

Ada Luisa PÉREZ HERNÁNDEZ
Carlos M. RODRÍGUEZ OTERO

EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CIUDADES CUBANAS AL CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL

RESUMEN

El objetivo fundamental es evidenciar en las ciudades seleccionadas de interés para el ordenamiento territorial en Cuba, las modificaciones en la estructura urbana, el clima local y el grado de deterioro de las condiciones ambientales, así como el papel de los cambios climáticos sobre las variables del clima y el confort humano. En este sentido el ordenamiento territorial y el urbanismo constituyen una vía para evaluar el papel del hombre en el proceso de asimilación y transformación del medio ambiente de las ciudades, identificando acciones, medidas y regulaciones que permitan de forma paulatina mitigar el impacto actual y alcanzar la adaptación a los nuevos escenarios proyectados, en la totalidad de las escalas del planeamiento y sus horizontes temporales de intervención, donde la gestión y el control del territorio son fundamentales.

Los resultados expuestos son parte del contenido del proyecto de investigación "Los Asentamientos Humanos, el Uso de la Tierra y los Cambios Globales en Cuba", elaborado por Carlos Rodríguez y un colectivo de autores para el Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano. Subprograma Dimensionamiento Humano del Cambio Global, seleccionado en el año 2001 como Premio Nacional de Investigación de la Academia de Ciencias de Cuba y Premio Nacional de la Planificación Física.

ABSTRACT

The study includes the vulnerability of the cities at the current climatic variability, the scenario of expected climatic changes for Cuba, modifications of urban structure, local climate, degree of deterioration of the environmental conditions, degree of atmospheric pollution, human comfort and the vulnerability of the coastal cities to the floods due to sea-level rise. The fundamental objective is to evidence the role of physical planning and urban, as a mechanism to develop an strategy to adaptation of the cities to the global change, contributing to alleviate, at local level, problems of global magnitude.

The results presented in this paper are part of the investigation project "The Human Settlements, the Land Use and the Global Changes in Cuba", elaborated by Carlos Rodríguez a group of authors for the National Program of Global Changes and Evolution of the Cuban Environment, selected in the year 2001 by the Academy of Sciences of Cuba as National Prize of Investigation, and also selected National Prize by the Institute of Physical Planning same year.

Palabras clave

Ciudad. Clima. Medio ambiente.
Cambio global. Ordenamiento
territorial.

Key words

City. Climate. Environment. Global
change. Territorial planning.

Recibido: 4-10-02
Aceptado: 19-12-02

■ INTRODUCCIÓN

Los presagios sobre una crisis en la relación del hombre y su medio, debido al desmesurado crecimiento de la población mundial, comienzan a tomar importancia en el decenio de los años sesenta del pasado siglo, y en los años ochenta los científicos asumen el concepto de cambio global del medio ambiente para referirse a los cambios en los sistemas atmosféricos, biológicos, geológicos e hidrogeológicos de la Tierra. Posteriormente, en el año 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo —*Cumbre de la Tierra*— se logra consenso internacional sobre la problemática y se reafirma la interrelación entre población, desarrollo y medio ambiente, a la vez que se alerta a los estados sobre la necesidad de lograr un desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida.

En este contexto, las ciudades requieren especial atención, máxime cuando se estima que en el año 2015 el 55 por ciento de la población mundial vivirá en zonas urbanas (ONU, 1996). En la medida en que aumenta el tamaño de la ciudad se hacen más complejas las relaciones sociales y económicas y se produce una incidencia mayor sobre el medio ambiente, contribuyendo a aumentar la vulnerabilidad de éstas al cambio ambiental global.

El artículo demuestra cómo la actividad del ordenamiento territorial puede contribuir eficientemente a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio global en las ciudades cubanas, llevando a la práctica los resultados científicos de investigadores del Instituto de Planificación Física (IPF) e Instituto de Meteorología (INSMET) sobre esta temática. Para ello nos basamos en el papel del ordenamiento territorial y el urbanismo en la asimilación del espacio geográfico, la distribución adecuada de la población y las ciudades, apoyada en las diferentes escalas del planeamiento y los horizontes temporales de proyección, haciendo uso de sus instrumentos de gestión y control del territorio establecidos.

El artículo aborda los siguientes aspectos:

- El papel del crecimiento y desarrollo de las ciudades en la calidad medioambiental, el microclima urbano y el clima local de la zona donde éstas se localizan.
- Los efectos que tendrá el cambio climático global en el comportamiento de las variables climáticas más importantes medidas en varios emplazamientos meteorológicos urbanos, la repercusión de estos cambios en las condiciones

bioclimáticas de las personas, así como la vulnerabilidad de las ciudades costeras a las inundaciones por ascenso del nivel del mar y las sequías.

- La formulación de políticas, acciones, regulaciones, medidas y soluciones tecnológicas, urbanísticas o de cualquier otro tipo, dirigidas a reducir los efectos negativos que impondrá el cambio climático global en las ciudades cubanas.

■ LAS CIUDADES

Las ciudades constituyen un ecosistema artificial que guarda el acervo cultural de generaciones y constituye la forma de vida que progresivamente en el tiempo ha ansiado el hombre —de lo rural a lo urbano. Ellas poseen infraestructuras y centros de servicios que propician condiciones de confort, donde el hombre articula el grueso de las actividades económicas y sociales que contribuyen a la elevación de su nivel de vida.

Las ciudades reciben el impacto de los cambios ambientales globales y, a su vez, son causantes en determinada medida de estos cambios debido al nivel de urbanización alcanzado, que les convierten en principales fuentes generadoras de gases de efecto de invernadero (GEI), que inevitablemente producen cambios apreciables en el clima mundial, producto del alto consumo de combustibles fósiles, la emisión de contaminantes a la atmósfera generados por procesos productivos y el consumo domiciliario, que unidos a la calidad higiénico-sanitaria, inciden en el comportamiento de los indicadores de morbilidad de su población. Además, las ciudades alcanzan determinadas estructuras y funciones que igualmente son causantes de modificaciones en el confort de la población, a la vez que condicionan el tipo de impacto en ese medio artificial.

Los problemas del medio ambiente urbano incluyen, además del deterioro ambiental, la vulnerabilidad de las ciudades ante los desastres naturales debido a la exposición a eventos meteorológicos severos, que condicionan y promueven un enfoque nuevo del planeamiento de las ciudades, pues se precisa mitigar impactos y adaptarse a efectos negativos de sequías prolongadas, precipitaciones extemporáneas, inundaciones costeras, entre otros, que unido a los cambios climáticos requieren la implementación de acciones de obligatorio cumplimiento, en el mediano, largo y muy largo plazo, que deben conciliarse con otras de las esferas del desarrollo económico y social, antes de incluirlas en el ordenamiento de las ciudades.

