

Del parque urbano al parque sostenible. Bases conceptuales y analíticas para la evaluación de la sustentabilidad de parques urbanos¹

Luis Aníbal Vélez Restrepo²

RESUMEN

Las funciones ambientales de los parques urbanos se plantean hoy como una cuestión básica; como un objetivo de la gestión urbana. No obstante, el análisis y manejo ambiental de tales espacios es llevada a cabo por distintos sectores institucionales sin una consideración de conjunto en términos de su aporte a la sustentabilidad urbana. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un modelo para la evaluación de la sustentabilidad de grandes parques urbanos, como punto de partida para su análisis y manejo ambiental integrado. Se define una estructura conceptual y analítica que integra tres principios y nueve indicadores, en un valor único de sustentabilidad. El modelo se presenta como un aporte conceptual y metodológico; y como una herramienta de gestión, a partir de un modelo abierto, flexible, que admite la modificación de indicadores o la incorporación de otros, atendiendo a las condiciones específicas en posibles casos de estudio.

Palabras clave: Parque sostenible, áreas verdes urbanas, sustentabilidad urbana.

ABSTRACT

The environmental functions of urban parks have become a basic question, a target for urban management. However, the analysis and environmental management of such spaces is usually done by various institutional sectors without consideration of array in terms of its contribution to urban sustainability. The aim of the following paper is to develop a model for evaluating big urban parks sustainability, as a starting point for its analysis and integrated environmental management. A conceptual and analytic structure is defined, which is made up of three principles and nine indicators. The model is showed as a conceptual and methodological contribution; and as a management tool, from an opened model, flexible, that accepts the changing of indicators or the adding of others, according to the specific conditions.

Key words: Sustainable park, urban green areas, urban sustainability.

¹ Artículo recibido el 20 de febrero de 2009 y aceptado el 8 de mayo de 2009.

² Escuela de Planeación Urbano-Regional, Universidad Nacional de Colombia (Colombia). Email: luveler@unalmed.edu.co

Ya sea que se consideren o se definan por su carácter metropolitano, central, zonal, recreativo, ecológico, temático, etc., los parques urbanos en general empiezan a ser cuestionados hoy en términos de su aporte a la sustentabilidad; especialmente por su propio impacto ambiental a nivel de materiales, consumo energético, producción de desechos, exclusión social, inseguridad, artificialidad en su funcionamiento y por su esterilidad como hábitat ecológico (Cranz & Boland, 2004).

Así, frente a los paradigmas que convencionalmente han asistido la creación o diseño y manejo de parques, hoy se plantea la pregunta por la contribución de estos al proyecto de hacer ciudades más balanceadas y sostenibles ecológicamente, adquiriendo relevancia la cuestión del parque sostenible (Cranz & Boland, 2004).

En efecto, con la dinámica expansiva de las ciudades y la urbanización de la vida, los parques, así como el verde urbano en general, empiezan a ser vistos por sus funciones y valores ambientales, como naturaleza urbana, y no solo por sus formas estéticas u ornamentales en el espacio urbano (Platt, 1994; Hough, 1998; Ward, 2002; Vélez, 2007).

El objetivo del presente trabajo es plantear elementos conceptuales y analíticos que permitan conducir las dinámicas, estructuras y configuraciones de grandes parques urbanos con criterios de sustentabilidad. Para tales efectos se acude en primera instancia a la literatura internacional a fin de obtener un panorama del estado del arte en el análisis de parques y áreas verdes urbanas desde el punto de vista de la sustentabilidad, como concepto integrador que intenta especificar y compatibilizar las interacciones y requisitos sociales, económicos y ecológicos en el parque urbano.

A partir de esa revisión se establece un marco conceptual y analítico para la evaluación de su sustentabilidad, en la perspectiva ambiental; ello como un modelo general, definido en los aspectos relacionados con el componente verde, la economía y manejo ambiental de recursos y las condiciones de atraktividad para el uso social.

Los parques y áreas verdes en el marco de la sustentabilidad urbana³

Desarrollo sostenible, ciudad sostenible y sustentabilidad urbana son conceptos asociados y, ante todo, complejos en tanto pretenden involucrar y balancear objetivos de distinta índole (Lindsey, 2003; Scipioni *et al.*, 2008). Especialmente en torno a la sustentabilidad urbana se desprenden diferentes métodos, respondiendo a distintos enfoques o énfasis en determinados aspectos o funciones del ambiente urbano, con lo cual los indicadores pueden variar según el contexto específico de aplicación, sus condiciones, prioridades y objetivos (Alberti, 1996; Fehr *et al.*, 2004).

En cualquier caso, tales conceptos constituyen un marco de integración de diferentes dimensiones del medio ambiente y del desarrollo, desde distintas escalas y perspectivas. De manera análoga, el discurso y el análisis de la sustentabilidad, referido a los parques o al verde urbano, es campo de múltiples miradas desde diversas escalas y enfoques de integración.

El Cuadro N° 1 presenta una síntesis de planteamientos en torno a la sustentabilidad de parques y áreas verdes, dejando ver distintos niveles o escalas de aproximación. En primer lugar, en los análisis de sustentabilidad a escala urbana o de ciudad, los parques y espacios verdes suelen ser considerados solo como un indicador o un dato más en las guías o estructuras analíticas determinadas, agrupados ya sea en términos de área (m²) de espacio verde, acciones de mejoramiento de la biodiversidad, incremento de áreas naturales (Abolina & Zilans, 2002; Zilans & Abolina, 2007), mantenimiento de parques y preservación de recursos naturales (Fehr *et al.*, 2004).

Esa consideración es bastante reducida frente a la pregunta por la contribución de los parques al proyecto de ciudad sostenible, que supone ir más allá de los datos o reportes sobre cantidad y mantenimiento de

³ Los términos sustentabilidad y sostenibilidad se consideran equivalentes en este estudio.

estos. Efectivamente, los espacios verdes urbanos no son espacios cualitativamente neutrales, por el contrario, son lugares característicos, diferenciados en sus contenidos y formas, al igual que en sus funciones ecológicas, urbanas y sociales. No implican, de antemano, una expresión intrínseca de desarrollo sostenible (Chiesura, 2004), ni deben ser asumidos como bienes incuestionables en la ciudad (Halvorsen, 2000). Su aporte en tal sentido va a estar mediado justamente por las especificidades que presentan, cuyo reconocimiento supone acercarse al espacio verde como objeto de estudio en sí mismo.

