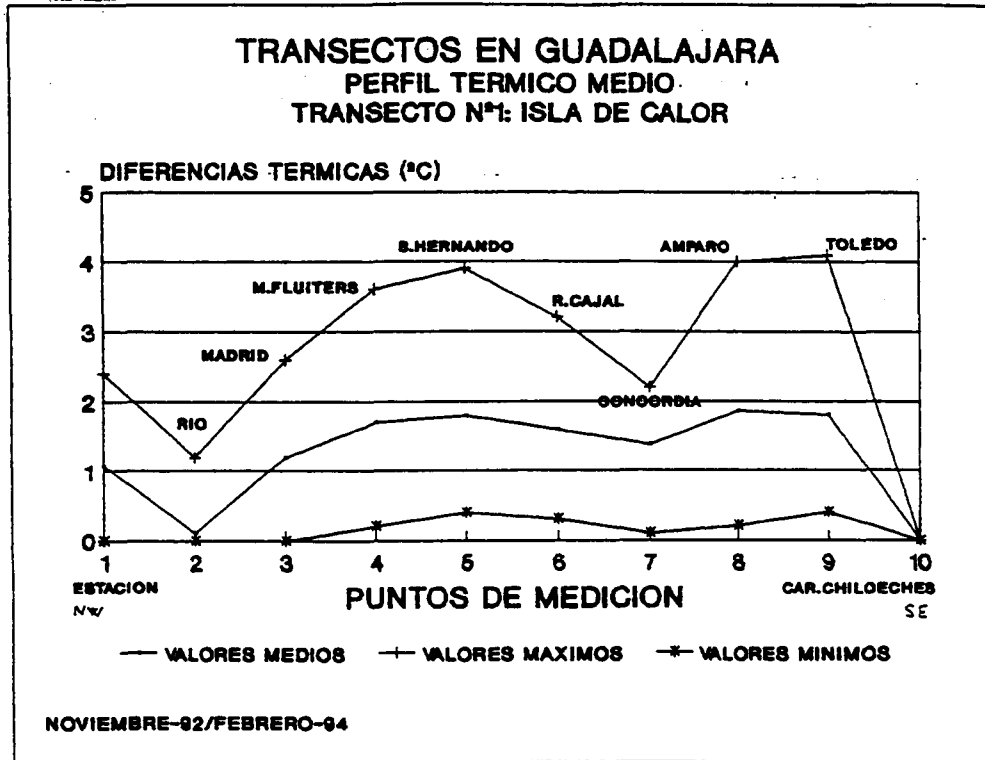


Figura 3. Transectos en Guadalajara.

El transecto n°2 (Figura 3) nos muestra unos valores medios de isla de calor que llegan a superar los 2°C en el Casco Antiguo; con una periferia Este más fresca que la Oeste y con unos valores máximos de isla de calor que llegan a 4.5°C en los puntos centrales del transecto.

Tabla 3: correlación existente entre la isla de calor y la superficie ocupada por las diversas cubiertas en los distintos puntos de medición de los transectos de Guadalajara.

A la vista del cuadro, es evidente que la elevada correlación entre la isla de calor y los porcentajes de espacio edificado y de áreas verdes, 0.82 y -0.92 respectivamente, muestran que la edificación es un elemento favorable en la génesis de las islas de calor, en tanto que los espacios verdes, con una elevada correlación inversa, se convierten en áreas que dificultan la presencia del fenómeno (Figura 4). Las restantes cubiertas dan coeficientes de correlación bastante bajos, debido a la escasa presencia de espacios industriales y de superficies de agua; en el caso de las superficies de asfalto-cemento-solares la heterogeneidad en la distribución de estas dificulta el poder establecer correlaciones entre estas superficies y la isla de calor.

A continuación hemos establecido las correlaciones y las ecuaciones de regresión que se dan entre la isla de calor con distintas situaciones atmosféricas y los porcentajes de cubierta ocupados por edificios y áreas verdes:

En las ecuaciones indicadas, Y se refiere a la isla de calor, en las diferentes situaciones atmosféricas, y x a la densidad de la cubierta correspondiente.

Vemos que los coeficientes de correlación son elevados, con valores normalmente entre 0.8 y 0.9, bajando a coeficientes entre 0.7 y 0.8 en algunos casos de tiempo con brisa y viento.

Hemos hallado, a continuación, los umbrales de isla de calor correspondientes a un área donde la densidad de edificación fuera del 100% y para distintas situaciones atmosféricas.