La magnitud de estos procesos en el medio urbano depende del tamaño de la ciudad, las características físico-geográficas de su localización y las relaciones socioeconómicas que se hayan establecido en el desarrollo de las mismas. Cuando el hombre emprende estas actividades de manera irracional y no planificada, surge la degradación del medio, reflejada a través de cambios en la calidad de los componentes naturales, a partir de la contaminación de las aguas, la atmósfera y los suelos, inundaciones, empobrecimiento de las áreas verdes, disposición inadecuada de los desechos, todos con amplia repercusión en la calidad de vida de la población.

Las ciudades en el Sistema de Asentamientos Poblacionales en Cuba

La evolución histórica del poblamiento en Cuba se vincula íntimamente al desarrollo económico de los territorios, las coyunturas internacionales, la inversión de capitales nacionales y extranjeros y las potencialidades naturales de cada territorio. Este proceso dio origen al actual Sistema de Asentamientos Poblacionales (SAP), donde se consolida el conjunto de asentamientos que asumen responsabilidades en el territorio de carácter nacional, regional, municipal y submunicipal. Conforman el SAP, la capital del país, 12 cabeceras provinciales, 142 cabeceras municipales, 418 asentamientos de base urbanos y 6.676 asentamientos de base rurales, que están en íntima relación con las actividades primarias del uso de la tierra, al igual que 1 millón de habitantes considerados población dispersa.

Las proyecciones de población en muy largo plazo estiman que el crecimiento tiende a ser cada vez menor debido principalmente al descenso de la fecundidad y, en cuanto al SAP, predominará una cierta estabilidad con respecto al actual, aspectos que serán decisivos en las acciones a acometer referidas al ordenamiento territorial como forma de mitigar las posibles afectaciones de los territorios sometidos al impacto de los cambios climáticos.

En este sistema se insertan las ciudades, que a los efectos del ordenamiento territorial, Bermúdez (1999) las define como "el sistema dinámico de actividades interrelacionadas e interdependientes que se caracteriza por una gran diversidad, donde se aprecia una especialización económica y desarrollo social y cultural, y se ejerce una determinada función institucional".

MAPA 1
DISTRIBUCIÓN DE CIUDADES SELECCIONADAS



Se seleccionan para el estudio 20 de las 40 ciudades existentes (mapa 1), representadas por la capital, las 12 cabeceras provinciales y otras 7 de especial interés, donde se ha modificado sustancialmente la estructura urbana y el poblamiento. Esta selección logra la representatividad espacial, en cuanto a la distribución regional —6 en occidente, 6 en el centro y 8 en oriente— y la localización con respecto a la línea de costa —9 son costeras y 11 interiores (Muniz *et al.*, 2001a).

El estudio comprende las dos últimas décadas del siglo XX, donde la mayoría de las ciudades, tanto en el ámbito mundial como nacional experimentaron un fuerte proceso de crecimiento físico y poblacional, así como un reforzamiento de sus *características urbanas*.

En las ciudades seleccionadas reside el 45% de la población del país; esto indica que una gran parte de la población cubana está expuesta directamente a los efectos del cambio global, registrándose una tendencia al crecimiento, que lo demuestra las altas tasas migratorias en el período 1986-1997.

■ EL COMPORTAMIENTO DEL CLIMA ACTUAL Y PROYECTADO EN CUBA

En el clima incide el comportamiento del cambio y la variabilidad climática; el aumento en la atmósfera de GEI —en particular el CO₂— provoca el calentamiento global, con la consabida repercusión en el ascenso del nivel del mar. Otros gases emitidos son causantes del agotamiento de la capa de ozono y su consecuente exposición a los dañinos rayos ultravioleta,

mientras la acumulación de los cambios motivan, junto a otros procesos, la desertificación, la deforestación y las lluvias ácidas, que influyen desfavorablemente sobre la calidad de vida de la población.

El clima en Cuba en la segunda mitad del siglo XX

En Cuba se han observado variaciones y fluctuaciones climáticas importantes. Según Campos *et al.* (2001), en el período posterior al año 1970 el clima ha transitado hacia un estado en que se aprecian características comunes a las proyecciones realizadas por el IPCC,¹ con una atmósfera con efecto de invernadero intensificado, siendo particularmente coincidentes la elevación de la temperatura media superficial del aire, el mayor incremento de las temperaturas nocturnas que las diurnas, el aumento de las precipitaciones, principalmente en invierno, y la mayor frecuencia de eventos de sequías. Sin embargo, existe incertidumbre para afirmar que lo observado se relaciona con cambios definitivos en el clima del país, asociados con la intensificación del efecto de invernadero.

Además, los autores reflejan que los eventos meteorológicos severos, como tormentas locales, tornados y líneas de tormentas prefrontales, han incrementado su frecuencia, intensidad y poder destructivo, como resultado de los cambios o variaciones observados en los procesos de la circulación atmosférica, mientras en el período 1890-1991 se produjo un aumento de la actividad ciclónica en el Atlántico, acompañado de una disminución de la formación de ciclones en el área del mar Caribe, registrándose también para Cuba un comportamiento similar.

La proyección del clima en Cuba

El cambio climático es el elemento fundamental del cambio global; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático,² lo

define como “un cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima, observada durante períodos de tiempo comparables”.

La proyección del calentamiento global y el incremento del nivel del mar se realizan para diversos escenarios de emisión de GEI mediante la utilización de modelos. En el caso de Cuba, con una duplicación de las emisiones de CO₂, las proyecciones de calentamiento global e incremento del nivel del mar fueron calculados para valores de sensibilidad climática baja, media y alta, reflejando valores de 1,5°C, 2,5°C y 4,5°C, respectivamente. En cuanto a las precipitaciones, donde existe mayor incertidumbre, unos modelos indican reducción de los totales anuales y otros predicen incrementos, mientras se estima un ascenso del nivel del mar con valores entre 8 - 44 cm para el año 2050 y 20-95 cm para 2100 (Centella *et al.*, 1999).

En cuanto al potencial hídrico nacional, tanto superficial como subterráneo, los resultados de la proyección de los recursos hídricos (Planos *et al.*, 1999) refleja que el escenario más probable se caracteriza por una merma significativa, con la mayor disminución en los meses denominados húmedos. Esto contribuirá al deterioro de la calidad química y biológica del recurso, aspectos que incidirán en el abastecimiento de agua a las ciudades.

El clima urbano

La ciudad actúa como un importante factor modificador del clima regional y, según Nieves *et al.* (2001), sus componentes inciden de diferente forma sobre las condiciones climáticas locales, generando lo que se conoce como microclima urbano. Materiales como el asfalto y el hormigón absorben alrededor de tres veces más calor que la vegetación natural y los *gargantas* que forman las calles reflejan la luz solar de un edificio a otro. Ese calor, liberado lentamente después de la puesta del sol, es absorbido e irradiado nuevamente por las superficies de cemento, infinidad de veces antes de difundirse en el espacio. Como consecuencia de ello, bajo una gran variedad de condiciones de nubosidad, viento e insolación, los mapas de isotermas muestran las temperaturas más altas agrupadas alrededor del centro de las ciudades y se sugiere la expresión de *isla de calor* para designar la zona más cálida de la superficie urbana que repercute en el bienestar térmico de sus habitantes.