Un segundo nivel de aproximación a la sustentabilidad de los parques y áreas verdes en el Cuadro N° 1, es justamente un acercamiento a la escala del verde urbano en su conjunto, entendido como la estructura de áreas verdes de la ciudad. El análisis a esta escala (sustentabilidad del verde urbano) aprecia y diferencia los atributos de los distintos tipos de áreas, especialmente de su componente verde, el cual se analiza o evalúa en función de criterios, principios o indicadores de tipo social, ecológico, y en algunos casos, económico, como dimensiones e interrelaciones de la sustentabilidad (Cuadro N° 1).

En tercer lugar, la sustentabilidad a la escala de parque y de área verde, asumidos como unidad de análisis en sí mismos, es un nivel analítico aparentemente menos abordado en la literatura, pero que deriva también en distintas aproximaciones y alcances: en términos de la pregunta por el aporte de uno u otro parque a la sustentabilidad urbana, específicamente por los beneficios sociales y psicológicos que su uso tiene en los ciudadanos, lo cual estará determinado por las cualidades del parque como tal (Chiesura, 2004); o bien, en términos de la definición de indicadores de gestión y uso para estimar la sustentabilidad del parque (García y Guerrero, 2006); o de la evaluación de la sustentabilidad de senderos verdes urbanos (Lindsey, 2003).

A nivel conceptual, Cranz & Boland (2004) se plantean el problema del parque sostenible, considerándolo como un modelo emergente respecto al cual describen las características generales o atributos que lo hacen diferente de otros tipos de parques urbanos: la autosuficiencia de recursos, la

integración al sistema urbano mayor y los nuevos modelos de expresión estética, atributos que caracterizan dicho modelo en sus aspectos constructivos y operativos, físicos y sociales, y que están representados en el ahorro energético, de recursos materiales (fertilizantes, laboreo y agua) y de costos de mantenimiento, el reciclaje, el control de sedimentos, la reducción del ruido y de la contaminación, la configuración en función de la ecología del lugar, el diseño y manejo sucesional de la vegetación, el aporte al bienestar social y la salud pública, la accesibilidad, la conectividad y la integración social y urbanística a la ciudad.

Más que una cuestión de escala, los estudios reseñados en el Cuadro N° 1 permiten inferir también algunos rasgos comunes del estado del arte sobre la sustentabilidad en relación con parques y áreas verdes. Un denominador común es el carácter comprensivo e integrador que presentan los distintos planteamientos analizados, lo que es consonante con el objetivo de desarrollo sostenible al que asisten. En tal sentido, la mayoría de las estructuras conceptuales y sus indicadores comprenden y relacionan, por lo general, componentes ecológicos, sociales, físico-espaciales, económicos y de gestión, enfatizando la importancia del contexto local y de la aceptación social para la sustentabilidad.

En general puede decirse que existe un amplio marco de criterios o principios, objetivos e indicadores de sustentabilidad de parques y áreas verdes que reconocen la complejidad temática. Sin embargo, en la mayoría de las propuestas analíticas del Cuadro N° 1, los indicadores quedan planteados de manera independiente, con lo que su aporte a la sustentabilidad solo se lee aisladamente, para cada indicador en sí mismo, y no en su relación con los demás; es decir, sin establecerse una consideración conjunta o integrada de ellos, que permita reconocer la situación general en términos de un valor único o sintético de sustentabilidad, ya sea a nivel cualitativo o cuantitativo. Esa desarticulación formal de criterios e indicadores limita la aplicación de los modelos o estructuras conceptuales como herramientas en la toma de decisiones de planificación y manejo o en la definición de escenarios de sustentabilidad (Vélez y Gómez, 2008).

Cuadro N° 1
Aproximaciones conceptuales y analíticas en torno a la sustentabilidad
de parques y áreas verdes urbanas

| Estudio | Escala | Caracterización del estudio | Categorías conceptuales y analíticas |
|----------------------------|---|--|---|
| Clark <i>et al.</i> (1997) | Verde urbano (<i>urban forest</i>) | Modelo cualitativo de sustentabilidad del verde urbano | Modelo / componentes / criterios / indicadores / objetivos. Tres componentes: árboles y áreas verdes saludables, apoyo comunitario, manejo apropiado |
| Halvorsen (2000) | Estructura verde urbana (<i>urban green structure</i>), natural y cultivada | Herramientas analíticas para evaluar la sustentabilidad del verde urbano, proveyendo tanto una presentación numérica como visual de la situación | Método del <i>Green poster</i> : valores y funciones para la recreación y el juego, valores estéticos / valores de paisaje, valores naturales / diversidad biológica |
| Abolina and Zilans (2002) | Urbana | Evaluación de la sustentabilidad en la planeación urbana. El espacio verde urbano como parte del conjunto de indicadores de sustentabilidad | Los planes de desarrollo en relación al transporte y el espacio verde. Temas: área de espacio verde, área de antejardín (<i>family garden</i>), conectividad (corredores verdes), mejoramiento de la diversidad biológica |
| Fehr <i>et al.</i> (2004) | Urbana | Indicadores de sustentabilidad en políticas ambientales municipales de largo plazo | Indicadores básicos de sustentabilidad municipal. Lista que incluye: existencia de áreas de recreación pública, ríos y quebradas bajo protección oficial |
| Lindsey (2003) | Senderos verdes urbanos | Una estructura para evaluar su sustentabilidad. Un conjunto de indicadores para estimar el progreso hacia objetivos de sustentabilidad | Principios / objetivos / indicadores. Principios: economía basada en el lugar, equidad, armonía con la naturaleza, ambiente construido habitable. Indicadores: número de usuarios, beneficios netos, disposición para contribuir, equidad de acceso, frecuencia y dominancia de especies, cualidad de hábitat, biodiversidad acuática, cobertura de dosel, consideración de la población urbano regional, encuestas de usuarios |
| Chiesura (2004) | Parque | Exploratorio. Un análisis realizado entre visitantes de un parque urbano. Beneficios sociales y psicológicos para los ciudadanos; implicaciones para la sustentabilidad de la ciudad | Motivos de la gente para frecuentar la naturaleza urbana, dimensión emocional y beneficios percibidos, satisfacción pública con la cantidad de áreas verdes en la ciudad |