EDIFICIOS	0.82
AREAS VERDES	-0.92
ASFALTO CEMENTO SOLARES	0.42
INDUSTRIA	-0.31
AGUA	-0.48

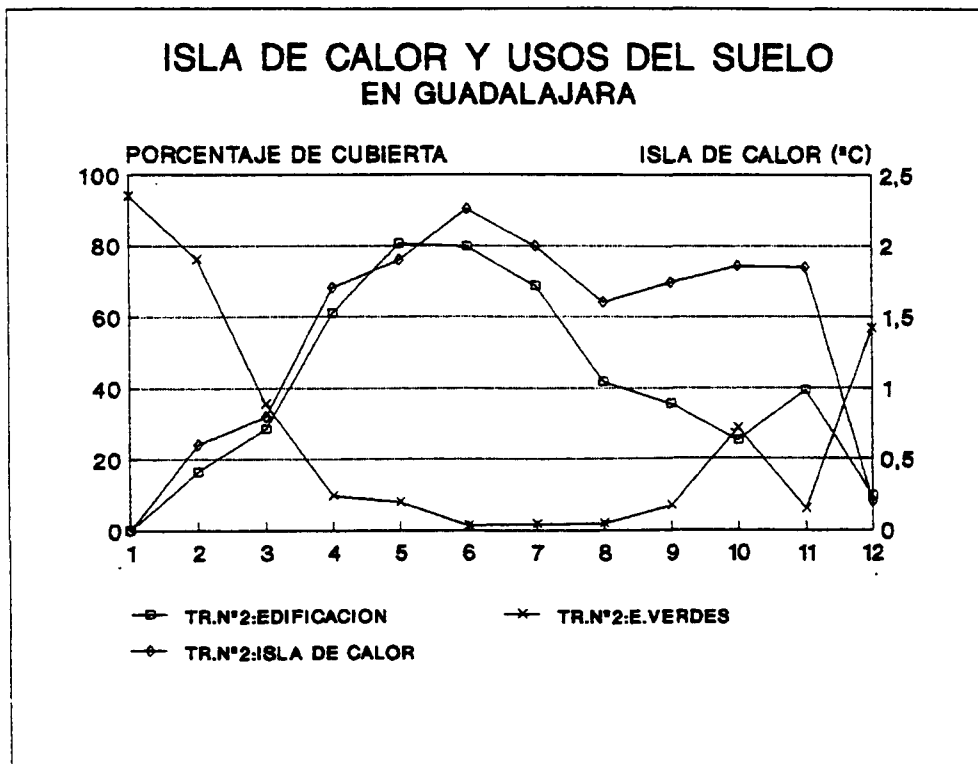
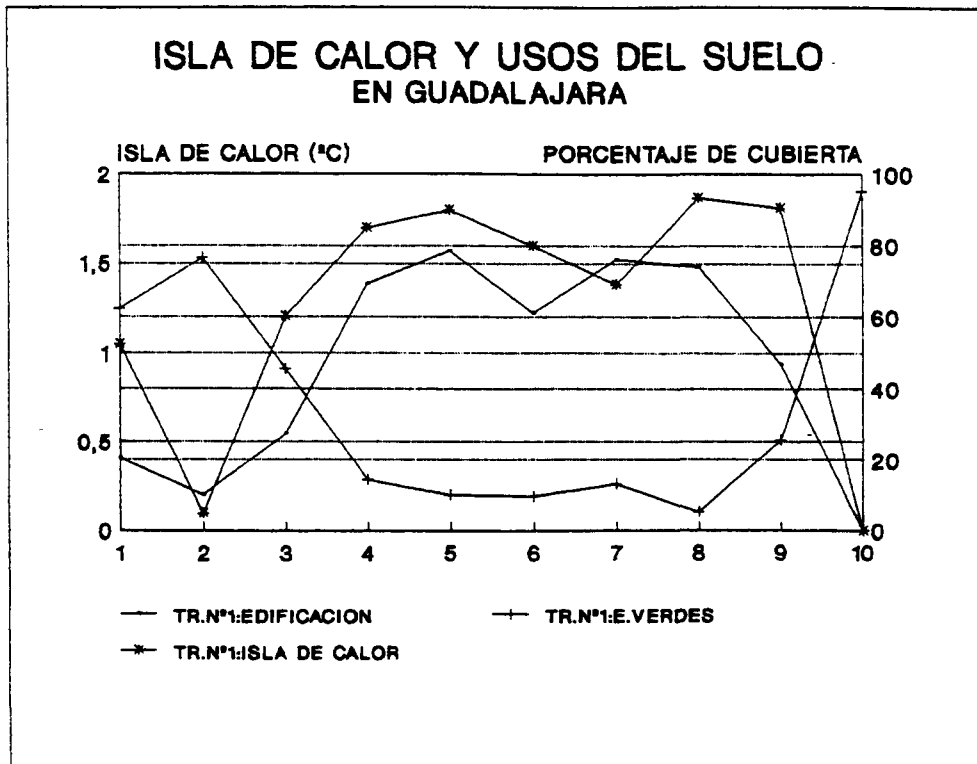


Figura 4. Isla de calor y usos del suelo en Guadalajara.