1/ Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos.

2/ Artículo 1, inciso 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

A lo anterior se unen otros componentes urbanos, como el trazado de las vías, que difieren por su ancho, orientación y ubicación e inciden en la distribución del viento dentro de la ciudad, como consecuencia del rozamiento y el encauzamiento que sufre este elemento por las arterias urbanas, el tráfico que aporta calor por combustión y las plazas y parques al aire libre que reciben mayor cantidad de radiación solar que las calles.

La concentración de la población implica un aumento de la generación de desechos (sólidos y líquidos) y un mayor consumo de energía con el consiguiente aumento del aporte de calor al entorno inmediato, mientras la concentración de industrias y otras actividades productivas provocan un aumento en la contaminación atmosférica (polvo, humo, gases, ruidos), entre ellos, gases que clasifican como GEI y tienen un efecto que se traduce en la elevación de los valores de temperatura global.

■ LA ESTRUCTURA URBANA DE LAS CIUDADES SELECCIONADAS

Las transformaciones del conjunto de componentes de la estructura de las ciudades actúan como modificadores del clima local e inciden sobre las características físico-ambientales y el nivel de vida de la población urbana. Los indicadores utilizados³ para evidenciar el cambio de la estructura urbana son las zonas de *vivienda*, *centro*, *producción*, *grandes instalaciones*, *instalaciones de transporte*, además de las *áreas verdes* que incluyen los parques, zonas de protección sanitarias, áreas deportivas y de esparcimiento y recreación y de agricultura urbana, otros usos que son instalaciones con una función muy específica, como los cementerios, vertederos, monumentos, unidades militares, *áreas libres* que abarcan los solares yermos y otras parcelas sin uso específico dentro y fuera de la trama urbana, *accidentes geográficos*, conformados por ríos y sus cauces, lagunas, escarpes, cuevas, elevaciones, manantiales y otros. El *área urbana total* es

3/ Indicadores relativos al "balance de áreas", cuya definición y contenido son los estipulados por el Proyecto de Norma de Planificación Física sobre Balance de Uso del Territorio.

la suma de todas las anteriores; además se utilizan los indicadores de *población total urbana* para cada ciudad y *densidad neta residencial*.

El estudio sobre la evolución de la estructura urbana en las ciudades seleccionadas fue elaborado por Muñiz *et al.* (2001) y comprende el período 1981-1999, que coincide con la elaboración de los esquemas de desarrollo urbano, cuyos resultados permiten establecer una valoración evolutiva de cada uno de los indicadores, para cada ciudad y el conjunto de ellas. Los principales resultados son los siguientes:

- El área ocupada por las *viviendas*, en todas las ciudades, manifiesta un lógico incremento, en una proporción considerable de 50 por ciento, debido a la realización de un proceso sostenido de rehabilitación de urbanizaciones en estado precario y ocupación de grandes espacios libres que quedaron en las zonas de desarrollo de viviendas con edificios múltiples, lo cual coadyuvó considerablemente a la elevación de la densidad poblacional y aprovechamiento más racional del suelo.
- Las áreas de *centro* presentan un ligero incremento de 30 por ciento, debido a la creación de nuevos centros vinculados a las zonas de vivienda de edificios multifamiliares, que abarcan un espacio considerable, al aunar un grupo de servicios y actividades diversas, incluidas las plazas para la celebración de actos públicos.
- Las áreas de *producción* no poseen una tendencia uniforme para el período; una parte de las ciudades experimentó un incremento de áreas, motivado por un fuerte proceso inversionista entre 1981 y 1990, con instalaciones productivas que en la actualidad se han mantenido o revitalizado, y otra parte con instalaciones excesivamente extensas y sobredimensionadas, producto de un fenómeno que afectó mucho esta esfera, conocido como *gigantismo constructivo*.
- La superficie de las *grandes instalaciones* ha tenido un incremento en casi todas las ciudades, debido al desarrollo sostenido de un fuerte proceso inversionista de edificaciones destinadas, principalmente, a brindar sus servicios en las esferas de educación y salud.
- La superficie de *instalaciones de transporte* también han experimentado un comportamiento evolutivo poco uniforme; las ciudades portuarias han aumentado áreas por el incremento de inversiones ejecutadas, cifras que

contrastan con el descenso en la mayoría de las ciudades interiores, producto de la situación económica desfavorable.

□ Las *áreas verdes* en casi todas las ciudades reportan un incremento debido a la ejecución de grandes parques y otras zonas arboladas de descanso y recreación al nivel de ciudad y en áreas periféricas de las mismas, incidiendo virtualmente en los altos índices de áreas verdes urbanas, cuando en la realidad, tanto en las áreas de vivienda como del centro, se han plantado muy pocas nuevas áreas, predominando el mal estado y deterioro de las existentes y un déficit de éstas en zonas centrales de la ciudad, que se ha venido arrastrando a lo largo de siglos. La modalidad de una agricultura urbana —organopónicas, huertos populares, autoconsumos escolares y de centros de trabajo, entre otros— cubren un grupo de funciones para la ciudad, no sólo de índole económico-productiva, sino también de carácter estético-paisajístico.

□ Las áreas destinadas a *otros usos* urbanos, en la mayor parte de las ciudades, han incrementado su valor en el período analizado.

□ Las *áreas libres* han tenido un notable aumento de casi el doble, comportamiento que resulta de interés y se relaciona con la variación en los límites urbanos, debido a la incorporación durante los últimos veinte años de áreas de suelos urbanizables y no urbanizables, con el objetivo de preservarlos para futuras demandas de crecimiento de las ciudades.

Consecuentemente, el área total urbana de las ciudades muestreadas se ha incrementado en el período estudiado en más de 26 000 ha, tendencia generalizada en todas las ciudades, motivada por las razones anteriormente expuestas.

En relación con la *población total*, se constata un aumento sostenido, aunque el ritmo de crecimiento no es el mismo para todas.

La *densidad neta residencial* presenta una ligera tendencia a su aumento, debido al fuerte proceso de construcción de edificios múltiples por la vía estatal en el período 1981-1990, aunque en algunos casos se observa un descenso relativamente bajo, motivado por el auge de urbanizaciones de bajo costo, muy extensivas —uniplantas en su mayoría— que se ha manifestado durante estos últimos 9 años.

CUADRO 1
DINÁMICA DE LA ESTRUCTURA URBANA.
CIUDADES SELECCIONADAS 1981-1999

Áreas	1981	1999	Relación cambio 1999/1981
Vivienda	24.824	48.281	1,20
Centro	641	941	1,40
Producción	8.745	8.383	0,95
G. instalaciones	2.341	2.281	0,97
Transporte	3.780	2.231	0,59
Áreas verdes	1.434	2.814	1,96
Áreas libres	3.327	6.432	1,93
Otros usos	1.342	892	0,66
Densidad total (hab/ha)	88,9	53,1	—
Densidad en zona de vivienda (hab/ha)	169,6	100,7	—
Área verde por habitante m ² /hab	3,4	5,7	—

Fuente: Muñiz *et al.* (2001).