Cuadro N° 1
(Continuación)

| Estudio | Escala | Caracterización del estudio | Categorías conceptuales y analíticas |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Cranz & Boland (2004) | Parque | El parque como objeto de estudio. Conceptual. Describe el parque sostenible como un quinto modelo de parques | Postula tres principios generales o atributos del parque sostenible: autosuficiencia de recursos, integración al sistema urbano, nuevos modelos de expresión estética |
| Jim (2004) | Verde urbano | Revisión comprehensiva para integrar los últimos hallazgos en el tema de la vegetación en la ciudad sostenible | Estrategias alternativas para el enverdecimiento sostenible de la ciudad compacta. Principios y prácticas para implementar esfuerzos de enverdecimiento. Existentes y nuevos sitios verdes. Cinco cuestiones: qué, dónde, cuándo, cómo, quién podría acompañarlos |
| Gustavsson <i>et al.</i> (2005) | Verde urbano | Definición conceptual del manejo sostenible de arbolado y parques urbanos | Adaptación a condiciones locales, utilización de procesos naturales de desarrollo de flora y fauna, continuidad en el manejo, control del uso de químicos, manejo de agua y recreación |
| Li <i>et al.</i> (2005) | Verde urbano | Estructura conceptual comprehensiva para el enverdecimiento urbano | Principios y requerimientos: estructura y función, claridad y consistencia, diversidad funcional y ecológica, biodiversidad y ecoservicios, accesibilidad para el público, distribución del espacio verde, integración y transformación, aceptación e implementación |
| García y Guerrero (2006) | El parque como unidad de análisis | Identificación de tendencias positivas y negativas hacia la sustentabilidad del predio, en función de la gestión y uso | Indicadores de sustentabilidad ambiental en el manejo de áreas verdes: superficie cubierta por vegetación, carga humana sostenible, funciones ecológicas, índice de patrimonio, depredación del parque urbano, tendencia de la demanda turística, proyección de la inversión municipal, vulnerabilidad natural, vulnerabilidad patrimonial, gestión integral del parque |
| Zilans & Abolina (2007) | Urbano | Una metodología para evaluar la sustentabilidad urbana. El conjunto de área verde como indicador | Criterios de sustentabilidad en los planes y sistemas de manejo urbano v/s las responsabilidades y competencias del gobierno municipal. Criterios: promover e incrementar la biodiversidad y ampliar y atender los espacios verdes formales y los más naturales |

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior sugiere la importancia de avanzar en la definición de tales estructuras, en la articulación de principios e indicadores para el análisis de la sustentabilidad de parques y, por lo tanto, para la planificación y manejo del parque sostenible.

Principios e indicadores de sustentabilidad de grandes parques urbanos. Del parque urbano al parque sostenible

De acuerdo con Clark *et al.* (1997) la sustentabilidad puede ser entendida como la habilidad para producir y/o mantener, durante algún tiempo en el futuro, un conjunto de condiciones o cosas deseadas. En ese marco general, algunos conceptos clave de sustentabilidad, como el de capacidad de autorregeneración, tienen un alcance limitado al plantearse a nivel de la ciudad, de los parques o del verde urbano. Específicamente se hace referencia a las restricciones que presenta, por ejemplo, el desarrollo de procesos sucesionales de la vegetación, no siempre viables técnica y socialmente dadas las múltiples funciones que se le demandan a estos espacios (Clark *et al.*, 1997).

Asimismo, se plantea que, de manera análoga, la autocosteabilidad económica como criterio de sustentabilidad tiene un alcance restringido en tales espacios, si se tiene en cuenta que aquellos proveen servicios ambientales antes que bienes o productos físicos directos (Clark *et al.*, 1997), aunque esos servicios incidan positivamente en la producción o productividad de diversos sectores económicos y sociales urbanos.

No obstante, en ese contexto urbano restrictivo, la noción de parque sostenible está asociada, de acuerdo a los criterios de sustentabilidad, a la existencia de determinados atributos o características ecológicas, ambientales, sociales y de economía de recursos, como principios que definen su estructura y funcionamiento y que se convierten en beneficios para el presente y para el futuro. En concordancia con lo anterior, el Cuadro N° 1 permite definir un marco conceptual y analítico de sustentabilidad de parques urbanos, expresado en tres princi-

pios generales que enmarcan una relación de indicadores para una visión integrada: la funcionalidad ecológica, la economía y el manejo ambiental de recursos y la funcionalidad social, como se representa en la Figura N° 1.

La funcionalidad ecológica, como un primer principio del modelo, hace referencia fundamentalmente al componente de vegetación de parques o áreas verdes urbanas, el que constituye por excelencia el elemento esencial y caracterizador de esos espacios. La naturaleza o la vegetación de la sustentabilidad es aquella que provee un nivel alto y continuado de beneficios netos, incluyendo la reducción de contaminantes atmosféricos, amortiguación del clima y del ruido, mejoramiento de la calidad visual del paisaje y provisión de refugios para especies de fauna urbana no doméstica, entre otros (Clark *et al.*, 1997; Vélez, 2007).

En general, se asocian mayores beneficios a una mayor naturalidad del verde, a la existencia de procesos sucesionales de la vegetación (Rebele, 1994; Kendle & Forbes, 1997; Niemelä, 1999; Cilliers *et al.*, 2004), a su conectividad ecológica en el paisaje urbano y regional y a su menor fragmentación, como condiciones que enmarcan dicha funcionalidad.

Una cuestión que se plantean de una u otra forma distintos autores (Freeman, 1999; Milligan & Raedeke, 1995; Jorgensen *et al.*, 2002) es la relacionada con el tipo de naturalidad socialmente aceptable en la ciudad (qué tan naturales pueden ser los parques urbanos, tanto en apariencia como en función). Si bien la utilización de procesos sucesionales es ecológicamente deseable, también afecta valores de amenidad y uso social, y su implementación no siempre es posible en algunos parques (Gustavsson, 2005), de manera que habría que entender la naturalidad como un grado de impacto humano o una menor artificialización (Breuste, 2004; Forsyt & Musacchio, 2005).

