

Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades

Francisco GÓMEZ LOPERA

Dr. Arquitecto, Universidad Politécnica de Valencia.

RESUMEN: En este trabajo, tras una amplia reflexión sobre el papel de las zonas verdes en la ciudad, se resume la metodología empleada y el plan de acción para la verificación del papel que juegan las «zonas verdes» en el confort de la ciudad de Valencia, tomada como prototipo de ciudad mediterránea. Partiendo de un análisis de la situación climatológica de la ciudad, se investiga el comportamiento de varios «índices de confort», conocidos internacionalmente, en una serie de distritos de esta ciudad que se consideran característicos y, en su conjunto, definen el comportamiento urbano. Se ha conseguido formular algunos de estos índices de confort en función de las zonas verdes y posteriormente, se consigue conocer la dimensión de estas zonas verdes, en cada distrito, para que teóricamente puedan ser considerados confortables. Esta metodología se considera válida como herramienta de quienes planifican las grandes ciudades, en el diseño de las zonas verdes.

DESCRIPTORES: Zonas verdes. Planeamiento urbano. Confort. Valencia (España).

1. CALIDAD DE VIDA EN LAS CIUDADES

Hace pocos años (1996) y con gran impacto a nivel mundial, se celebró en Estambul un Congreso Mundial, el segundo... HABITAT II, sobre los asentamientos humanos; uno de los aspectos que se tocaron en casi todas las comunicaciones fue el que ahora nos interesa: «la calidad de vida en las ciudades»; nosotros tomamos este concepto como punto de partida para nuestras reflexiones y lo vamos a hacer con alguno de los textos que presentó la delegación española; concretamente, refiriéndose a «calidad urbana y calidad de vida», se decía:

«Para que se cubran las necesidades y aspiraciones de los ciudadanos, respecto a la

habitabilidad de la ciudad, es aconsejable que se oriente el diseño, la gestión y el mantenimiento de los sistemas urbanos, de modo que se proteja la salud pública, se fomente el contacto, el intercambio y la comunicación (...) los espacios verdes, los equipamientos, los servicios y los transportes públicos han de ser accesibles, han de estar a una distancia-tiempo mínima para vencer la distancia psicológica que todos tenemos y que, de lo contrario, no facilita su uso (...).

La esencia de la ciudad es el contacto personal. La ciudad es, en consecuencia y sobre todo, de la persona que va a pie. Los viajes a pie, en bicicleta o en transporte público son los medios que pueden reducir drásticamente el estrés ambiental provocado por los vehículos privados, lo que potenciará el contacto y la comunicación en el espacio público. A la vez que se reduce el estrés ambiental se puede mejorar, en nuestras ciudades, el paisaje urbano, ya sea en la vía pública como en las fachadas del parque

Recibido: 27.04.2004. Revisado: 31.05.2004
e-mail: fgomez@csa.upv.es

edificado, generando un entorno propicio y de calidad.

La mejora de la calidad ambiental incide de manera precisa en varios de los aspectos que conforman la calidad de vida de los ciudadanos, en primer lugar sobre el estrés ambiental y en concreto sobre la contaminación atmosférica, el ruido, la contaminación visual y la seguridad viaria; en segundo lugar permite aumentar las relaciones interpersonales, pues la calle (pasear) se convierte en un lugar idóneo para el contacto, el ocio y el tiempo libre para todos, sin importar edad o condición. Ese espacio público de calidad se revela también como un escenario para el desarrollo de diversos acontecimientos de participación social.»

Algunos de los ponentes del documento citado, advierten que la calidad de vida, como concepto, es de definición imprecisa y la mayoría de investigadores están de acuerdo en que no existe una teoría única que defina y explique el fenómeno. El término «calidad de vida» remite a una evaluación de la experiencia que de su propia vida tienen los sujetos. Tal «evaluación» no es un acto de razón, sino más bien un sentimiento. Lo que mejor designa la «calidad de vida» es la «calidad de la vivencia que de la vida tienen los sujetos».

Analizar la «calidad de vida» de una sociedad significa analizar las experiencias subjetivas de los individuos que la integran y que tienen de su existencia en la mencionada sociedad. Exige, en consecuencia, conocer cómo viven los sujetos, sus condiciones objetivas de existencia y qué expectativas de transformación de estas condiciones desean, y evaluar el grado de satisfacción que se consigue.

Pero además, en la valoración de este componente subjetivo esencial, entran en juego una serie de elementos en principio relacionados con las necesidades del individuo, pero que van tomando, cada vez más, un matiz social y comunitario. Hablar de calidad de vida como una referencia compleja al bienestar, nos acerca indefectiblemente a la misma definición de salud que la OMS ha propuesto: «No sólo la ausencia de enfermedad o padecimiento, sino también el estado de bienestar físico, mental y social».

Con estas perspectivas nos disponemos a analizar, brevemente, la ciudad actual, la

ciudad donde vivimos, para averiguar sus carencias y tratar de averiguar aquello que los ciudadanos echan de menos, o realmente necesitan, e investigar las posibilidades de un conocimiento objetivo del bienestar urbano para ver si se puede ajustar con el bienestar subjetivo que los ciudadanos dicen sentir o carecer.

Sin excedernos en catastrofismos, vamos a considerar serenamente que la ciudad actual es un hecho que preocupa, desde hace tiempo, a planificadores, políticos y ecólogos, por el simple hecho de la escala, de la dimensión que está adquiriendo y los problemas que ello engendra.

Si nos referimos a la tasa de urbanización de la población mundial, esta era en 1800 de sólo un 3,4%. Un siglo después era de un 13,6%. En la actualidad un 45% de la población mundial vive en áreas urbanas y es previsible que el año 2005 se supere ampliamente el 50%. La tendencia tiene un carácter vertiginoso, ya que el año 2000 los urbanitas han pasado a ser casi el doble que en 1986 y en el 2005 la cifra será cuatro



FIG. 1. Litografía de J. J. Foberty, Sir Arthur Belton, Terraplen, 1880. Los comercios pagaron porque figuraran sus nombres

Fuente: BRIGGS (1990).



FIG. 2. Birmingham Railway Collection, The Ney York Historical Society, 1839. Broouway para tren entre Londres y Birmingham, 19 de junio de 1837

Fuente: BRIGGS (1990).

veces mayor. Así pues, en el año 2025, más de las tres quintas partes de la población mundial vivirá en zonas urbanas (5.200 millones de personas) (GIRARDET, 2003).

En la actualidad, y por poner un ejemplo que podemos asimilar; en nuestro país, la mitad de la población vive en las 18 áreas metropolitanas más desarrolladas, y un tercio lo hace en las cinco áreas metropolitanas más importantes: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Bilbao.

Sin embargo, este crecimiento en las ciudades, a nivel mundial, se está realizando según una antigua ley urbanística, que los problemas urbanos progresan en proporción mucho más elevada que el crecimiento demográfico de las poblaciones.

En efecto, el progreso acelerado, que se inició con la Revolución Industrial y que nos ha llevado a la era de las grandes concentraciones urbanas, está mostrando una serie de flecos que nos hacen dudar de su benignidad.

2. LA NATURALEZA Y LA CIUDAD

En efecto, la ciudad ha crecido pero no se ha mantenido una proporción equilibrada entre áreas libres y áreas edificadas por lo que se ha llegado a una gran contradicción: la carencia de áreas y zonas verdes en la ciudad es extraordinaria; cuando constituyen las mayores necesidades de los habitantes de esta. En uno de los trabajos de obligada referencia, sobre el estudio de «La calidad de vida en las ciudades» (MOPU, 1982) se

destaca la importancia de las zonas verdes por la respuesta a una encuesta ciudadana sobre los espacios públicos de mayor interés (FIG. 3). A pesar de la antigüedad de este estudio no se ha realizado posteriormente ninguno de tanto impacto social.

FIG. 3. Urgencia en la resolución de equipamientos y servicios

Servicios	Núm. orden	Porcentaje
Jardines	1.º	63,9
Espacios para juego de niños	2.º	51,1
Ambulatorios	3.º	49,1
Centros de ancianos	4.º	40,0
Mercados	5.º	31,8
Recreo de jóvenes	6.º	28,0
Guarderías	7.º	24,0

Fuente: MOPU (1982).

La actualidad de este tema se percibe en la presencia de las zonas verdes como parámetro de sostenibilidad en las distintas relaciones de indicadores que, a nivel mundial, se están realizando; de todos ellos destacamos la Primera generación de Indicadores Comunes Europeos, elaborado por el Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano, de la Dirección General de Medio Ambiente de la UE. Según este Informe Técnico, la existencia de zonas verdes públicas figura entre los cinco indicadores principales obligatorios para la sostenibilidad de las ciudades europeas (EXPERT GROUP ON THE URBAN ENVIRONMENT, 2001).

Pero las zonas verdes, que han estado presentes en la ciudad desde sus inicios, han sido en este siglo cuando más se han olvidado. Lamentablemente, el Movimiento Moderno se preocupó muy poco por los espacios verdes, en sus realizaciones el verde prácticamente no existió; basta ver el resultado de las urbanizaciones periféricas de cualquiera de nuestras ciudades (FIG. 4).