El cuadro 1 y gráfico 1 muestran la comparación de las estructuras urbanas de las ciudades seleccionadas entre los años 1981 y 1999.

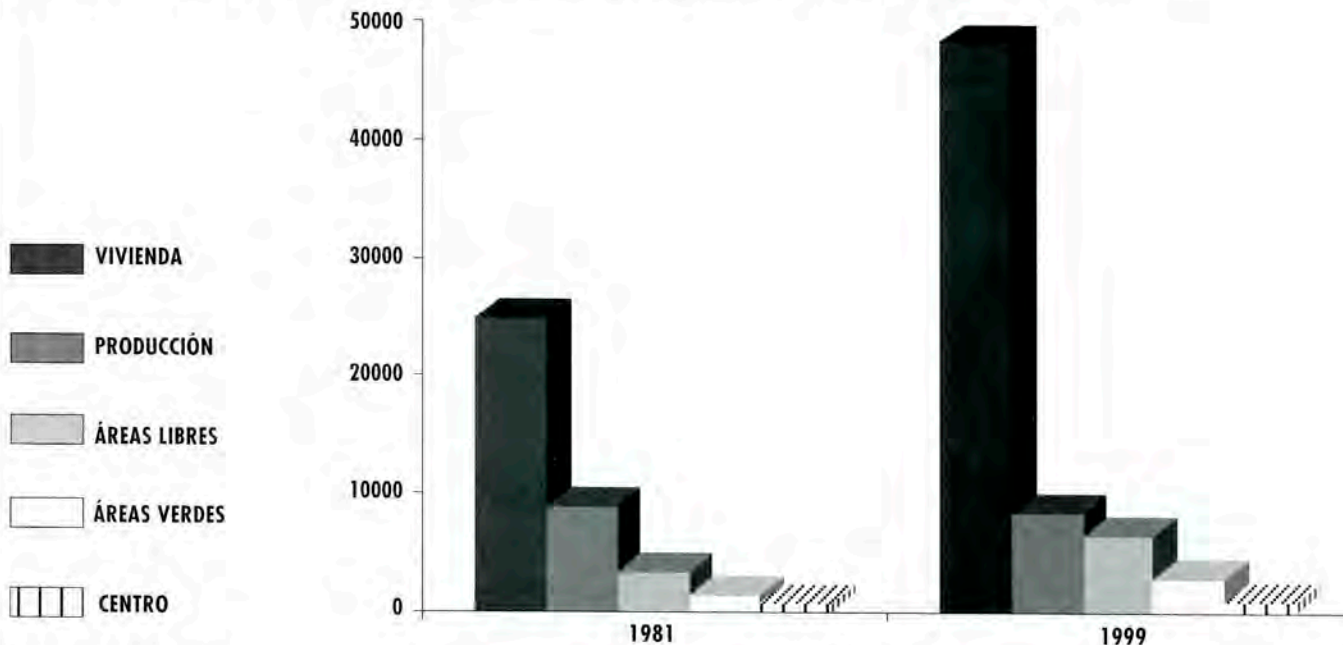
Las ciudades más transformadas son la capital del país y las capitales provinciales que recibieron entre los años 1970 y 1990 inversiones contempladas en un amplio programa constructivo, que abarcó las esferas del hábitat, los servicios y la industria, y requirió la ocupación de nuevas áreas que modificaron el medio ambiente del entorno con residuales urbanos e industriales. Posteriormente, entre 1990 y 1996, debido a la seria situación económica, se paraliza el fuerte proceso inversionista, se produce una crisis energética que conllevó en algunas ciudades a la afectación de áreas verdes para su utilización como leña y carbón para la cocción de alimentos y, además, se incrementó el uso del petróleo crudo cubano de muy alto contenido de azufre.

■ EL CLIMA ACTUAL Y PROYECTADO EN LAS CIUDADES SELECCIONADAS

Campos *et al.* (2001) estudiaron el comportamiento del clima en las ciudades seleccionadas para el período 1979-1998, tomando como línea de

GRÁFICO 1

EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA URBANA DE LAS CIUDADES SELECCIONADAS EN EL PERÍODO 1981-1999



Fuente: Muñiz *et al.* (2001b).

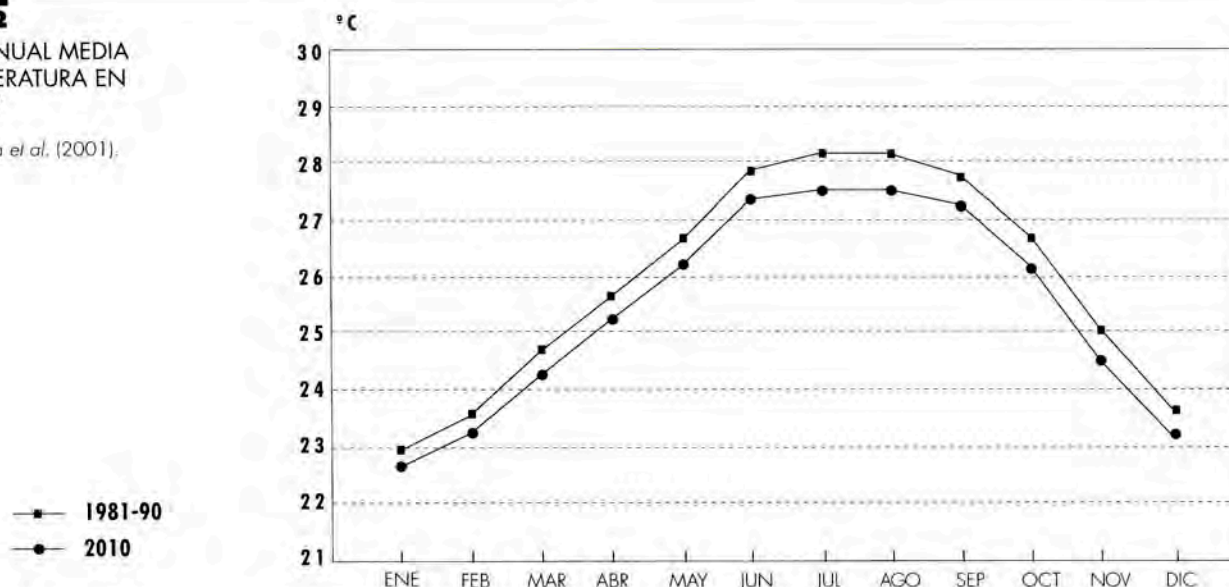
base el período 1961-1990, con el objetivo de establecer los cambios observados con respecto al entorno rural circundante. Aunque la serie fue corta, se reafirma la tendencia creciente en la temperatura media y mínima y decreciente en la oscilación térmica, mientras por primera vez se confirma el incremento en otras variables, como temperatura máxima media, tensión de vapor, número de días con precipitación y tormentas.

Las principales diferencias climáticas entre las ciudades y su entorno rural, se observan en la temperatura y números de días con tormenta, situación que se acentúa en las ciudades con fuerte desarrollo industrial, como en el caso de Cienfuegos.