Justamente, el parque sostenible reconoce las restricciones urbanas para restablecer procesos ecológicos e incrementar la naturalidad de sus áreas verdes. Dicho parque, como lo señalan Cranz & Boland (2004),

imita la naturaleza en su composición de especies y en su función y para ello no tiene que restringirse a un modelo único, pudiendo ser naturalístico o formalista en apariencia, y contener especies nativas o no nativas apropiadas. Se trata, más bien, de enfatizar la creación de comunidades de plantas con valor no solo ornamental, sino ecológico (Hough, 1998; Gobster, 2004; Vélez, 2007).

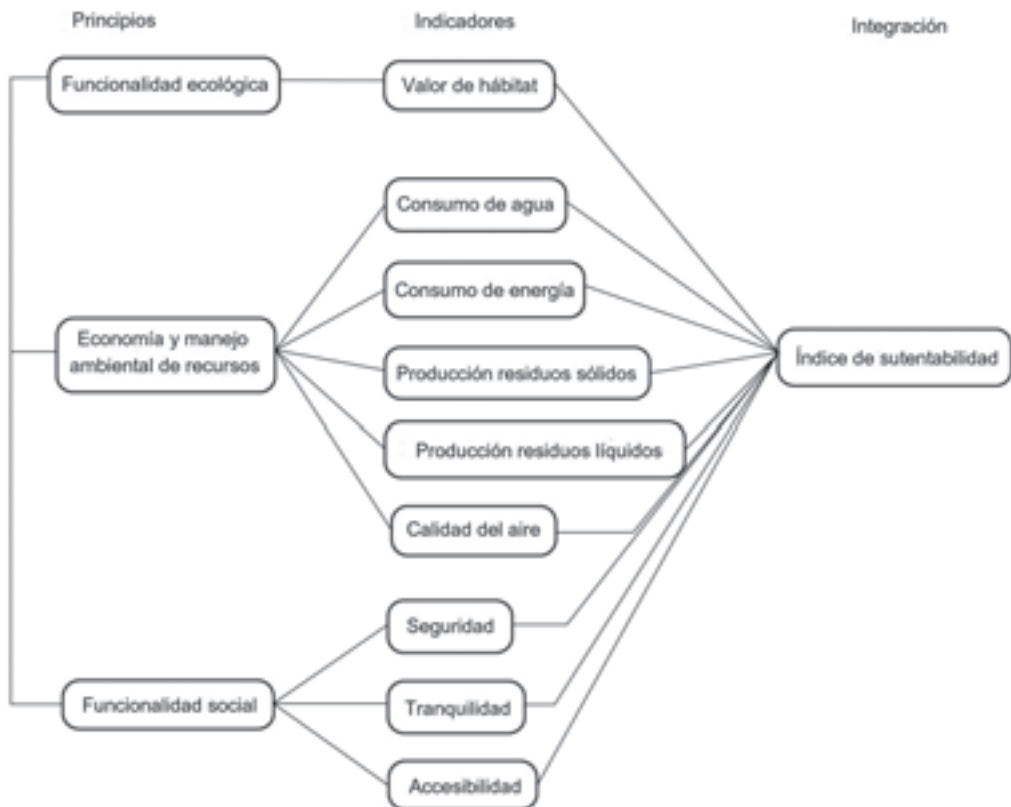
Por lo visto en la literatura internacional, el análisis del contenido ecológico del verde urbano acude en muchos casos a la consideración de una o más variables estructurales que en alguna medida reflejan la complejidad y funcionalidad biológica del componente verde. Se trata de variables relacionadas ya sea con la organización espacial o la diversidad estructural (cobertura de dosel, cobertura de sotobosque, cobertura a nivel

de piso o suelo), la distribución de edades, la frecuencia y dominancia de especies y la presencia de vegetación nativa, entre otras (Clark *et al.*, 1997; Halvorsen, 2000; García y Guerrero, 2006).

Generalmente, tales variables se asumen como indicadores independientes cada uno en sí mismo, en otros casos se integran en un valor único o concepto integrador, a modo de índices, ya sea de integridad biótica (Lindsey, 2003), cualidad florística (Miller & Wardrop, 2006), aptitud o valor de hábitat (Livingston *et al.*, 2003; Kroll & Haufler, 2006), integridad ecológica (Vélez y Gómez, 2008) o naturalidad, tratándose de ámbitos regionales (Machado, 2004), entre otros.

Entre las distintas conceptualizaciones posibles, en este trabajo se opta por una no-

Figura N° 1
Representación esquemática de la construcción del Índice de sustentabilidad



Fuente: Elaboración propia.

ción de aptitud o valor de hábitat como indicador de funcionalidad ecológica en parques y/o áreas verdes urbanas (Figura N° 1). Ello por dos razones, por ser un concepto complejo que da cuenta en sí mismo de características estructurales y funcionales de la vegetación y su relación con la fauna, y porque tiene un gran potencial como referente de naturaleza urbana y de sustentabilidad ecológica del verde urbano, pudiendo ser una categoría de análisis más flexible y aceptada, respecto a otras conceptualizaciones que pueden percibirse asociadas generalmente a una idea de ruralidad o de ecosistema no intervenido, desde la perspectiva urbana. De hecho, los métodos y variables de evaluación en bosques y ecosistemas naturales suelen resultar inapropiados o insuficientes a efectos de evaluación ecológica de espacios verdes en la ciudad, donde los criterios de tamaño, rareza y riqueza, entre otros, son menos apropiados (Freeman, 1999).

De acuerdo con Cranz & Boland (2004) *la autosuficiencia o economía y manejo ambiental de recursos* es uno de los principios de sustentabilidad de los parques, el que responde a su vez a un principio de economía local como base de economía de recursos en el desarrollo sostenible (Berke & Manta, 2000).