Esto a pesar de que a su iniciador, el arquitecto francés Le Corbusier, se le atribuyan expresiones como la siguiente:

«Hoy es vital para el hombre reencontrar la doble amistad perdida del azul del cielo y el verde del árbol.»



FIG. 4. Grupo de viviendas en la periferia de la ciudad de Tenerife

Fuente: Autor.

y de que la Carta de Atenas, propusiera entre uno de sus cuatro fines, para la ciudad, el *recrearse*. Sin embargo, lo que en realidad se estaba consagrando era un tipo de ciudad vertical con zonas verdes, una revolución en el concepto que se tenía hasta entonces de ciudad.

«Lo que se proponía era un planteamiento racionalista de la ciudad, que equivalía a sumergir ésta en el campo y disponer de una serie de zonas verdes; en realidad se llegaría a un concepto deshumanizado de la convivencia, ya que desaparecería el entorno urbano. Se olvidaba que el hombre no es sólo un ser que vive en edificios, sino que necesita un entorno, unos espacios convivenciales. La calle no era sólo un sitio por donde pasaban los vehículos o la gente para trasladarse de un lugar a otro, sino donde se convivía realmente.» (NIEMEYER, 1985)

Desde hace años este modelo ha entrado en crisis y ha sido esta crisis profunda de la ciudad, del urbanismo actual, con sus extraordinarios cotas de degradación, quienes nos ha obligado a pensar en el valor que tienen los elementos naturales presentes en las áreas urbanas. En los últimos años, al no encontrarlo en la ciudad, miles de personas se han lanzado a explorar los hábitats y espacios naturales del entorno inmediato.

¿Cómo ha podido ocurrir esto?, porque nada hay más adaptable que el hombre:

«Los seres vivos están continuamente adaptándose al ambiente físico que los rodea. Dependen de él inmediatamente. De este hecho habría que sacar un argumento más en pro de la modificación sustancial del actual «hábitat»

humano, que resulta fuertemente negativo y antinatural; en caso contrario, cabría esperar una adaptación imprevisible de la especie al ambiente hostil.»

«La huella de la naturaleza sobre el hombre es la del sosiego; en este orden de ideas, llevar a la ciudad, donde está más ausente, la equilibrada unidad de la Naturaleza viva, puede ser uno de los difíciles y hondos objetivos de la planificación, superando el desorden y la incoherencia de los núcleos vegetales que existen o se crean dentro y alrededor de la ciudad.» (LÓPEZ LILLO & *al.*, 1969)

Hemos hablado de sosiego, este es un punto crucial de la vegetación frente a su enemigo en la lucha por el espacio, el vehículo privado... vale la pena recordar, a este propósito unas frases recogidas de la presentación de un libro:

«Aunque ya ni se diga, los árboles fueron hechos antes que los hombres...

Aunque es verdad que se pensó, la razón por la que fueron hechos antes no fue para que los hombres tuvieran sustento... que lo tuvieron. Ni fue, aunque se dice, para hacerlos más fuertes...

Ni para que respiraran mejor...

Realmente hubo una razón, el hombre necesitaba que le hablaran de paz, que le dieran ejemplo de paz. Lo necesitó desde el primer día de la creación... y aún hoy sigue necesiéndolo.

El árbol le habló de paz al hombre...

Serio, estable, generoso, flexible, vigilante, desnudo, callado (a veces rumoroso), fecundo hasta que desaparece... el árbol nació para interpretar este mensaje de amor. Y todavía no se ha encontrado mejor interprete.» (NIETO, 1991)

La vegetación en la ciudad, no sólo tiene una función ornamental (que la tiene), sino que tiene un papel regulador de la agresión ambiental: retiene las aguas atmosféricas, contribuye a la evapotranspiración, constituye un filtro contra la contaminación y representa un excelente regulador del intercambio de aire, calor y humedad con el entorno urbano; habría que hablar también del papel perceptual-paisajístico; desde antiguo se ha hablado de la necesidad psicológica del habitante de la ciudad por acercarse a la naturaleza, siendo conocidos

los efectos terapéuticos: disminución de la tensión, de la fatiga y tantos otros aspectos que la OMS, y otros muchos autores han destacado (FIGS. 5 y 6).



FIG. 5. Central Park, Nueva York

Fuente: Autor.



FIG. 6. Parque de Joan Miró, Barcelona

Fuente: Autor.

Hoy más que nunca está claro el insustituible papel ecológico del verde urbano frente a la simple proliferación de espacios abiertos (plazas pavimentadas, grandes avenidas), que esponjan la trama urbana pero no cubren las necesidades citadas.

El árbol empieza a ser una pieza insustituible del entramado de la ciudad y con una función capital en el espacio urbano:

«El árbol, considerado “arquetipo de la naturaleza”, se ha hecho insustituible en las calles urbanas, como único elemento vivo en el desierto de asfalto y hormigón. El árbol es el “otro” ser vivo que está en nuestro espacio experimentado; su espacio y el nuestro coinciden y se confunden.» (LÓPEZ LILLO & *al.*, 1969)

Es un hecho que las legislaciones hablan de dotaciones necesarias y las

recomendaciones internacionales amplían esos estándares. El libro del Medio Ambiente Urbano es contundente con los planes verdes y la crítica a los sistemas de planeamiento actuales que favorecen el uso y abuso del vehículo privado como única alternativa a las demandas individuales de movilidad.

En definitiva, el sistema de espacios verdes en ciudad y su planificación interaccionan con el sistema de microclima urbano y con aspectos psicológicos ambientales, de gran importancia para el habitante de la ciudad, como es el medio ambiente urbano, el confort y, en definitiva, la calidad de vida que pueden llegar a tener los ciudadanos.

La infraestructura verde de las ciudades, podríamos concluir, es la única que da respuesta a ciertas necesidades de convivencia, agrupación y socialización de distintos grupos humanos que habitan las urbes, cumpliendo, por tanto, una importante función social que llega a ser de interés incluso en la reafirmación de la integridad de la persona en cuanto facilita su unión con el pasado (jardines de origen histórico, acompañamiento verde en zonas monumentales) o lo que es lo mismo, facilita la ubicación de la persona en un orden cultural, pero también en un orden natural gracias a la conexión de la sucesión temporal de los aspectos biológicos (paso de las estaciones, temperaturas, longitudes del período diario de luz) con estos espacios vivos. Los usuarios de parques y jardines, y más concretamente los niños, ancianos y otros elementos de la población inactiva, encuentran en las zonas verdes la satisfacción de una demandas concretas que tienen que ver sobre todo con lo lúdico y el descanso, beneficiándose, al mismo tiempo, de todo el resto de efectos favorables que otorgan estos espacios. Otros grupos de la población se sirven de los espacios verdes d distinta manera, más dinámica como es el paseo, la práctica de deportes, la lectura, la tertulia, etc. (BALLESTER, 2003).

3. CIUDAD Y ZONAS VERDES: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

3.1. Pasado de la jardinería urbana

Más que una historia de la jardinería, vamos a considerar la impronta que ésta ha

sufrido desde que está ligada al urbanismo. Desde finales del siglo XVIII, y hasta la primera guerra mundial entrado ya el siglo XX, se produce un cambio espectacular en la historia del hombre y de la civilización.

Efectivamente, hacia 1850 nace la ciencia urbanística como necesidad de resolver, fundamentalmente, dos problemas: la higiene de la ciudad y la especulación del suelo. Esta revolución urbana habría de ejercer su influencia sobre el planteamiento de los jardines y parques en cuanto a su composición y a sus funciones.

La presión de la población despertará el sentimiento de necesidad de espacios verdes, que sirvan de base para el reposo y expansión de los ciudadanos. Al mismo tiempo, esta necesidad de espacios libres coincide con la disminución de los jardines privados, iniciada a finales del siglo XVIII, como consecuencia de la dispersión de las grandes fortunas, originada en las revoluciones y guerras desarrolladas en esa época.

Puede decirse, por tanto, que a lo largo de ese siglo se va imponiendo la función pública de los grandes parques como elemento favorecedor de la higiene y el saneamiento, disminuidos a consecuencia de la densificación de las ciudades.



FIG. 7. Central Park, Nueva York

Fuente: Autor.

Es el momento en que se crean los grandes parques como: Hyde Park y Regent's Park, en Londres; el Bois de Boulogne y el Bois de Vincennes, en París; también es la época de Central Park, de Nueva York; en España el más representativo de este siglo es un nuevo parque madrileño, denominado en su origen como Jardín del Buen Retiro.

Ya en el siglo actual, el asentamiento de esta primera etapa de la civilización industrial produce, de forma indirecta, un fenómeno secundario que habrá de adquirir en el transcurso del siglo XX preponderancia insospechada. Nos referimos al éxodo de los habitantes del campo hacia la ciudad, atraídos por una falsa imagen del bienestar que se puede conseguir en esta, por el abanico de posibilidades que ofrece la nueva era industrial.

Esta situación de explosión de la nueva situación urbana ha inducido una rectificación general en el planteamiento de las funciones a desarrollar por los espacios libres. Los parques y jardines del siglo XX varían su escala funcional al incrementarse de forma radical todo el contexto de la ciudad.