La sensación y el confort térmicos de los seres humanos dependen de la temperatura del aire, de su contenido de humedad, la radiación solar y la

velocidad del viento. Dentro de los índices bioclimáticos más utilizados se encuentran la temperatura efectiva (TE), que es el efecto conjunto de la temperatura y la humedad relativa en las personas, y la temperatura efectiva equivalente (TEE), que adiciona el papel del viento a las anteriores variables climáticas.

Partiendo de los escenarios de cambio climático proyectados para Cuba, Guevara *et al.* (2001) evaluaron los efectos en el clima para el año 2010, en tres importantes ciudades: La Habana, Camagüey y Santiago de Cuba, situadas en diferentes regiones del país. Entre los principales resultados se encuentra la producción del aumento de los valores de la temperatura media, en particular en los meses entre mayo y septiembre, para un horizonte temporal tan próximo como el año 2010. Los cálculos realizados con una sensibilidad climática media establecen valores más notables

GRÁFICO 2**MARCHA ANUAL MEDIA DE LA TEMPERATURA EN CAMAGÜEY**Fuente: Guevara *et al.* (2001).

alrededor del año 2050, que indican que cualquier estrategia o medida que se formule para la adaptación a la situación esperada en el año 2010 tendrá que mantenerse o fortalecerse en las próximas décadas. En el gráfico 2, a modo de ejemplo, se expresa el comportamiento de la marcha anual media de la temperatura para el año 2010 en la ciudad de Camagüey.

La proyección de la distribución de las precipitaciones será diferente a la de la temperatura. En la temporada poco lluviosa los totales mensuales de lluvia casi no variarán y en la temporada lluviosa se proyectan disminuciones de poca consideración. El gráfico 3 refleja la marcha anual de las precipitaciones en la ciudad de Camagüey, donde se aprecia un descenso a partir del mes de mayo.

Podría producirse, una posible intensificación de los procesos de sequía, según Gutiérrez *et al.* (1999), debido a la combinación del incremento de la temperatura del aire con el descenso en las precipitaciones, observados durante los últimos años y hasta agudizarse por el aumento de las pérdidas de humedad ante una mayor evaporación, lo cual disminuirá las sensaciones de confort en las ciudades.

La proyección de la TE refleja que se acentuará las sensaciones calurosas en la temporada de verano, extendiéndose las condiciones desfavorables a seis meses en el año, contra cuatro o cinco meses. A modo de ejemplo, en el gráfico 4 se expresa el comportamiento en la ciudad de Camagüey, donde en la temporada invernal desaparecerán las sensaciones frescas prevaletiente en los dos primeros meses del año, las que pasarán a ser confortables, mientras el resto de los valores se incrementaran, pero sin bajar de categorías. Por último, la TEE proyectada para el año 2010, refleja que aumentará la cantidad de meses con sensaciones calurosas en la temporada de verano. Los casos más significativos se presentan en la ciudad de Camagüey (gráfico 5) que pasa de cero mes con condiciones calurosas a 4 meses y Santiago de Cuba de tres meses a cinco.

Aunque los autores (Guevara *et al.*, 2001) recalcan la incertidumbre que presenta el comportamiento proyectado, relacionado con las sensaciones térmicas registradas, la tendencia a la disminución de las condiciones de confort térmico para los habitantes de las ciudades analizadas, no deja de constituir un alerta que debe ser considerado en las estrategias de adaptación al cambio global de las ciudades.

GRÁFICO 3

MARCHA ANUAL
DEL TOTAL DE
PRECIPITACIONES
EN CAMAGÜEY

Fuente: Guevara *et al.* (2001).

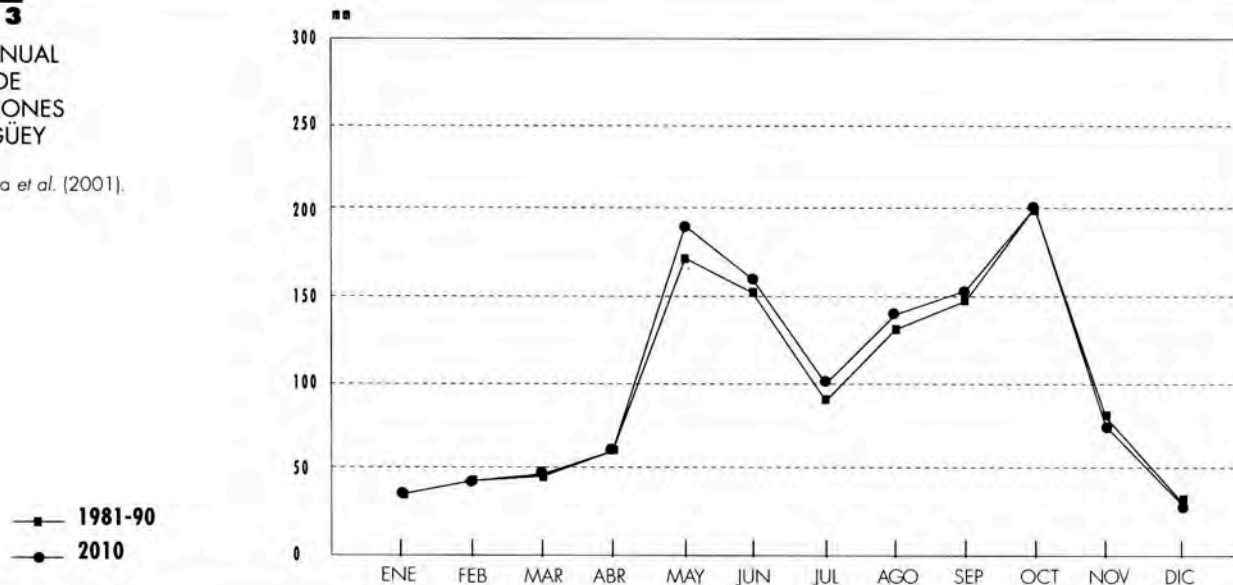


GRÁFICO 4

MARCHA ANUAL
DE LA TE
EN CAMAGÜEY

Fuente: Guevara *et al.* (2001).