En ese sentido, el parque sostenible conlleva un conjunto de estrategias para disminuir los consumos de energía, fertilizantes, materiales básicos, laboreo y agua; al mismo tiempo, produce menos ruido, menos aguas lluvias contaminadas, menores cantidades de residuos líquidos y sólidos, incluyendo la hierba cortada (Cranz & Boland, 2004).

Es obvio que la plena autosuficiencia de recursos en el funcionamiento del parque es un objetivo poco viable, de manera que las finalidades y condiciones de la sustentabilidad se dirigen fundamentalmente a la reducción en el consumo de recursos y producción de residuos. Se relaciona el ahorro y uso eficiente de agua, energía y residuos, como prácticas de producción más limpia ya sea a nivel de uso doméstico o de los sectores económicos industrial, agrícola, comercial, de servicios, entre otros (AMVA, 2007).

En esa perspectiva, los parques, así como los hoteles, centros educativos, de salud y restaurantes se incluyen en el sector servicios, en tanto constituyen espacios cuyo funcionamiento, desde el punto de vista hídrico, energético y de residuos, se asocia básicamente a la operación de instalaciones sanitarias, actividades de aseo, riego y mantenimiento de jardines, cocción de alimentos, iluminación, equipos de oficina y, en algunos casos, motores de juegos mecánicos.

Las opciones de economía y manejo ambiental de recursos que pueden asociarse a ese tipo de actividades e instalaciones, tienen que ver no solo con la reducción de pérdidas y cambio de hábitos de uso y consumo del recurso, sino también con la optimización de procesos, implantación de dispositivos ahorradores, reciclaje, uso de fuentes alternas y cambios tecnológicos (AMVA, 2007).

Distintos indicadores propuestos para determinar la sustentabilidad en el contexto urbano consideran directa o indirectamente la aplicación de cambios en tal sentido (Alberti, 1996; Huang *et al.*, 1998; Fehr *et al.*, 2004; Leal, 2004; Van Dijk & Mingshun, 2005; AMVA, 2007; Hernandez, 2003; Gonzalez y De Lázaro, 2005; UNEP, 2005).

Con base en el estado del arte a nivel internacional y local, el modelo representado en la Figura N° 1 incorpora, en efecto, cinco indicadores de economía y manejo ambiental de recursos en parques; indicadores referidos a aspectos que son hoy un imperativo de la gestión ambiental urbana, y cuya definición y medición es básica para garantizar realmente avances en la sustentabilidad; son indicadores relacionados con el consumo de recursos y la producción de residuos o emisiones atmosféricas y acústicas, como se indica en la Figura N° 1.

La funcionalidad social como principio, en general se refiere al reconocimiento de la contribución que hacen los parques al bienestar de los ciudadanos (Chiesura, 2004; Tyrväinen *et al.*, 2007), para lo cual la aceptabilidad de estos espacios es un condicionante de dicha funcionalidad y,

particularmente, de los procesos y formas de naturalización o ambientalización (Purcell & Lamb, 1998; Briffett, 2001; Jorgensen *et al.*, 2002; Lindsey, 2003; Van Herzele & Wiedemann, 2003; Asakawa *et al.*, 2004; Gobster, 2004; Forsyth & Musacchio, 2005; Bjerke *et al.*, 2006; Jim & Chen, 2006; Özgüner & Kendle, 2006; Roovers *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2007).

El concepto de atractividad puede constituir aquí un marco de integración de distintos factores físicos y humanos que inciden en el mayor o menor uso social de los parques y áreas verdes. Con base en Van Herzele & Wiedemann (2003) el modelo generado en este estudio acude básicamente a tres requisitos generales de atractividad: accesibilidad, tranquilidad y seguridad, como indicadores de cualidades indispensables en cualquier parque o espacio verde, y en buena medida, objetivas, independientes de la clase de usuario y del tipo de área.

Una estructura analítica para evaluar la sustentabilidad del parque urbano

Tal como se indicó antes, el esquema de la Figura N° 1 representa una visión de la sustentabilidad de parques urbanos, como resultado de la relación de principios e indicadores de características ecológicas, ambientales, sociales y de economía de recursos, considerados de manera conjunta sobre un espacio y tiempo dados. El Cuadro N° 2 expresa una estructura analítica correspondiente a ese planteamiento, desarrollando una perspectiva integral y consolidada de la sustentabilidad como estado de tales características.

En efecto, a partir del análisis propuesto en el Cuadro N° 2 será posible evaluar la sustentabilidad del parque y, a su vez, estimar el significado o el aporte de cada indicador a la sustentabilidad, cuantificándolo como un porcentaje con respecto al conjunto o total. Igualmente, se podrá calificar o juzgar el estado de uno u otro indicador en sí mismo, e identificar las variables críticas en cada caso, como factores que inciden o explican, en parte, la situación socioeconó-

mica o ambiental reflejada en la matriz de análisis.

En primer lugar, el indicador de aptitud o valor de hábitat presentado en el Cuadro N° 2, recoge el índice planteado por Livingston *et al.* (2003), según el cual la aptitud resulta de la sumatoria de cuatro parámetros de la vegetación, considerados fundamentales para la vida silvestre: *cobertura vegetal* (porcentaje de la superficie cubierta de plantas), *vegetación nativa* (porcentaje del área cubierta por plantas de especies nativas), *cobertura vegetal de refugio* (porcentaje del área con presencia de vegetación cercana al suelo o a nivel de este) y *diversidad estructural* (número de capas estructurales o diversidad de alturas de la vegetación existente, expresado en porcentaje respecto a un potencial definido).

Tales parámetros son pertinentes en tanto permiten, en conjunto, conocer el arreglo estructural y composicional actual de la vegetación en sí misma; siendo este un resultado que puede interpretarse en términos de aptitud o valor como hábitat (Livingston *et al.*, 2003), que expresa, en cierta medida, una calificación o configuración de naturalidad del componente verde, o bien, una estructura para la funcionalidad ecológica, admitiendo un papel biológico a las plantas en las distintas tipologías del verde urbano.

Una aplicación de este índice en paisajes urbanos, en Arizona, es presentada por Livingston *et al.* (2003), donde se asume como una herramienta predictiva para calificar distintos tipos de verde urbano e incorporar la conservación en su manejo.