Sin embargo, y esto es importante, los parques y jardines de las nuevas concepciones compositivas de la ciudad no pueden analizarse como elementos independientes, ya que su consideración debe tener en cuenta no sólo el cambio producido en la escala urbana, sino también el carácter de aquellas que consideran la ciudad como un conjunto de elementos, sistemas y funciones entrelazados. «En este marco concreto es donde debe contemplarse la evolución de los espacios libres como uno de los sistemas que conforman la ciudad» (RODRÍGUEZ AVIAL, 1982).

3.2. Presente de los espacios verdes en la ciudad

Al iniciarse el segundo cuarto de siglo se van a realizar los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna. El IV de estos congresos, celebrado en Atenas en 1933, resultaría de una importancia decisiva para el urbanismo posterior. En 1943 se publicarían sus conclusiones, con el nombre de Carta de Atenas, que van a constituir la base de operaciones del urbanismo «funcionalista» que ha llegado a nuestros días.

La necesidad de los espacios verdes quedaría consagrada en sus postulados al plantearse el «recrearse» como una de las funciones vitales de todo núcleo urbano. Aunque, como ya hemos dicho anteriormente, lo que se proponía era un planteamiento racionalista de la ciudad, que equivalía a sumergir esta en el campo y disponer de una serie de zonas verdes; en realidad se llegaría a un concepto deshumanizado de la convivencia, ya que desaparecería el entorno urbano. Se olvidaba que el hombre no es sólo un ser que vive en edificios, sino que necesita un entorno, unos espacios convivenciales. La calle no era sólo un sitio por donde pasaban los vehículos o la gente para trasladarse de un lugar a otro, sino donde convivía realmente.

Desde hace unos años este modelo ha entrado en crisis. La especialización funcional de los usos del suelo urbano que predica, como ideal, la Carta de Atenas, proyecta sobre el espacio de las ciudades una excesiva y rígida fragmentación, una cerrada compartimentación estanca, que aísla a los espacios intraurbanos entre sí debido a su propia unidimensionalidad económica y social.

«Desde la Carta de Atenas se han propuesto innumerables opciones, pero todas ellas comienzan a ser vehementemente impugnadas. Requieren soluciones más sólidas, más humanas, gracias a las cuales pueden volver a existir calles para peatones con sus sectores debidamente integrados y sin que se creen grandes zonas desiertas y abandonadas fuera de las horas de trabajo. Los especialistas en urbanismo estudian atenta y apasionadamente el problema de las grandes ciudades y surgen las críticas: se habla de contaminación, del poder inmobiliario, de la bárbara densidad de la población, de las distancias entre el hogar y el lugar de trabajo, etc.» (NIEMEYER, 1985).

Al mismo tiempo, todas estas contradicciones se agudizan y se intensifican por obra y gracia de unos sistemas de planeamiento urbanístico que favorecen el uso y abuso del vehículo privado como única alternativa a las demandas individuales de movilidad. En realidad se produce un mero traslado físico de los problemas que ellos generan, desde el centro de la ciudad hacia al periferia urbana, con procesos crecientes de

colonización periurbana, suburbana o rururbana, que comportan siempre graves agresiones ecológicas al medio rural que bordea las ciudades (CLEMENTE, 1991).

La experiencia de los últimos años, en materia de jardinería y paisaje urbanos están muy ligados a esta crisis de la ciudad, motivada en gran medida por los desaciertos urbanísticos y la falta de sensibilidad y respeto por la naturaleza (FIG. 8).



FIG. 8. Parque de María Luisa, Sevilla

Fuente: Autor.

Uno de los mayores fallos del planeamiento urbano hasta ahora, al menos en España, y en lo que se refiere al sistema de espacios libres y áreas verdes, es que en general se han tratado los jardines y ordenado o dispuesto nuevas zonas verdes para la ciudad, pero ha faltado siempre una visión amplia y una voluntad de integrar la naturaleza en la ciudad, evitando la polarización y la noción de ghetto para espacios verdes.

Se ha olvidado, con frecuencia, que el árbol es el primer y gran protagonista del verde en la ciudad, y con mucha mayor razón en nuestras ciudades cálidas. «La relación del árbol (y los espacios verdes por extensión) con la mejora del medio ambiente es estrecha

y aparece con inmediatez. Las nociones de confort y de calidad de vida van ligadas a la de bienestar que proporciona la vegetación urbana, moderando todas aquellas componentes agresivas (contaminación, ruidos, exceso de radiación) y compensando la aridez, el consumo de CO₂ y hasta la frialdad estética de las construcciones, basadas en lo mineral» (SUKOPP, 1990).

Sin embargo, en todo este proceso la jardinería urbana ha sufrido un desarrollo hasta niveles que ya nada tienen que ver con los jardines de esparcimiento cortesano (FIG. 9) y que, realmente, constituye una revisión del espacio público. No se trata de un nuevo estilo de jardinería pero sí se puede decir que se intenta un nuevo concepto de su utilización.



FIG. 9. Vila il Bosco di Fonte Lucente, Fiesole (Italia)

Fuente: Autor.

Realmente lo que se está llegando es a una revisión del uso de las áreas libres, delineándose unos espacios funcionalmente específicos para el descanso, el juego, el paseo o la tertulia.

En algunos casos se ha derivado a conceptos muy sofisticados, casi tecnológicos, del espacio ajardinado, con efectos exóticos y variedad de medios, pero donde el verde resulta algo marginal, complemento estético o, incluso, psicológico (acercarnos o recordarnos la naturaleza) (FIG. 10). Sin embargo, el verde urbano no solo tiene una misión ornamental o testimonial sino que, la propia legislación lo considera un elemento estructurante de la ciudad, y esto sugiere otras formas de presencia muy distintas.

Cualitativamente, por otra parte, destaca en los últimos años el interés por reproducir los modelos del paisajismo inglés; el auge por el césped está invadiendo totalmente las



FIG. 10. Praderas de césped en Madrid, M-30

Fuente: Autor

ciudades del área mediterránea, que poseen una climatología poco favorable para su buen desarrollo, e incluso para la supervivencia en épocas de sequía (FIG. 11).

Para muchos autores resultaría más razonable seguir los diseños del jardín mediterráneo, marcado por la tradición romana, árabe e incluso conventual; sin explanada de césped, sin coníferas de gran porte, con empleo de plantas vivaces, de flor y arbustos; especies que se caracterizan por sus rusticidad, su adaptabilidad a toda clase de terrenos y por la economía de su cultivo, mantenimiento y exigencias hídricas.



FIG. 11. Jardines en Kyoto, Japón

Fuente: PLUMIER, George (1994), *The Water Garden*.

3.3. El futuro de las áreas verdes urbanas

Aún es poco conocido el documento que la Comisión de la UE hizo público (COM, 1990), de gran trascendencia, sobre el medio ambiente urbano, que supone una crítica viva y contundente al urbanismo actual, una visión certera de los problemas de la ciudad moderna y donde se realizan una serie de sugerencias de un enorme interés.

Precisamente, sobre los temas ecológicos del medio urbano se dice: «la Comisión debería plantearse la posibilidad de lanzar un programa de Proyectos Piloto, repartidos por toda la Comunidad, para demostrar los beneficios de los planes verdes», y a continuación afirma: «debería animarse a las autoridades municipales a revisar la cantidad de espacios libres de que disponen, y a ampliarla cuando exista la oportunidad».

En efecto, las breves consideraciones que hemos hecho, sobre el «presente» de las zonas verdes en la ciudad, invitan a repensar las dotaciones que son necesarias, teniendo en cuenta el papel tan importante que, desde el punto de vista ecológico, van a ejercer.

La Organización Mundial de la Salud, hace ya tiempo, recomendó para las ciudades la cifra de 9 m²/hab. Aunque la CEE, en algunos documentos, ha señalado la conveniencia de alcanzar estándares de 10 a 20 m²/hab.

En nuestro país la media de las ciudades más importantes es de 4,5 m²/hab, ello a pesar de que la Ley del Suelo es muy explícita en este contexto y especifica la necesidad de que los Planes Generales de Ordenación Urbana reserven una dotación mínima de espacios verdes de 5 m²/hab, a lo que hay que añadir los 18 m²/vivienda o por 100 m² de edificación residencial, que se establece en los Planes Parciales que determinan el Plan General.

Independientemente de razones de tipo administrativo, el primer factor que imposibilita alcanzar cotas tan altas de espacios verdes es el vehículo privado, su principal competidor en la lucha por el espacio libre.

Afortunadamente, ya se levantan voces, aunque tímidas, apoyando líneas de investigación para limitar el uso del automóvil en las ciudades; en la actualidad se realiza un estudio que se llama «ciudad sin coches» y es exactamente la prefiguración de una ciudad europea que funcione sin transporte privado. Este estudio demuestra que esa hipótesis no solamente es factible, sino que este tipo de ciudad costaría entre dos y cinco veces menos que el modelo actual.