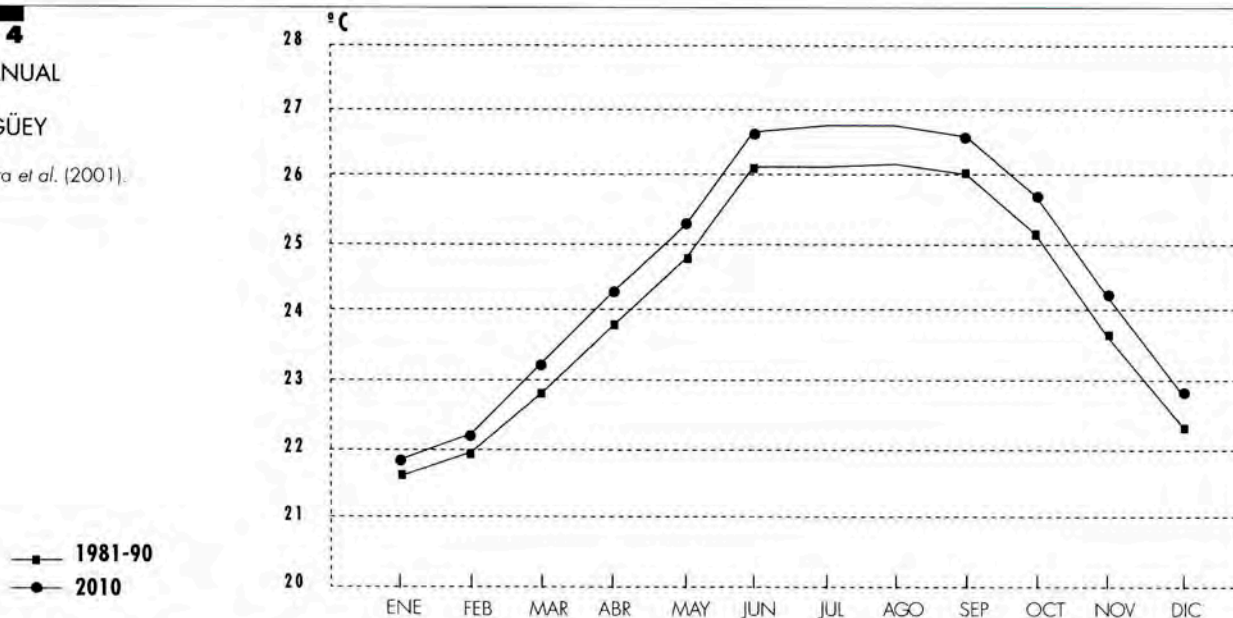
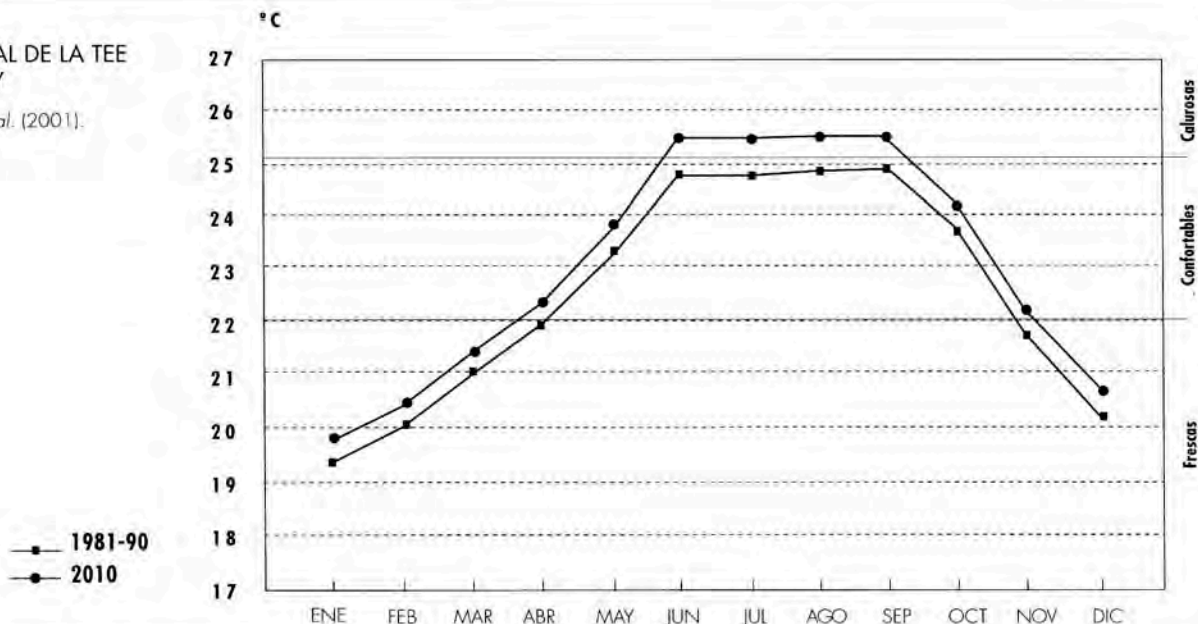


GRÁFICO 5**MARCHA ANUAL DE LA TEE EN CAMAGÜEY**Fuente: Guevara *et al.* (2001).**La contaminación atmosférica en las ciudades seleccionadas**

La contaminación atmosférica en las ciudades cubanas se ha caracterizado por un aumento sostenido de los valores hasta el año 1989, debido fundamentalmente al desarrollo industrial e incrementos del consumo de combustibles fósiles. Es a partir de 1990 que se produce una disminución de las emisiones de gases, vinculada al cierre de las industrias y el redimensionamiento productivo. En los últimos años se evidencia un incremento de la contaminación por fuentes móviles —agravado por la disminución de áreas verdes— que eleva los niveles de contaminación de algunas sustancias en las ciudades.

El clima juega un papel fundamental en la contaminación atmosférica. Según Cuesta *et al.* (2001), las altas concentraciones de polvo en suspensión en la ciudad de La Habana se deben al estancamiento o poca dispersión que se produce en la atmósfera en horas de la madrugada o primeras horas de la mañana. Igualmente, las mayores concentraciones de los óxidos de nitrógeno y amoníaco, tanto en la ciudad de La Habana como en Santiago de Cuba, se vinculan al período lluvioso.

Las ciudades costeras

Tanto en la situación actual como en la proyectada los peligros hidrometeorológicos tienen gran importancia y se relacionan con las sequías, los ciclones tropicales (acompañados de fuertes vientos e inundaciones debido a las lluvias intensas, las marejadas y la surgencia o marea de tormenta), así como los frentes fríos y vientos de la región sur que ocasionan grandes inundaciones costeras y penetraciones del mar en zonas bajas, también causantes de altas pérdidas económicas.

Las ciudades costeras presentan las condiciones edafoclimáticas más favorables para la ocurrencia de ambientes secos y subhúmedos; de las 8 ciudades costeras estudiadas 6 presentan en menor o mayor grado esta condición, que atenta fundamentalmente sobre la calidad del clima urbano y el abastecimiento de agua a la población, siendo más significativos estos efectos en la región oriental del país.

Según Pérez *et al.* (2001), el 50 por ciento de las ciudades costeras estudiadas se localiza en zonas de peligro moderado o alto de inundaciones

por penetración del mar por eventos meteorológicos extremos, fundamentalmente por la surgencia y el 62 por ciento ya ha reportado este fenómeno en mayor o menor magnitud. Además, en la perspectiva estarán expuestas al ascenso del nivel del mar por cambio climático global.