Se trata de una expresión flexible y adaptable desde el punto de vista de su cuantificación en un caso dado, en la medida en que es posible ponderar y categorizar sus variables (Cuadro N° 2) según los objetivos o particularidades del análisis. En efecto, los referentes teóricos de diversidad estructural, cobertura vegetal de refugio y de aptitud de hábitat en general, se definen de acuerdo a los objetivos o metas establecidos y características biogeográficas de las áreas del entorno o especies animales que se consideren.

Cuadro N° 2
Una estructura analítica para la evaluación de la sustentabilidad en parques urbanos

| Principio | Indicador | Expresión para el cálculo | Valor de referencia a establecer | Valor actual | Valor de sustentabilidad (%): valor actual / valor de referencia |
|---|--|--|--|------------------|---|
| Funcionalidad ecológica | Índice de valor de hábitat (<i>wildlife habitats value index</i> : whv) (Livingston et al., 2003) | whv = tvC + nv + sd + ecv tvC: cobertura vegetal total (0-100%) nv: vegetación nativa (0-100%) sd: diversidad estructural (0-100%) ecv: cobertura vegetal de refugio (0-100%) | Valor potencial de hábitat (whv _p) whv _p = tvC _p + nv _p + sd _p + ecv _p | whv _i | whv _i /whv _p * 100 |
| Economía y manejo ambiental de recursos | Ahorro en consumo de agua: SA (AMVA, 2007) | SA = (consumo ₂ - consumo ₁) / consumo ₁ consumo ₁ = número de equipos convencionales en uso * consumo de agua de un equipo convencional * días del año de uso * horas día de uso consumo ₂ = consumo total con dispositivos de ahorro | Ahorro Máximo Potencial de Agua (SA _p) | SA _i | SA _i /SA _p * 100 |
| | Ahorro en consumo de energía: SE (AMVA, 2007) | SE = (consumo ₁ - consumo ₂) / consumo ₁ consumo ₁ = potencia eléctrica demandada * número de equipos * horas día de funcionamiento * días año de funcionamiento consumo ₂ = consumo propuesto | Ahorro Máximo Potencial de Energía (SE _p) | SE _i | SE _i /SE _p * 100 |
| | Reducción en producción de residuos sólidos per cápita/año (CONAMA, 2001) | Producción per cápita (ppc) = cantidad de residuos ingresados por año al relleno / número total de visitantes (medido en kg/persona/año) | Producción Per cápita Objetivo (PP _o) | PP _i | (1 - ((PP _i - PP _o) / PP _o)) * 100 |

Cuadro N° 2
(Continuación)

| Principio | Indicador | Expresión para el cálculo | Valor de referencia a establecer | Valor actual | Valor de sustentabilidad (%): valor actual / valor de referencia |
|----------------------|---|--|-----------------------------------|------------------|--|
| | Reducción descarga de residuos líquidos per cápita/año (Ministry for the environment, 2000) | Descargas mayores per cápita (dpc) = cantidad de vertidos ingresados por año a las corrientes de agua o a superficie / número total de visitantes (medido en l/persona/año) | Descarga Percápita Objetivo (DPo) | DP _i | $(1 - ((DP_i - DP_o) / DP_o)) * 100$ |
| | Índice de calidad del aire (Air Quality Index, AQI) (EPA, 1999) | $I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (CP_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$ | AQI objetivo (AQI _o) | AQI _i | AQI/AQI _o * 100 si AQI < 50, AQI = 1 si AQI > 200, AQI = 0 |
| Funcionalidad social | Nivel de tranquilidad (Quietness Level: QL) (SEPA, 2004) | QL = 1,75 - 1/40 Db dB: nivel de intensidad sonora (medido en decibeltes) | 100% | QL _i | QL _i /QL _p * 100 si dB < 30, QL = 1 si dB > 70, QL = 0 |
| | Grado de acceso físico (Degree of physical access: DPA) (Van Herzele & Widemann, 2003) | DPA = NPA/4 NPA: número de puntos cardinales con al menos un acceso al sitio, 4: número de puntos cardinales. | 100% | DPA _i | DPA _i * 100 |
| | Percepción de seguridad (SP) (Medellín cómo vamos, 2008) | PS = x/n x: número de personas encuestadas que afirman sentirse seguras en el sitio y/o sus alrededores n: total de personas encuestadas a quienes se les pregunta si se sienten seguras en el sitio y/o sus alrededores | 100% | SP _i | SP _i * 100 |
| | | | | | Σ(valor de sustentabilidad) |

Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior, el índice constituye también un referente para el diseño (o rediseño) de espacios verdes, permitiendo configurar y cuantificar posibles niveles o valores de naturalidad o de aptitud de hábitat a restablecer en los parques urbanos, en una perspectiva de evaluación de la sustentabilidad.

Aunque en el ámbito colombiano no se reporta aún la aplicación explícita de índices de aptitud de hábitat en contextos urbanos, sí existen experiencias y proyectos de creación de ambientes boscosos o naturalizados en estos. El proyecto de parque Tulio Ospina, en el Área Metropolitana de Medellín, incorpora el planteamiento de áreas con distintos niveles de naturalidad (Figura N° 2), cuya materialización puede ser asistida a partir de la definición de valores de aptitud y niveles de aproximación a la sustentabilidad.

Desde el punto de vista de la economía y manejo ambiental de recursos, un indicador de ahorro y uso eficiente del agua se propone en el Cuadro N° 2, tomando en cuenta los cambios tecnológicos, o la implantación de dispositivos ahorradores sustitutos de equipos convencionales (AMVA, 2007). El ahorro estará dado entonces por la diferencia entre el consumo total de agua de los equipos convencionales y el de los equipos o dispositivos ahorradores, en $m^3/año$. De manera análoga, el ahorro en el consumo de energía está dado en términos de la diferencia entre el consumo actual y el consumo propuesto ($kWh/año$), según los cambios de equipos.

En cada caso existirá un ahorro potencial de referencia de manera que el porcentaje de ahorro de agua o energía (promedio mensual o anual), antes que un valor absoluto, resulta del cociente entre el ahorro alcanzado y el potencial, de acuerdo al número de equipos o dispositivos ahorradores implementados respecto al total posible en el parque. Una expresión matemática para la estimación de estos indicadores se encuentra en AMVA (2007), y un ejemplo de aplicación puede verse en Uribe (2007).