Se ha propuesto Amsterdam como ciudad guía de este proyecto. En ella se ha llevado a cabo un referéndum en el que el 53% de los

ciudadanos se ha expresado a favor del cierre total del centro histórico a los automóviles particulares, incluidos los de los residentes, y es de Amsterdam de donde partirá la iniciativa del «Club de las ciudades sin coches» al que la Comisión de las Comunidades Europeas prestará su apoyo (VAN MIERT, 1992).

Por su parte, el Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano resalta que el tiempo de ocio ha aumentado de forma generalizada, y con ello los ciudadanos han ido adquiriendo una mayor conciencia del valor y la importancia de los espacios abiertos en la ciudad o en sus proximidades.

La Comisión de las Comunidades invita, como posible solución, a la realización de posibles Planes Verdes, que se entienden como documentos urbanísticos, Planes Especiales que la legislación española reconoce para determinados supuestos (protección del paisaje, conservación del patrimonio histórico, del medio rural, mejora de jardines, protección del medio físico, desarrollo del sistema de espacios libres) que han de desarrollar los Planes Generales de Ordenación.

Un Plan Verde tiene un objetivo fundamental que es el bienestar de los ciudadanos, para lo que realiza una propuesta múltiple de ordenación del sistema de espacios libres y zonas verdes, y formula una protección y mejora del paisaje, la naturaleza y el medio físico. Una especie de tecnología blanda para la ciudad (SALVADOR, 2003).

Sin embargo, hemos de tener en cuenta que la evolución tecnológica ha transformado profundamente la fisonomía de nuestras ciudades y ha llevado a dejar los antiguos espacios libres cada vez más artificializados.

Frente a la transformación del entorno urbano que acompaña las evoluciones de la vida de trabajo y de la vida doméstica, las aspiraciones de los ciudadanos, en materia de parques y jardines públicos, son muy exigentes y se hacen cada vez mayores.

Lugares de relajación, de paseo, de juegos, de espectáculo, de contacto con la naturaleza, de memoria también de la vegetación autóctona; los parques y jardines públicos deben, en los albores del siglo XXI, adaptarse a la evolución de las prácticas y modos de vida de sus usuarios así como a las obligaciones de la gestión contemporáneas.

Los japoneses tienen una fórmula para evocar el futuro de las ciudades; las amenidades urbanas (FIG. 12). Es decir, todo lo que contribuye a hacer la ciudad más armoniosa, más confortable y más amena. «Poner en práctica esta idea supone compatibilizar la cantidad con la calidad, y esta engloba desde la concepción inicial hasta las renovaciones periódicas necesarias; los suelos y su fundamento, los vegetales, el agua, las circulaciones, los diversos materiales y equipamientos, pero también el arte de los proyectistas para crear paisajes interesantes, agradables y variados» (BERAUD, 1989).



FIG. 12. Zona del Jardín del Turia, Valencia

Fuente: Autor.

Pero sobre todo, es necesario que las zonas verdes futuras, a pequeña o gran escala, tengan una correcta animación para crear una dinámica favorable a la sensibilidad. En efecto, diversificar las actividades permite presentar los múltiples aspectos que puede presentar la naturaleza de un jardín, sus distintas vistas; lo que conduce a definir



FIG. 13. Juegos y amenidades en un jardín en Japón

Fuente: PLUMIER (1994).

diferentes centros de interés según los lugares, para responder mejor a las sensibilidades de cada uno (FIG. 13).

El jardín es también un lugar de aprendizaje y debe ofrecer, porque ha sido concebido para ello, numerosas posibilidades pedagógicas; puede convertirse en el punto de partida de múltiples actividades, ejercidas en lugares apropiados y apoyadas en equipamientos específicos destinados a públicos diversos.

4. PLANEAMIENTO, CONFORT Y MEDIO AMBIENTE URBANO

4.1. La ciudad y su entorno

Desde los años cuarenta se viene hablando de la Ecología Urbana, aunque esos primeros intentos para definir la peculiar estructura de la ciudad no tuvieron una inspiración ambiental; tendría que pasar algún tiempo para que se depurara el concepto ambientalista, de la ciudad como ecosistema.

Hoy este concepto nace de la necesidad de definir las razones por las cuales las condiciones para la vida son distintas en una ciudad que en su entorno geográfico. En efecto, existe la evidencia de que la ciudad se encuentra sobre un entorno físico (biotopo), intensamente transformado por el hombre del que se distingue por una serie de condicionantes de tipo natural (OKE, 1980) (FIG. 14).

En definitiva, el ecosistema urbano exige la sustitución de un hábitat natural (normalmente poco confortable), por otro más adecuado a las exigencias técnicas, culturales y económicas del hombre actual; lo artificial ha excedido la capacidad biológica del habitante que vuelve a reclamar y necesitar de mayor equilibrio con aquellos elementos; como el agua, aire, espacio y naturaleza, que son en la ciudad recursos ambientales que contribuyen, según su utilización a hacer más o menos confortable la vida del ciudadano.

Evidentemente, las zonas verdes cumplen funciones de gran interés ciudadano, como son: ornamental y recreativa y perceptual-paisajística; pero otras están en relación con el bienestar de los ciudadanos (SUKOPP & al., 1982) y mejoran las condiciones climáticas, al actuar como refrigeradores o reguladores del

intercambio de aire y temperatura. También juegan un papel muy importante en el control o reducción de la contaminación acústica y en la alteración de la composición de la atmósfera urbana.

FIG. 14. Diferencias:ciudad-entorno

Elemento	Características	Comparación con el entorno rural
Radiación	Global	2-10% menor
	Ultravioleta, invierno	30% menor
	Ultravioleta, verano	5% menor
	Duración día-luz	5-15% menor
Temperatura	Media anual	0,5-1 °C mayor
	Días de sol	1-2 °C mayor
	Mayor diferencia noche	10 °C mayor
Velocidad viento	Media anual	20-30% menor
	Sin viento	5-20% menor
Humedad relativa	Invierno	2% menor
	Verano	8-10% menor
Precipitaciones	Total	5-10% mayor
Nubosidad	Cielo cubierto	5-10% mayor
	Niebla en invierno	100% mayor
	Niebla en verano	30% mayor
Contaminación	Núcleos de condensación	10-100 mayor
	Mezclas gaseosas	10-50 mayor

Fuente: LANDSBERG (1981).

4.2. Confort climático de la ciudad

La ciudad es el paisaje humanizado más espectacular. En ella, la acción del hombre alcanza la máxima intensidad, incluso en aspectos no visibles, como la composición del aire y los elementos del clima (temperatura, lluvia, vientos) de gran repercusión ecológica, ya que afectan de forma inmediata a todos los habitantes.

Ahora es importante establecer una relación entre hombre-medio que atenúe por lo menos, los graves errores del presente; en tal sentido, es evidente la importancia extraordinaria que tiene la alteración del clima en las ciudades, especialmente en las mayores de 100.000 habitantes, que albergan a más de un quinto de la humanidad. No es de extrañar el auge de todas las disciplinas que se ocupan de la ciudad y es indiscutible que la climatología de esa aglomeración no puede quedar al margen.

La ciudad es el ejemplo más representativo de las modificaciones que el hombre es capaz

de introducir en el medio. La ciudad representa la forma más radical de transformación del paisaje natural, pues su impacto no se limita a cambiar la morfología del terreno, nuevas construcciones, otro plano y disposición del territorio, ni tampoco la aglomeración humana o mecánica que determina, sino que todo ello modifica las mismas condiciones climáticas y ambientales, elevando la temperatura y afectando al régimen de precipitaciones y de vientos.

Este hecho es conocido ya desde hace tiempo y ha originado diversos estudios (LANDSBERG, 1981; LÓPEZ GÓMEZ, 1985), etc., que permiten hablar de una climatología urbana a caballo entre el clima físico y el ambiente antrópico. La absorción de calor por la masa de la edificaciones durante el día y su lenta irradiación durante la noche determina que se forme una «isla de calor», rodeada por un medio rural más fresco.

A ello contribuyen también, secundariamente, los emisores térmicos locales: vehículos, calefacciones, etc. En las noches de calma las diferencias con el campo próximo pueden llegar hasta los 10 °C, con todos los efectos que ello supone sobre todos los demás elementos meteorológicos y la vida y la actividad de los habitantes de la ciudad.

Esta diferencia entre el medio ambiente urbano y el periurbano radica en la absoluta diferencia que existe en la estructura de sus superficies. En términos cuantitativos, el paisaje natural o agrícola se caracteriza por la vegetación y un suelo más o menos compactado y permeable; sin embargo, el área urbana posee unas superficies altamente compactas e impermeables.

Contrariamente a lo que ocurre en los bosques o en el campo, donde hasta el 60-70% de la radiación recibida se captura y se aprovecha en la evapotranspiración, en la ciudad, los edificios y el asfalto pueden irradiar hasta el 90% de la energía calorífica que reciben, y lo hacen como radiación calorífica (infrarrojos).

Junto a las temperaturas, también se modifica la dirección y la intensidad del viento, que se adapta a la disposición del plano. Aumenta la lluvia por la existencia de más núcleos de condensación, aunque la mayor temperatura puede, en ocasiones, ejercer el efecto contrario y por ello disminuyen las nevadas (LÓPEZ GÓMEZ, 1985). Es decir, la ciudad tiene unas

condiciones de confort diferentes a las del área regional en la que se encuentra a causa, precisamente, de la acción del hombre sobre el medio respectivo.