En la actualidad, exceptuando a la ciudad de La Habana, en estas ciudades viven por debajo de la cota de 1 metro de altura, un total de 20.627 habitantes en 5.175 viviendas que, sin duda, son los más vulnerables al ascenso actual y proyectado del nivel del mar. El ejemplo más significativo es la ciudad de La Habana, que registra inundaciones vinculadas al incremento del oleaje —olas de más de 4 m— por vientos acompañantes de las bajas extropicales y ciclones tropicales en su movimiento por el golfo de México, causantes de altas pérdidas económicas en sectores del litoral, donde un inadecuado desarrollo urbano propició la ubicación de instalaciones y viviendas próximas al mar, con deficiencias en el sistema de drenaje, que provocan la exposición de elementos en riesgo de gran magnitud. En la actualidad, en la zona *muy peligrosa* de 52 ha residen 45.800 hab, mientras el área de influencia la conforman 183 ha. En total, las viviendas interesadas son 12.041 y la densidad de población es de 250 hab/ha; parte de la población expuesta se moviliza anualmente en calidad de evacuados por la Defensa Civil de la ciudad.

■ EL PAPEL DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA ADAPTACIÓN DE LAS CIUDADES AL CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL

Por lo anteriormente expuesto, los problemas ambientales de las ciudades son objeto de atención priorizada por la comunidad y los gobiernos, máxime cuando puede agudizarse la situación actual en el país, requiriéndose por parte de las regiones y las localidades la identificación e implementación de soluciones más acertadas e integrales que permitan enfrentar la situación existente.

Estos problemas pueden contrarrestarse con el adecuado uso de la tierra, el mejoramiento del estado de la vivienda y la ampliación al acceso a los servicios básicos y especializados, aspectos que inciden directamente en la calidad de vida. En lo social se requiere una adecuada educación ambiental y la participación ciudadana en la toma de decisiones en las diferentes instancias territoriales que conforman la ciudad —ciudad, municipio, barrio y

vivienda—, tanto en la preparación consciente de la economía y la población ante la producción de eventos meteorológicos extremos causantes de desastres, como los huracanes, o el reforzamiento de las condiciones de sequía, situación que comienza a ser una preocupación permanente.

Ellos pueden y deben ser abordados por la actividad del ordenamiento territorial y el urbanismo, que regula y controla el uso y la transformación del territorio urbano, relacionando las variables de los procesos económicos, sociales y ambientales en las ciudades. De esta forma se convierte en una vía apropiada y eficaz para dar respuesta a una gran parte de los problemas identificados en el presente artículo.

Desde mediados de la década de los años noventa, el tema de la adaptación a los cambios globales se incorpora con carácter obligatorio a los esquemas de ordenamiento territorial de escala nacional y provincial, planes de ordenamiento territorial provincial, municipal y urbano; estos últimos en sus modalidades de plan general y plan parcial.

Sin dudas, los planes generales de ordenamiento territorial y urbano (PGOTU) se consideran el instrumento esencial para llevar a cabo el ordenamiento físico, estructural, morfológico y de diseño de las ciudades y municipios, al contemplar criterios inherentes a los procesos de cambio global, con especial atención a los cambios climáticos y son capaces de identificar las regulaciones urbanas, programas de medidas y acciones a implementar en el mediano y corto plazo en las ciudades.

La mayoría de los aspectos que deben ser regulados para enfrentar aspectos del deterioro y conservación ambiental y la adaptación a los cambios globales, están contenidos en los instrumentos del ordenamiento municipal y urbano. Rodríguez *et al.* (2001) realizaron la siguiente recopilación sobre el conjunto de regulaciones vigentes en estos instrumentos de planeamiento.

La forma de *concentración de la población*. Aplicar en los proyectos urbanísticos las medidas identificadas como clave para minimizar el carácter expandido de las ciudades, entre ellas la ocupación de áreas ya urbanizadas y el relleno de espacios libres dentro del perímetro urbano, medidas que repercutirán en el mejor aprovechamiento del coeficiente de ocupación del suelo (COS) y el coeficiente de uso del suelo (CUS).

La densidad neta poblacional (residencial). Establecer, desde la elaboración del plan de ordenamiento urbano, las mayores densidades posibles, tomando en cuenta el uso de tecnologías y diseños que logren, además, integrarse al entorno edificado y natural de la ciudad.

La altura de las edificaciones. Propiciar un coeficiente de utilización del suelo urbano adecuado, como vía para minimizar los incrementos innecesarios de área para el crecimiento de las ciudades.

El diseño bioclimático de las edificaciones. Aprovechar al máximo la ventilación e iluminación natural en el diseño de las viviendas y otras instalaciones, disminuir la absorción de calor mediante la adecuada utilización de materiales en muros y cubiertas, el color de la pintura de las paredes, las soluciones en altura, orientación y espacios entre las instalaciones, medidas que adquieren especial atención para las ciudades localizadas en ecosistemas de ambiente seco, montañas y humedales.

La densidad y concentración de instalaciones de centros. Propiciar la disminución del efecto de islas de calor mediante la regulación de actividades e instalaciones que generan calor, en particular en las ciudades mayores de 100 mil habitantes y las localizadas en ambiente seco, con el objetivo de lograr un buen funcionamiento y accesibilidad de la población a las instalaciones propias de los centros urbanos sin un incremento del impacto esperado.

La ubicación y concentración de instalaciones productivas y almacenes. Contemplar el adecuado distanciamiento de las mismas a viviendas, instalaciones de servicio, cementerios y vertederos, grandes instalaciones educativas y de salud, parques y áreas recreativas urbanas, así como evitar la ubicación de nuevas instalaciones que emitan sustancias contaminantes en zonas en que se produzcan efectos concomitantes que agraven la situación existente o hagan surgir otras nuevas. De ubicarse, se exigirá rigurosamente la adopción de soluciones de tratamientos y tecnologías en sus expulsiones de gases a la atmósfera, aplicando lo establecido para las zonas de protección sanitaria, tal como se establece en la norma cubana NC 93-02-87.

La localización de las áreas de estacionamiento vehicular y vías de circulación automotoras en las zonas de centro. Regular la distancia entre

ellas, a los efectos de garantizar el acceso y funcionamiento del centro, con un mínimo de concentración de las emisiones de CO₂ y otros gases a niveles permisibles.

La zona de protección sanitaria. Contemplar el dimensionamiento de las fajas protectoras en dependencia del tipo de fuente contaminante, con la función de atenuar los efectos nocivos de la contaminación atmosférica sobre la población urbana, las edificaciones y otras actividades, en las cuales se produce la concentración de la población.

La emisión de sustancias contaminantes al aire, suelo y agua, los ruidos y olores. Adoptar las medidas organizativas y las soluciones tecnológicas que garanticen la preservación del medio, contempladas en las evaluaciones de impacto ambiental.

Las áreas verdes en zonas de vivienda, los espacios libres, las áreas de centro, las productivas y los parques y sitios de esparcimiento y recreación. Garantizar que las mismas funcionen como sumideros de CO₂ que se emite a la atmósfera, por la concentración de las actividades propias de la ciudad, atemperen las condiciones climáticas y brinden un paisaje más adecuado. Se requiere un incremento de las mismas y el mejoramiento del estado de las existentes, fundamentalmente en lo que concierne a las ubicadas dentro del perímetro y la trama urbana, en particular en zonas residenciales con elevadas densidades poblacionales, en áreas del centro, zonas de descanso, recreación y esparcimiento, en las grandes instalaciones, cementerios, vertederos y en las zonas de protección sanitaria de instalaciones productivas y almacenes.