Los indicadores relacionados con el manejo de los residuos sólidos y líquidos, presentados en el Cuadro N° 2, se fundamentan

en la medición de los residuos producidos, más que en los reciclados. Se asume así que un proceso de gestión de residuos debe estar orientado, inicialmente, a minimizar los mismos, en segundo lugar a su tratamiento o reciclado y, por último, si esto no es posible, disponerlos en lugares seguros (Estructplan, 2008).

Consecuentemente, el indicador denominado reducción en producción de residuos sólidos per cápita/año (Cuadro N° 2) da cuenta de los residuos no reciclados, no compostados o reutilizados, y no separados; es decir, llevados a relleno (CONAMA, 2001). Asimismo, hace referencia a la producción per cápita a fin de independizar los resultados, respecto a variaciones en el flujo de usuarios entre un período y otro.

La reducción de residuos sólidos obtenida se valora como un porcentaje, respecto a un potencial de reducción o valor de referencia a establecer (Cuadro N° 2) según estándares internacionales o de acuerdo a características locales en términos de metas nacionales, según políticas establecidas y tecnología existente, para un programa de medición y reducción. Justamente, esta consideración de umbrales de comparación permite dar cuenta de los avances hacia la sustentabilidad del parque.

En el mismo sentido, el indicador denominado reducción de residuos líquidos per cápita/año debe interpretarse como un porcentaje respecto a una reducción o valor de referencia establecido. En el marco de un programa de medición habría que considerar las descargas indirectas, conducidas a través de alcantarillas, a suelos y corrientes situados fuera del parque, como residuos o vertidos producidos, situación común en muchos parques recreativos urbanos y suburbanos de países en desarrollo. Con ello se reclama y se aprecia la articulación del parque a plantas de recolección o tratamiento situadas dentro o fuera.

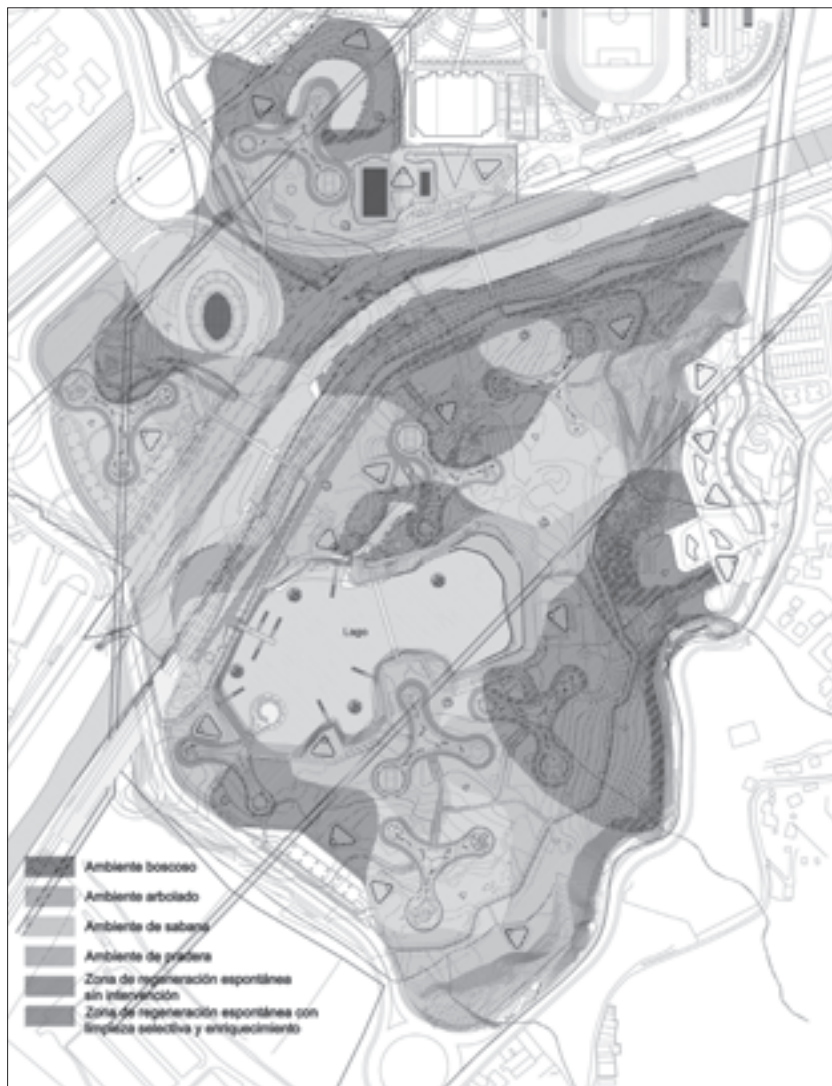
El seguimiento a la generación o producción de residuos desde el origen responde a una visión de la sustentabilidad más estructural, ligada no solo a procesos de tratamiento o reciclaje, sino a la cuestión de la reducción de la producción misma de estos, lo que re-

mite a la pregunta por la tecnología y los niveles de consumo. A partir de los datos que tradicionalmente registran las entidades ambientales sobre la cantidad de residuos producidos y cantidad de aprovechados o separados, mes a mes, es posible construir estos indicadores de reducción en la generación de residuos dispuestos en el parque como

sector de actividad. Un caso de aplicación se reporta en Cano y Cano (2008).

Como parte de este grupo de indicadores relativos al manejo de recursos se incorpora una estimación de la calidad del aire en el parque y su entorno, a través de la medición de la concentración de contaminantes en la

Figura N° 2
Proyecto de parque Tulio Ospina, en el Área Metropolitana de Medellín.
Distintos niveles de naturalidad y funcionalidad ecológica implícitos en el diseño de su componente verde



Fuente: Elaborado por el Consorcio Aquatro para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellín, 2009.

atmósfera. Para ello se toma como base el índice de calidad del aire (*Air Quality Index, AQI*) propuesto por *Environmental Protection Agency* (EPA, 1999), que asocia niveles de calidad a rangos de concentración de partículas y sus efectos sobre la salud.