En principio, ello no tiene nada de particular en cuanto que edificios y viviendas tienen por finalidad esencial crear un área de bienestar suficiente para mejorar la habitabilidad humana. Pero las modificaciones ambientales de la ciudad van más allá y afectan también a calles, plazas y jardines aunque, en principio, no se buscara este efecto. ¿Hasta qué punto, por tanto, la ciudad sus barrios y su estructura crean un ambiente de mayor o menor confort, y cómo puede relacionarse este hecho con las restantes variables urbanas? Estas interrogantes hay que contestarlas, analizando previamente el concepto de confort. Normalmente, el término confort, o confortable, hace referencia a un estado de bienestar climático o térmico, sin excluir otras condiciones de satisfacción material. Esta es la noción más primitiva e intuitiva que se tiene del confort. Ese estado del bienestar es consecuencia de un cierto equilibrio entre el hombre y su medio, entre sus condiciones fisiológicas y las ambientales, y como expresión de tal equilibrio es un tema susceptible de variadas perspectivas y permanente interés. Por eso ha sido buscado siempre, constituyendo uno de los factores de la actividad humana.

En esta búsqueda el hombre depende de las condiciones del medio, más o menos favorables, para poder satisfacer sus necesidades, pues su sensibilidad ante el tiempo y sus reacciones ante las condiciones ambientales marcan, en gran medida, su comportamiento individual y colectivo.

Desde siempre, los escritores más antiguos han ligado las condiciones climáticas al bienestar y la salud de los hombres, y, a lo largo de la historia, las distintas visiones y teorías sobre estas incidencias no han hecho sino formular hipótesis, más o menos elaboradas, intentando explicar la evolución, o justificar el desarrollo, de las distintas civilizaciones.

Así, por ejemplo, la civilización europea nace en zonas más cálidas y con menos contrastes térmicos, donde es posible un mayor confort al aire libre; desde allí, una

vez desarrollada y cuando es capaz de alcanzar un confort artificial, emigra hacia el norte buscando, precisamente, el contraste necesario para evitar lo que algunos autores han llamado el «hastío térmico» que la excesiva benignidad climática producía. Por eso Huntington concede una especial importancia a la alternancia de tipos de tiempo debido al paso de borrascas del frente polar (LANSBERG, 1981).

Posteriormente, se han desarrollado estudios sobre al confortabilidad humana con una óptica moderna, más posibilista, en la que el medio condiciona, pero rara vez determina. De todos ellos fue Max Sorre uno de los geógrafos que primero abordó, con mayor precisión, el tema del confort climático, como un fundamento esencial de la geografía humana. Y lo que aquí más nos interesa, fue también el primero que lo relacionó con el microclima de las ciudades y con las modificaciones debidas al hombre.

De forma paralela, la preocupación ambiental, la búsqueda de confort, bienestar y calidad de vida, la influencia de esos factores en el comportamiento social e individual del hombre, se convirtieron en temas de interés de diversas disciplinas.

La sociología fue una de las primeras que mostró gran atención por los aspectos ambientales del comportamiento humano, especialmente en el medio urbano, evidenciando la existencia de determinadas «patologías», claramente relacionadas con factores de marginación o con diversos patrones ambientales.

Asimismo, resultó de extraordinario valor la aportación de la psicología ambiental, y, por supuesto, la geografía volvió a considerar el confort como elemento propio en cuanto factor del comportamiento humano y no sólo como consecuencia del clima (SORRE, 1951).

4.3. Evaluación del confort en las ciudades: índices de confort

En definitiva, el confort es un hecho puramente humano y un elemento subjetivo, aunque pretende objetivarse por distintos procedimientos y mediciones. Ya no se trata tan sólo de saber el calor o el frío que hace, sino el que «se tiene», o el que cada persona

experimenta y cómo reacciona ante él, y en ello intervienen no sólo las características ambientales, sino también otra serie de factores humanos, sociales o puramente perceptivos.

Sin embargo, el problema sigue siendo cómo medir ese confort, que ya podríamos considerar como el punto de equilibrio térmico entre el hombre y su medio. El hombre mantiene una estabilidad térmica que es una de sus constantes vitales, mientras que el medio es inestable y cambiante y se define por unas variables climáticas. La inserción del primero en el segundo exige de aquel un esfuerzo permanente por lograr un equilibrio homeostático.

El primero de esos parámetros, las constantes vitales, están bien definidas por la temperatura biológica del cuerpo humano (36,5-37 °C), que es la referencia para establecer el equilibrio del confort humano. Pero las variables ambientales, resultan más problemáticas, ya que, en la práctica, todas ellas actúan conjuntamente sobre el organismo, modificando cada una los efectos de las otras, y no independientemente como reflejan las mediciones más usuales.

Por ello es necesario un índice que funda en un solo parámetro la acción resultante de cuatro factores que son los que más inciden en la sensación de confort: temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento y radiación, o al menos algunos de ellos. Sobre todo son los dos primeros los que, más actúan sobre el confort o disconfort del hombre; además de que su exceso, o defecto, generan evidentes desequilibrios orgánicos, como insolación, congelación, inflamaciones de diverso tipo, etc.

Los índices empleados han sido desde los más antiguos (ID), el de «temperatura de bulbo húmedo radiante» (WBGT), pasando por algunos gráficos como el de Terjung, o la Carta Bioclimática de Olgay, hasta otros más recientes, como el «poder de enfriamiento» de Vinje (PE). De todos ellos, se han seleccionado, por su mejor capacidad de respuesta, los tres que se insertan en la FIG. 15.

Esta selección se ha realizado en base a la comparación, de la aplicación de cada índice con la caracterización bioclimática de la ciudad de Valencia que previamente poseíamos.

$$ID = 0,4(T_s + T_H) + 4,8 \quad (1)$$

$$PE = 0,57 \times V^{0,42} \times (36,5 - T_G) \times 36 \quad (2)$$

$$WBGT = 0,7T_H + 0,2T_G + 0,1T_s \quad (3)$$

Siendo:

T_s = Temperatura de bulbo seco (°C).

T_H = Temperatura de bulbo húmedo (°C).

T_G = Temperatura de bulbo negro (°C).

V = Velocidad del viento ($m \cdot s^{-1}$).

FIG. 15. Rangos deducidos para cada índice de confort. Sólo el PE es propuesto por el autor

También el viento, su velocidad y naturaleza tienen una directa incidencia sobre la salud y el bienestar humano. Está empíricamente comprobado el poder refrigerante que viento y humedad generan sobre las temperaturas, tanto por efecto físico-térmico, variando su valor real, como fisiológico-perceptivo, provocando una sensación térmica subjetiva diferente de la real. Así, Brodtke y Liese estudiaron experimentalmente el efecto refrigerante del viento sobre el cuerpo humano, a distintas velocidades y con diferentes temperatura ambiente, demostrando que es especialmente perceptible a más de 0,3 m/seg. Del mismo modo, Neuroth observó cómo la humedad relativa, con valores superiores al 70%, aumenta la temperatura efectiva de la piel, sobre todo si la temperatura ambiente es elevada (LANSBERG, 1981).

El tema del confort térmico en la ciudad se plantea como una variable más del medio ambiente urbano, articulándose en una red específica de relaciones, en una simbiosis entre componente naturales y artificiales.

Conviene tener en cuenta también, que el medio urbano es un sistema completamente inestable debido al carácter exógeno de sus procesos básicos, cuyos mecanismos responden más a una óptica de crecimiento que de equilibrio. Éste ha de mantenerse mediante continuas intervenciones humanas de muy diverso tipo, lo que no consigue evitar que frecuentemente se desencadenen efectos no buscados, e incluso no deseados, que generan un amplio repertorio de «patologías urbanas». Es decir, el medio ambiente urbano y el confort o disconfort que le son propios, no tienen cabida, sino en relación con la sociedad que los crea y habita.

En este sentido puede hablarse de estudios que han pretendido relacionar los

índices que se deducen de los cálculos técnicos con la opinión que la gente proporciona de su estado de bienestar, lo que generalmente se resuelve mediante encuestas (KWI-GON, 1989).

Al mismo tiempo vemos que el hecho de la existencia de una ciudad, comporta la aparición de unas situaciones molestas y nocivas para el habitante de la urbe, lo que puede paliarse, en buena parte, por la existencia de vegetación; al actuar esta como regulador de algunos parámetros medioambientales, es decir al influir en parámetros que mejoran el grado de bienestar del hombre en la ciudad.