Las áreas libres y solares yermos. Evitar la localización de actividades incompatibles con el mantenimiento del confort de los ciudadanos.

Las superficies dedicadas a la agricultura urbana. Fortalecer en los planes de ordenamiento territorial y urbano, en particular, en aquellas ciudades enclavadas en territorios vulnerables a la satisfacción de alimentos para el autoabastecimiento de su población, a partir de un adecuado balance de los recursos de agua y suelos disponible.

El drenaje. Abordar con carácter obligatorio las soluciones técnicas que garanticen en cada caso la evacuación de las aguas resultantes de

precipitaciones o de otra índole, generadoras de pérdidas materiales y humanas en las ciudades.

Las áreas con peligro de ocurrencia de desastres por inundaciones de aguas interiores o costeras. Aplicar medidas que den respuesta a los niveles de vulnerabilidad establecidos, mediante el reacomodo de las viviendas, la adecuación del tipo y función de las edificaciones, el uso de las plantas inferiores, el empleo de tipos de materiales de construcción que mejoren la fortaleza constructiva de las viviendas e instalaciones, así como la ejecución de soluciones de drenaje y otras obras de ingeniería, que posibiliten la adaptación de la zona y sus construcciones, ante los efectos que sobre la economía y la población pueden provocar los eventos meteorológicos extremos.

Las acciones, medidas e inversiones que se derivan de los problemas actuales y futuros del medio ambiente de las ciudades y que son aprobadas en reuniones de mutuo acuerdo entre los representantes técnicos de los organismos nacionales o de otras instancias de gobierno, en las etapas de confección de esquemas y planes de ordenamiento territorial, pueden convertirse en normas legales al ser aprobadas por los decisores de las correspondientes instancias de gobiernos y se convierten en un mandato jurídico que establecen las formas de intervención y prioridades en los territorios más expuestos, como vía de adaptación a la variabilidad y cambio climático. Ejemplos de ello lo constituyen las resoluciones de los Consejos de la Administración del Poder Popular en las provincias de Ciudad de La Habana y La Habana, referidas al ordenamiento territorial y urbanístico y de diseño arquitectónico en las ciudades o parte de éstas, localizadas en sus sectores costeros.

Un aspecto de importancia, que apoyaría el cumplimiento de las regulaciones anteriores, es la evidente necesidad de apoyar el diseño, organización y puesta en funcionamiento de una red permanente de monitoreo que denominaremos *Sistema Nacional de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica y del Clima*, para la medición y observación de las principales variables climáticas y químico-atmosféricas de las ciudades, para hacer más eficaz y representativa la información, con especial atención en las ciudades de La Habana y Santiago de Cuba.

CONCLUSIONES

Los elementos de la estructura urbana que experimentan un cambio más evidente son las áreas de vivienda, industria, servicios, grandes instalaciones y las áreas verdes; las cuatro primeras propiciaron significativamente la concentración de la población con incidencias en el aumento del consumo y liberación de energía con el consecuente efecto en el clima.

La evaluación realizada sobre la proyección del clima urbano tiene un carácter preliminar y se debe continuar profundizando por el impacto que ocasionará el cambio climático en las principales ciudades del país. No obstante, los resultados obtenidos pueden considerarse como un avance o aproximación a un comportamiento probable de las condiciones bioclimáticas urbanas, y sobre el cual el ordenamiento territorial deberá trabajar en la búsqueda de soluciones, destinadas a evitar un mayor deterioro de las condiciones de bienestar de la población en las ciudades cubanas.

En este artículo queda demostrado que el ordenamiento territorial urbano, con sus instrumentos de planeamiento de control y gestión, constituyen una vía adecuada para la implementación de soluciones en el corto, mediano y largo plazo que contribuyen al mejoramiento del medio ambiente de las ciudades y repercuten en el buen funcionamiento de las mismas, y constituyen una estrategia para enfrentar paulatinamente los efectos de la variabilidad y el cambio global.

BIBLIOGRAFÍA

BERMÚDEZ, Emigdia

1999

"Selección de las ciudades de interés nacional".

Estudio de las ciudades en el ordenamiento territorial nacional. La Habana, Instituto de Planificación Física

CAMPOS, Aida, R. VEGA y V. GUEVARA

2001

"Variaciones y fluctuaciones del clima de Cuba".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. V2.2, volumen II, pp. 329-336. La Habana.

CENTELLA, Abel, T. GUTIÉRREZ, y M. LIMIA

1999

"Proyecciones del clima futuro".

UNEP/INSMET, *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Proyecto No FP/cp/2200-97-12. La Habana.

CUESTA, Osvaldo, R. MANSO y A. COLLAZO

2001

"Impactos del desarrollo urbano sobre el medio ambiente atmosférico y la calidad de vida de la población".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. V-3, volumen II, pp. 311-326. La Habana.

GUEVARA, Vladimir, M. LIMIA y A. LEÓN

2001

"Efectos del cambio climático global sobre algunas ciudades de Cuba". *Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales*.

Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales, Cap. V-2, volumen II, pp. 337-343. La Habana

GUTIÉRREZ, Tomás, A. CENTELLA, M. LIMIA, y M. LÓPEZ

1999

"Informe final del Proyecto Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba".

UNEP/INSMET, No FP/cp/2200-97-12. Instituto de Meteorología. La Habana.

MUÑIZ Armando, V. GUEVARA y A. CAMPOS

2001

"Las ciudades y el cambio global".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. V-1, volumen II, pp. 269-275. La Habana.

MUÑIZ Armando y E. BERMÚDEZ

2001

"Los elementos climáticos en las ciudades, vinculados a las transformaciones de su estructura urbana. Las ciudades en Cuba".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. V-2, volumen II, pp. 276-282. La Habana.

NIEVES, María, V. GUEVARA y A. CAMPOS

2001

"Efectos sobre elementos climáticos.

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. V-4, volumen II, pp. 346-384. La Habana.

ONU

1996

The revision.

World Urbanization Prospects. Nueva York.

PLANOS, Eduardo, BARROS, O. y CARRASCO A.

1999

Recursos Hídricos.

UNEP/INSMET, *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Proyecto No FP/cp/2200-97-12. La Habana.

PÉREZ, Ada, I. SALA y RODRÍGUEZ C.

2001

"Evaluación actual y perspectiva de las zonas costeras desde un enfoque territorial nacional".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089, Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. IV-4, volumen II, pp. 205-230. La Habana.

RODRÍGUEZ, Carlos, A. MUÑIZ y A. PÉREZ

2001

"El ordenamiento territorial y la adaptación a los cambios globales".

Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales. Proyecto 01304089. Programa Nacional de Cambios Globales. Cap. VI, volumen II, pp. 283-284.