Tabla 4: correlaciones y ecuaciones de regresión entre los valores de la isla de calor bajo diferentes situaciones atmosféricas y las densidades de edificación y de espacios verdes

VAR.DEPENDIENTE	VAR.INDEPENDIENTE	CORRELACIÓN.	ECUACION DE REGRESION
ISLA MEDIA	DEN.EDIFICAC.	0.82	$Y=0.39+(0.21.X)$
ISLA TIEMPO ESTABLE	DEN.EDIFICAC.	0.83	$Y=0.67+(0.027.X)$
ISLA TIEMPO INESTABLE	DEN.EDIFICAC.	0.77	$Y=0.43+(0.015.x)$
ISLA TIEMPO EN CALMA	DEN.EDIFICAC.	0.80	$Y=0.63+(0.28.X)$
ISLA TIEMPO CON BRISA	DEN.EDIFICAC.	0.78	$Y=0.81+(0.023.X)$
ISLA TIEMPO CON VIENTO	DEN.EDIFICAC.	0.69	$Y=0.53+(0.012.X)$
ISLA MEDIA	AREAS VERDES	-0.92	$Y=1.97+(-0.02.X)$
ISLA TIEMPO ESTABLE	AREAS VERDES	-0.85	$Y=2.60+(-0.02.X)$
ISLA TIEMPO INESTABLE	AREAS VERDES	-0.88	$Y=1.62+(-0.016.X)$
ISLA TIEMPO CON CALMA	AREAS VERDES	-0.85	$Y=2.70+(-0.026.X)$
ISLA TIEMPO CON BRISA	AREAS VERDES	-0.74	$Y=2.42+(-0.019.X)$
ISLA TIEMPO CON VIENTO	AREAS VERDES	-0.87	$Y=1.46+(-0.013.X)$

Tabla 5: umbrales de isla de calor, en situaciones atmosféricas diversas, respecto al porcentaje de edificación en Guadalajara.

<u>INTENSIDADES ISLA DE CALOR (°C)</u>	<u>% DE EDIFICACIÓN</u>		
	<u>ISLA MEDIA ANUAL</u>	<u>TIEMPO ESTABLE</u>	<u>TIEMPO INESTABLE</u>
1	29.04%	12.22%	38%
1.5	52.85%	30.74%	71.33%
<u>1.93</u>			100%
2	76.66%	49.25%	
<u>2.5</u>	100%	67.77%	
3		86.29%	
<u>3.37</u>		100%	

Observamos que la isla de calor media anual teórica, con un porcentaje también teórico del 100% de edificación, alcanzaría los 2.5°C; si consideramos tan sólo las situaciones atmosféricas con tiempo estable, la isla se elevaría a 3.37°C, que bajaría a 1.93°C con tiempo inestable.

También hemos calculado las ecuaciones de regresión múltiple para la isla de calor en diferentes situaciones atmosféricas, a partir de las densidades de edificación y de espacios verdes.

En las ecuaciones de regresión múltiple, y se refiere a la isla de calor, x a la densidad de edificación y x^* a la de espacios verdes.

Tabla 6: ecuaciones de regresión múltiple entre la isla de calor bajo diferentes situaciones atmosféricas y las densidades de edificación y de espacios verdes.

VARIABLE DEPENDIENTE	ECUACIONES DE REGRESION MULTIPLE	CORREL. EDIFICADO	CORREL. A. VERDES
ISLA MEDIA ANUAL	$Y = 1.72 + (0.036.X) + (-0.018.X^*)$	0.82	-0.92
ISLA TIEMPO ESTABLE	$Y = 1.77 + (0.012.X) + (-0.014.X^*)$	0.83	-0.85
ISLA TIEMPO INESTAB.	$Y = 1.56 + (0.00089.X) + (-0.015.X^*)$	0.77	-0.88
ISLA CON CALMA	$Y = 2.01 + (0.010.X) + (-0.018.X^*)$	0.80	-0.85
ISLA CON BRISA	$Y = 1.37 + (0.015.X) + (-0.0076.X^*)$	0.78	-0.74
ISLA CON VIENTO	$Y = 1.69 + (-0.0033.X) + (-0.015.X^*)$	0.69	-0.87

CONCLUSIONES

Las elevadas correlaciones directas entre los valores de isla de calor con diferentes situaciones atmosféricas y las densidades de edificación (entre 0.7 y 0.8), nos permiten afirmar que son los sectores urbanos de Guadalajara con máximas densidades de edificación (entre el 70 y el 80%), situados sobre todo en el casco antiguo y el Plan Sur, los que mostrarán los mayores valores en isla de calor. Por el contrario, la elevada correlación inversa entre los valores de isla de calor y los porcentajes de espacios verdes (entre -0.8 y -0.9), y que aparecen sobre todo en la periferia de la ciudad, presentaran los mínimos valores en este fenómeno.