Pero, en efecto, la formulación estrictamente numérica del desconfort por índices, es algo fría, y se necesita profundizar más en el análisis de regresión entre estos índices y los espacios verdes urbanos. Por ello, siguiendo los criterios de autores que han formulado alguno de estos índices en función de otros parámetros mediambientales (SALVADOR, 1987) (FIG. 16) (KWI-GOM, 1989), intentaremos ligarlos a las zonas verdes, con objeto de averiguar la incidencia de estas en el microclima urbano y, por tanto, en el confort humano.

$$ID \text{ (verano)} = (-6,66E-7 \times \text{Espacios verdes}) + 32,9$$

$$R^2 = 0,3522$$

$$ID \text{ (invierno)} = (-9,45E-7 \times \text{Espacios verdes}) + 14,33$$

$$R^2 = 0,5757$$

FIG. 16. Valores de ID en función de las zonas verdes (SALVADOR, 1987)

Paralelamente, una forma clara de evaluar el confort de los ciudadanos es encuestar a los residentes, en una ciudad, de cómo perciben su confort, y tratar de relacionarlo con los índices antes estudiados, como medidas objetivas y científicas.

Sin embargo, la correlación del resultado de las encuestas y los índices, en algunos casos ha resultado baja, por lo que analizados qué factores del clima cooperan más directamente a la sensación de confort, se ha podido ver que la mayor influencia era la temperatura, el viento y el talante personal (SALVADOR & *al.*, 1987), y éste último sí que estaba presente en los resultados de las encuestas.

A la vista de estos resultados se ve la conveniencia de efectuar estudios de relación entre la temperatura y las áreas verdes, así como relaciones con el uso del espacio, con los que pueda llegarse a resultados o estimaciones para el planeamiento sobre el confort ciudadano.

4.3. Microclima urbano y calidad ambiental: una investigación *in situ*

El sistema de espacios verdes en ciudad y su planificación, interaccionan con el sistema de microclima urbano y con aspectos psicológico ambientales de gran importancia para el habitante de la ciudad, como es el medio ambiente urbano, el confort y, en definitiva la calidad de vida que pueden llegar a tener los ciudadanos.

Son temas que tienen que ver con la calidad de vida y con la misma salud desde el momento que un impacto negativo se traduce, en mayor o menor medida, en un desequilibrio del medio ambiente urbano, en una regresión sucesional, dentro de los términos de la ecología clásica; en definitiva en un alejamiento del «climax». Desde un punto de vista sanitario, cualquier regresión de este tipo significa un fuente potencial de peligros, pues abre la posibilidad de que puedan proliferar especies indeseables (entre ellas patógenas y parásitas) que durante la etapa climática estaban reguladas por mecanismos homeostáticos de depredación y competencia.

Es evidente que la vegetación mejora el clima urbano, pero de lo que se trata es de obtener información directa y resultados propios del comportamiento, en una ciudad concreta, de la vegetación, sobre la micrometeorología de esa ciudad, y de la acción de esta sobre otros procesos humanos y naturales que se intercomunican (isla de calor humano, percepción, equilibrio psicosomático). Por ello, la planificación verde, con su búsqueda de la satisfacción de déficit y carencias de espacios verdes y libres, puede favorecer altamente mejoras de carácter higienista y ambiental, un mejor equilibrio suelo-clima-vegetación y un alto grado de confort climático, salud y bienestar.

En el caso de la ciudad de Valencia, se pretendía dar un paso más en cuanto a

intentar parametrizar ese papel regulador de las zonas verdes sobre el microclima, pensando que este conocimiento redundará, evidentemente, en una mejor posibilidad de planificación de estas zonas y de la ciudad.

El estudio se abordó con la intención de cuantificar el efectivo papel del verde urbano en tres campos específicos:

- a) equilibrio clima-suelo-vegetación
- b) ruido ambiental
- c) contaminación atmosférica

Partiendo de un análisis del arbolado presente en la ciudad, se trata de ver el papel que las distintas especies juegan en aspectos tan concretos como retención de la radiación solar directa y retención de la contaminación. La retención de la radiación permitiría que los espacios públicos permanecieran en un rango de temperatura confortable, evitando con medios naturales el calentamiento excesivo de esos espacios públicos; mientras que la retención de contaminación permite conocer la capacidad de retención de las distintas especies de árboles. Se han estudiado las 35 especies más comunes en la ciudad, que suponen más del 90% de las existentes, sobre todo en alineación de calles.

El interés del estudio se ha centrado en investigar cómo se comporta cada especie, en las distintas estaciones del año, y, por tanto, sus posibilidades de actuar como filtro de contaminación y refrigeradores de los espacios públicos; aspectos de tanta importancia en una ciudad mediterránea como Valencia. Concretamente, se podría seleccionar las especies más adecuadas para esta ciudad, con exigencias de sombras en las estaciones cálidas y con abundante contaminación debida al tráfico de vehículos.

Se ha comenzado midiendo el albedo de más de 40 superficies distintas y más características de la ciudad; se han obtenido valores medios estacionales y globales que se han comparado con los referenciados en la bibliografía internacional.

Una vez introducidos en el análisis de la modificación del clima urbano, por la vegetación, se han llevado a cabo mediciones de «islas de calor», realizadas de forma que sea notorio el impacto de la vegetación y se ha comprobado el papel atemperador de esa.

Concretamente, en la FIG. 17, se muestra

el resultado de este estudio, con la presentación de un transepto a través de la ciudad de Valencia, y la vuelta por un recorrido distinto que se hizo coincidir con cuatro medidas en los Jardines de Viveros y el Parque del Turia. El resultado es muy significativo, percibiéndose cómo las medidas realizadas en los parques se atemperan frente a la marcada «isla de calor» del transepto realizado por el interior de la ciudad.

El núcleo central del trabajo apunta a conocer el papel que juega el verde urbano en el confort climático de la ciudad; esto sólo es posible, desde un punto de vista científico, tratando de evaluar una serie de índices de confort y relacionarlos con el verde urbano. Los índices empleados se han extraído de la bibliografía internacional y alguno de ellos ya ha sido empleado en estudios similares, aunque de menor alcance, en nuestro país. La formulación de dichos índices, como ya es conocido en algún caso, se lleva a cabo a partir de variables climáticas fácilmente deducibles, como la temperatura de bulbo negro (ambiente), temperaturas seca y húmeda, humedad relativa, velocidad del viento y radiación directa en un plano horizontal.

La aplicación de estos índices se ha hecho a un total de ocho distritos, los más densamente poblados de la ciudad; elegidos de forma que contengan las posibles variedades y peculiaridades urbanas, periféricas y rurales, del entorno de la ciudad, así como del frente marítimo.

Los resultados de estos índices se han correlacionado con las zonas verdes existentes en cada distrito y con las opiniones vertidas en un estudio de percepción ciudadana, confirmándose algunos de los resultados obtenidos. Se han podido determinar criterios de rangos de confortabilidad en los índices empleados para la ciudad de Valencia y se ha concretado la reformulación de algunos de estos índices, en función de las zonas verdes.

En la FIG. 19 se presenta, a modo de ejemplo, el resultado de la aplicación de los tres índices seleccionados a uno de los distritos estudiados (distrito 10) y para una estación concreta, el verano. Se pueden observar, en esta tabla, las diferencias de valores de estos índices e incluso como el valor absoluto de alguno de ellos, en función

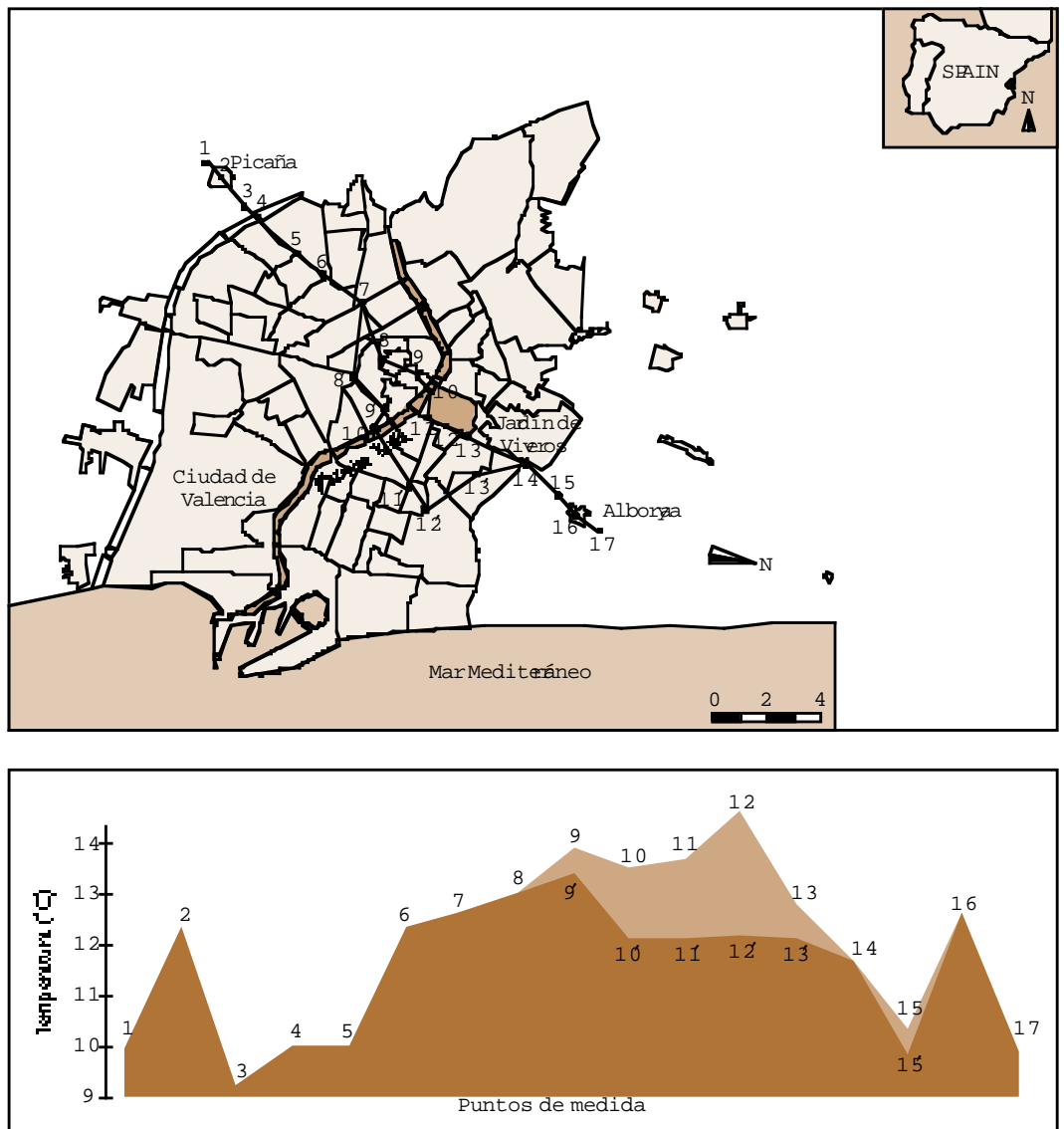


FIG. 17. Comprobación de la isla de calor en la ciudad de Valencia y comportamiento de las zonas verdes

- | | |
|---|--|
| 1. Picaña campos | 10'. Puente de Serranos |
| 2. Picaña Centr | 11. Calle Amadeo de Saboya |
| 3. Torrente autopista | 11'. Llano del Real |
| 4. Turia Nuevo Puente | 12. Avenida Primado Reig |
| 5. Calles Archiduque Carlos -Tres Forques | 12'. Calles Botanico Cavanilles-Jaca |
| 6. Calles Cid Rd.-Pérez Galdós. | 13. Avenida Primado Reig-Calle Emilio Varo |
| 7. Plaza de España | 13'. Calles Dol. Marques-V. Zaragoza |
| 8. Plaza del Ayuntamiento | 14. Calles Emilio Varo-Benimaclet Camino de salida |
| 9. Glorieta | 15. Alboraya Entrada |
| 9'. Manises Square | 16. Alboraya Centro |
| 10. America Square | 17. Alboraya campos |

de los distintos puntos de muestreo (color verde es confortable y color rojo es caluroso).

Para la determinación de estos rangos de confort se han utilizado los propuestos por cada

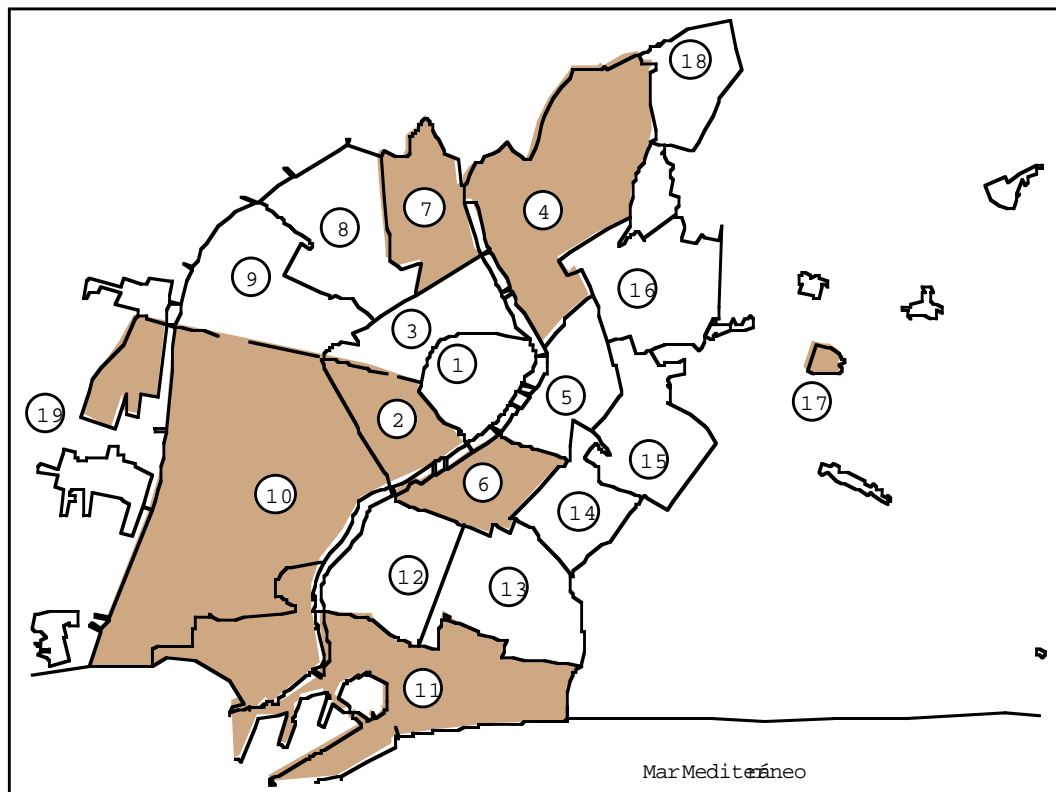


FIG. 18. Distritos estudiados en la ciudad de Valencia

FIG. 19. Valores obtenidos, para los distintos índices, en el mismo distrito

	Puntos de muestreo	Hora	ID	PE	WBGT
Verano-6	Viveros, junto escultura Alfaro	10:30	22,37	5,35	76,48
	Viveros, junto Zoo	10:45	22,34	3,32	76,37
	Viveros, explanada de las palomas	11:00	22,77	5,28	77,96
	Viveros, ermita de San Fiacre	11:15	22,69	2,84	76,86
	Viveros, parque infantil de tráfico	11:30	22,98	4,76	78,63
	Cauce del río Turia y Alameda	12:00	23,49	5,70	78,86
	Cauce del río Turia. Campos de fútbol	12:30	23,70	4,89	79,84
	Calle Artes Gráficas (con arbolado)	13:00	24,02	5,76	78,76
	Calle Doctor Moliner (sin arbolado)	13:15	23,97	4,36	78,71
	Avda. Blasco Ibáñez (acera Facultad de Derecho)	13:30	23,57	5,44	77,81
	Avda. Blasco Ibáñez (acera Confederación)	14:00	23,86	4,74	79,29
	Avda. Blasco Ibáñez (jardin central)	14:15	23,76	5,92	78,45

Fuente: Elaboración propia.

autor del índice y en el caso de que su autor no lo propusiera nosotros lo hemos deducido por regresión lineal de los valores obtenidos y de

acuerdo con los rangos de confort de la Carta Bioclimática de Olgay, para Valencia (estos valores se dan en la FIG. 20).

FIG. 20. Rangos deducidos para cada índice de confort, sólo el PE es propuesto por su autor

Índices	Frío	Confortable	Caliente
ID	<14,16	14,16 a 26,4	>26,4
VINJE (PE)	>10	10 a 5	<5
WBGT	<58,86	58,86 a 88,3	>88,3

Como consecuencia del estudio anterior se han podido contrastar resultados en la confortabilidad que ofrecen los distintos espacios urbanos, quedando patente, por ejemplo, la diferencia de comportamiento de zonas ajardinadas y sin jardín, calles con arbolado y sin arbolado; e incluso midiendo el distinto comportamiento de las orientaciones de las calles y su posible relación con las brisas.

En líneas generales se ha evidenciado cómo la vegetación juega un papel fundamental en el confort urbano, atenuando los rigores climáticos, sobre todo en estaciones cálidas.

En bastantes casos, queda patente que microespacios de gran proximidad presentan valores distintos de rango, simplemente por diferencias en el tipo de cobertura del suelo, este queda patente en la FIG. 21, donde podemos ver que en la misma plaza (Doctor Torrens) en distintos microespacios: la pista de patinaje, el valor es caluroso, mientras que en otro ángulo de la plaza, el suelo es de tierra y se encuentra con una cobertura de árboles que proporcionan sombra a unos bancos, y el valor del índice es confortable.

La investigación, como hemos dicho, intentaba confirmar estos distintos comportamientos de los espacios urbanos, lo que se llegó a concretar y generalizar en



FIG. 21. Plaza del Doctor Torrens: pista de patinaje y árboles (valores de confort entre 5 y 11, inferior a 5 es caluroso y superior es confortable)

Fuente: Vuelo fotogramétrico, Ayuntamiento de Valencia.

todos los distritos estudiados y para una mayor confirmación de los resultados, los espacios se delimitaron en zonas duras y blandas, con los criterios antes descritos.

De esta forma se pudo llegar a la formulación de los índices en función de las zonas verdes, para cada una de estas zonas (FIG. 22). En esta tabla se muestra, para cada estación, la formulación del índice WBGT en función de la cantidad de zona verde y proporción de suelo del distrito o zona de estudio.