A partir de las elevadas correlaciones obtenidas, hemos calculado las máximas islas de calor, como valor medio anual y valor medio bajo diferentes situaciones atmosféricas, para un

máximo teórico de edificación del 100%. Dicha isla alcanzaría un valor medio anual de 2.5°C, bajando a 1.93°C con tiempo inestable y alcanzando los 3.7°C con tiempo estable.

Por último hemos calculado la ecuación de regresión simple y múltiple entre las densidades de las mencionadas cubiertas y la isla de calor media anual e isla media bajo diferentes situaciones atmosféricas, llegando de este modo a un nivel de predicción climática en la ciudad de Guadalajara.

NOTAS AL TEXTO

1. Rectificación del padrón municipal de habitantes a 1 de enero de 1.993. Instituto Nacional de Estadística.
2. PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA DE GUADALAJARA. Excmo. Ayuntamiento de Guadalajara. Guadalajara, 1.979. Apart.III, págs. 2-10.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMENDROS COCA, M.A. (1990): *Aspectos climáticos de los parques y jardines de Madrid*; Madrid, Universidad Autónoma, Dto. de Geografía; Tesis doctoral, 2 tomos.
- BERNATZKY, A. (1982): "The contribution of trees and green spaces to a town climate" en *The impact of climate on planning and building*; ed. A. Bitan, Elsevier; págs. 301-310.
- BRUNET INDIA, M.C.(1989): *Los efectos de la urbanización en el clima local. Un ensayo de climatología urbana: el caso de Tarragona*, Universidad de Tarragona; Tesis doctoral, 3 vols.
- CECH, I. et al. (1976): "Relative contribution of land uses to the urban heat problem in the coastal subtropics."; *Weather*, 42 (9); págs. 9-18.
- CLARKE, J.F. y PETERSON, J.T. (1972): "The effect of regional climate and land use on the nocturnal heat island"; *Preprints Conf. Urban Environment and 2nd Conf. on Bioclimatology*; págs. 147-152.
- GARCÍA BALLESTEROS, A. (1978): *Geografía Urbana de Guadalajara*; Fundación Universidad Española, Madrid, 450 págs.
- GOMEZ MENDOZA, J. (1977): *Agricultura y expansión urbana*. Alianza Universidad; págs. 352.
- LANDSBERG, H.E. (1981): *The Urban Climate*; Nueva York, Academic Press; págs. 275.
- LEE, D. (1984): "Urban Climates"; *Progress in Physical Geography*, 8, 1; págs. 31.
- LOPEZ GOMEZ, A. (1985): "El clima de las ciudades"; *Arbor*, 474; págs. 13-32.
- LOPEZ GOMEZ, A. (1992): "La isla de calor y los usos del suelo en Tokio"; *Estudios Geográficos*, n. 209.
- LOWRY, W. (1977): "Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis"; *Journal of Applied Meteorology*, nº16; págs. 129-135.
- MORENO GARCIA, M^a C. (1990): *Estudio del clima urbano de Barcelona: la isla de calor*; Tesis doctoral, págs. 193.
- NISHIZAWA, T. (1958): "The influence of buildings on urban temperature"; *Miscell. Rep. Res. Inst. Nat. Resour.*, 48; págs. 40-47.
- OKE, T.R. (1973): "City size and the urban heat island"; *Atmospheric Environment*, nº7; págs. 769-779.
- PAZERA, E.Jr. (1976): "A ilha de calor da cidade: fatores e atributos"; *Boletim Geográfico*, 34 (249), Rio de Janeiro; págs. 51-57.
- SAMPAIO, A.H.L. (1981): *Correlacoes entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador*; Depto. de G^a de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciencias Humanas de Univ. de Sao Paulo.
- SHITARA, H. (1957): "Effects of buildings upon the winter temperatures in Hiroshima City"; *Geographical Review of Japan*, 30; págs.468-482.
- TAKAHASHI, M. (1959): "Relation between the air temperature distribution and the density of houses in small cities of japan"; *Geographical Review of Japan*, 32; págs. 305-313.
- TERJUNG, W.H. y O'ROURKE, P.A. (1981): "Relative influence of vegetation on urban energy budgets and surface temperatures"; *Boundary-Layer Meteorology*, 21; págs.255-263.
- TSUCHIYA, I. (1972): "Greens and urban climate thermal characteristics of natural and artificial greens, and rivers in urban area"; *Water Science*, 16 (1); págs. 29-56.