FIG. 22. Formulación del Índice WBGT modificado para la ciudad de Valencia

Estación	Zona tipo	
	Dura	Blanda
Primavera	0,1644 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 55,57%	1,1369 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 53,48%
Verano	0,2987 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 54,44%	1,2503 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 54,23%
Otoño	0,9969 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 56,45%	0,9586 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 54,09%
Invierno	0,9499 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 56,74%	0,9121 Am ² verde/1.000 m ² suelo R ² = 54,71%

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se podría, como era el objetivo primario de la investigación, deducir la cantidad de zona verde necesaria, en cada distrito para conseguir un valor confortable del índice en cuestión. Este resultado se pudo obtener para los tres índices estudiados.

Posteriormente, se llegó a reformular cada uno de los índices, mediante regresión lineal, y obtener una formulación concreta y unos rangos precisos para la ciudad de Valencia (FIG. 23).

FIG. 23. Reformulación del índice WBGT para la ciudad de Valencia con los valores de sensación

$WBGT_{\text{Modificado}} = 1,05T_G + 1,65T_H + 0,5T_S$	
Sensación	Valor de $WBGT_{\text{Modificado}}$
Bochornoso	>125
Caluroso	111,5 a 125
Confortable	57,57 a 111,5
Fresco	35 a 57,57
Muy frío	<35

Fuente: Elaboración propia.

En cambio se ha demostrado que la vegetación juega un papel limitado como atenuante del ruido. Se estudiaron todos los espacios ajardinados de la ciudad, incluyendo jardines con escasa vegetación y aquellos que la tienen más abundante. Se ha llegado a formular un modelo predictivo de la atenuación, en función de la propagación sonora para suelos duros o blandos y diferentes distancias de foco. Esta confirmación, que en principio extrañó, se ha corroborado con estudios en otros países; exactamente este criterio concuerda con ocho estudios recientes realizados en Europa y Estados Unidos.

El estudio realizado en la ciudad se ha completado con una investigación sobre fotografía infrarroja obtenida de un vuelo aéreo; esta investigación ha permitido poner de manifiesto que el escaneado de la foto infrarroja resulta un método válido para la obtención de imágenes digitales RGB, aptas para su análisis mediante software de teledetección.

El escaneado se ha realizado con una resolución de 0,4 m por pixel que, tras la corrección geométrica, se ha convertido en un

grado de resolución de cada pixel de la imagen de $0,5 \times 0,5$ m, suficiente para los objetivos de la investigación. A pesar de los problemas inherentes al uso de la fotografía en infrarrojo, ha sido posible separar, en cada imagen, la vegetación del resto de los usos y elaborar un mapa de vegetación.

Los índices de cobertura vegetal obtenidos, tanto para el entorno de la ciudad (la huerta), como para el jardín del río Turia y la propia ciudad han resultado muy bajos: del 13% par la huerta, del 30% para el jardín del río Turia y entre el 6,5 y el 9,5% para las zonas de ciudad edificada. El relativamente próximo valor entre los índices de cobertura de la ciudad y la huerta pone de manifiesto que el valor de la huerta como espacio periurbano, ocupado por la vegetación, se debe más a su carácter de espacio abierto que a la propia cobertura vegetal existente, que en algunas zonas es muy escasa.

El mapa de vegetación obtenido permite una fácil identificación de las masas de vegetación y zonas verdes existentes. Asimismo, este análisis es un paso previo para cualquier investigación posterior. Quedan abiertas, como líneas de investigación, los análisis relativos a identificación de especies, estado de la vegetación, contaminación, etc.; en general, aspectos relacionados con la calidad de la vegetación, que no eran objeto de esta investigación.

La información obtenida con el mapa de vegetación, junto con los índices de confortabilidad, antes citados, han permitido realizar un análisis muy exacto de la vegetación existente en cada distrito de la ciudad y correlacionarlo con los índices de confort obtenidos. Se ha podido observar la deficiencia de zonas verdes de algunos distritos y en la medida que se relacionó el índice obtenido con la cantidad de zona verde se ha obtenido un avance de necesidades, que se ha reflejado en la propuesta de un estándar de vegetación para cada distrito.

Posteriormente, y también apoyadas en el plano de cobertura, ha resultado fácil establecer la localización más conveniente para los espacios verdes, en aquellos distritos que presentaban mayor carencia.

La metodología estudiada ha resultado altamente positiva y se ha mostrado necesaria, tanto para tener un conocimiento de la ciudad, que no aportan los datos meteorológicos escuetamente, como para

cuantificar y analizar, en detalle, las carencias y necesidades de la ciudad en materia de zonas verdes, de forma que incidan positivamente en el confort urbano; datos ambos que resultan de ineludible interés para las tareas de planeamiento urbanístico y metropolitano.

5. CONCLUSIONES

La ciudad de Valencia ha servido como escenario de la investigación, ya que, según la bibliografía internacional, este tipo de estudios ha de realizarse *in situ* y bajo condiciones precisas de espacio urbano y variables medioambientales.

Se han utilizado diez índices de confort y bienestar distintos, de los que se han seleccionado tres, que se han empleado para

analizar la incidencia de la vegetación en la confortabilidad de las zonas de muestreo.

Se han podido contrastar resultados, en la confortabilidad que ofrecen los distintos espacios urbanos, quedando patente, por ejemplo, la diferencia de comportamiento de zonas ajardinadas y sin jardín, calles con arbolado y sin arbolado, e incluso midiendo el comportamiento de las distintas orientaciones de las calles.

Se puede afirmar la existencia de una correlación entre las posibilidades de confort urbano y la existencia de zonas verdes, tanto más exacta cuanto mayor es la dimensión de estas áreas de arbolado o zona verde.

Se ha demostrado la posibilidad y validación de unas fórmulas que permiten la cuantificación relativa de las zonas verdes de una ciudad, en relación con el confort, medido en condiciones de bienestar climatológico.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTER, J. F. (2003): «Paisajes, jardines y sociedad», *Curso de Diseño Paisajista y Redacción de Proyectos de Parques y Jardines*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- BERAUD, G. (1989): «L'éducation a l'environnement et l'animation dans les parcs et jardins», *Les parcs et jardins de demain*, Presses de L'Ecole National des Ponts et Chaussées, Paris.
- BRIGGS, ASA (1990): «El siglo XIX. Las contradicciones del progreso», en *Historia de las civilizaciones*, Alianza-Labor, Barcelona.
- CLEMENTE, E. (1991): «Medio ambiente y urbanismo. Hacia un enfoque integrado», *El futuro europeo del medio ambiente urbano*, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- COM (90) (1990): *Green Paper on the Environment*, Communication from the Commission to the Council and Parliament Commission of the European Communities, COM (90) 218, 27 de junio, Bruselas.
- EXPERT GROUP ON THE URBAN ENVIRONMENT (2001): *Towards more sustainable urban land use*, Advice to the European Commission for Policy and Action, Bruselas.
- GIRARDET, H. (2001): *Creating Sustainable Cities*, Green Books Ltd., For the Schumacher Society.
- LANSBERG, G. H. (1981): *The Urban Climate*, New York Academic Press, 275.
- LÓPEZ, A. (1985): *El clima de las ciudades*, Ed. Arbor, 474.
- & A. RAMOS (1969): *Valoración del paisaje natural*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid.
- KWI-GON, Kim (1989): *Climate, urbanization and green spaces in urban area, the case of Seoul*, Mab-Unesco, Univ. of Seoul.
- MOPU (1982): *La calidad de vida en España*, CEOTMA, Serie Monografías, Madrid.
- NIETO, J. (1991): Prólogo al libro *El árbol fuente de vida*, V. CABALLER, Universidad Politécnica de Valencia.
- NIEMEYER, O. (1985): *La ciudad del año 2000*, Correo de la Unesco, marzo.
- OKE, T. R. (1980): «Climatic impacts or urbanization», en W. BACH & J. PANKRATH & J. WILLIAMS (eds.), *Interaction of energy and climate*, Proc. Internat. Workshop Münster, Alemania.
- RODRÍGUEZ, L. (1982): *Zonas verdes y espacios libres en la ciudad*, IEAL, Madrid.
- SALVADOR, P. (2003): *La planificación verde en las ciudades*, GG, Barcelona.
- & D. R. SMITH (1987): *Vegetation and urban climate in Valencia, Spain*, A Pilop Project, Mab-Unesco.
- SORRE, M. (1951): *Les fondements de la Géographie Humaine. Les fondements biologiques*, Essai d'une Ecologie de l'homme, T.I., Paris, A. Colins.
- SUKOPP, H. (1990): *Stadtökologie, das Beispiel Berlin*, D. Reimer Verlag.
- & WERNER, P. (1982): *Nature in cities*, Council of Europe, Estrasburgo.
- VAN MIERT, K. (1992): *Iniciativas de la Commission des Communautés Européenes sur l'Environnement Urbaine et le Patrimoine Architectural*, Rencontre Europeenne sur le Patrimoine Historique-Artistique et la Pollution, Madrid.