El índice convierte la concentración media de uno o varios contaminantes a una escala que va de cero (0) a quinientos (500). Un rango de 0 a 50, equivale a un nivel bueno y a un 100% de sustentabilidad. El porcentaje disminuye a medida que el valor del índice se incrementa; a partir de 200, el índice toma el valor de 0%, puesto que la calidad se vuelve pésima, muy peligrosa (EPA, 1999). AQI incluye seis contaminantes clave, categorizados también en dicha fuente. La asignación de categoría o calificación del índice se hace con base en el contaminante con mayor concentración. Aplicaciones de AQI se encuentran en EPA (1999) y en Toro y Marín (2006), para la ciudad de Medellín.

La explicación del índice, presentado también en el Cuadro N° 2, es la siguiente:

Donde:

- I_p = índice para el contaminante p
- C_p = concentración redondeada de contaminante p
- BP_{Hi} = punto de cambio donde es \geq a la concentración C_p
- BP_{Lo} = punto de cambio donde es \leq a la concentración C_p
- I_{Hi} = valor correspondiente de AQI para BP_{Hi}
- I_{Lo} = valor correspondiente de AQI para BP_{Lo}

Finalmente, el Cuadro N° 2 presenta tres indicadores de sustentabilidad, desde la perspectiva de la funcionalidad social: accesibilidad, tranquilidad y seguridad, los cuales constituyen condiciones básicas de atractividad, a la vez que representan relaciones socioespaciales en el ámbito urbano, esto es, interacciones parque-ciudad.

La accesibilidad está dada por el grado de acceso físico al parque que, de acuerdo con Van Herzele & Wiedemann (2003), depende de la posibilidad de ingresar a este a través de distintos costados o puntos cardinales.

Esta definición permite, en buena medida, obviar valoraciones subjetivas en torno al número de accesos que deban tener los parques o sobre si estos deban ser de carácter cerrado o abierto en un caso particular. Asimismo, constituye una alternativa frente a la medición de la accesibilidad en función de las distancias únicamente. El indicador acude a criterios de acceso, que generan una calificación más objetiva o independiente de apreciaciones individuales. Por lo tanto, antes que referirse a un número mínimo de accesos como elemento de juicio, o a las distancias en sí mismas, el grado de acceso físico se determina en función del número de puntos cardinales con al menos un acceso, considerando con ello que la posibilidad de ingresar al parque desde diferentes puntos incrementa el grado de acceso a este (Van Herzele & Wiedemann, 2003). Con base en este criterio, al menos un acceso en cada punto cardinal otorga un grado de acceso físico al parque de 100%; dicho grado disminuye a medida que el número de puntos cardinales, con al menos un acceso, se reduce.

El segundo indicador de funcionalidad social, la tranquilidad, está representado por los niveles de ruido percibidos en el parque, ya sea que se originen en su interior o en su contexto (Van Herzele & Wiedemann, 2003), reconociendo con ello que aun los parques de recreación activa requieren niveles aceptables de ruido. Una valoración en tal sentido, en la perspectiva de la sustentabilidad, puede hacerse con base en *Scottish Environment Protection Agency* (SEPA, 2004), que clasifica los niveles de sonido presentes en situaciones rutinarias, asignando la categoría de muy tranquilo a niveles superiores a 0 hasta 30 dB(A), y ruidoso cuando iguala o supera los 70dB(A). El nivel de tranquilidad se define como una función inversa del nivel de intensidad sonora (dB), de manera que para niveles hasta de 30 dB(A) corresponde un valor de 100% de tranquilidad, tal como se propone en el Cuadro N° 2. Las mediciones de ruido constituyen procesos que por lo general se llevan a cabo en las ciudades o sectores de actividad, existiendo capacidad técnica y posiblemente distintas categorizaciones de sonido o tranquilidad, alternativas a la presentada aquí, con base en SEPA (2004).

El indicador de percepción de seguridad se determina como el porcentaje de visitantes que afirman sentirse seguros al visitar el parque, respecto a un potencial de percepción de seguridad de 100%. Esta es una medición de un buen nivel de complejidad en la información, puesto que refleja la sensación de la gente en el parque que puede estar asociada en parte a las características físicas y de manejo del lugar, así como a experiencias directas e indirectas de victimización (Austin *et al.*, 2002). Por otra parte, la tasa de victimización, siendo necesaria, no da cuenta de la sensación del público en el parque, y está limitada a la existencia de denuncias, reporte de los hechos o presencia de las víctimas entre los encuestados. Estudios o encuestas de percepción de seguridad se exponen en Austin *et al.* (2002) y en Medellín cómo vamos (2008).

Si bien cada uno de estos indicadores presentados tiene en sí mismo un importante poder explicativo e integrador, la estructura analítica del Cuadro N° 2 propone avanzar hacia la integración de todos ellos en un valor único o indicador sintético, enmarcando así una determinada conceptualización de sustentabilidad de parques urbanos: el principio de funcionalidad ecológica conlleva el reconocimiento de una visión dinámica de la naturaleza en la ciudad, y con ello, de la importancia de los procesos naturales en el verde urbano; el principio de economía y manejo ambiental de recursos da cuenta de la reestructuración energética y del flujo de materiales en la ciudad como criterios de sustentabilidad; mientras que la funcionalidad social enmarca dicha sustentabilidad en los propósitos de calidad de vida urbana, de habitabilidad a partir del espacio público.

La estructura planteada en el Cuadro N° 2 constituye ante todo un marco analítico amplio, objetivo, que no pretende inducir necesariamente un tipo o modelo estándar de parque urbano, sino que, por el contrario, admite que cada parque puede ser sostenible desde su carácter, tipología o funciones urbanas propias. La estimación de la sustentabilidad a partir del marco analítico planteado adquiere también un alto nivel de objetividad, puesto que cada indicador o sus variables se pueden calificar o interpretar de acuerdo a las particularidades geográficas

de las áreas consideradas, siendo esas especificidades las que permiten establecer los referentes de valoración de cada aspecto.

Se trata fundamentalmente de indicadores de estado-respuesta que en conjunto ofrecen un panorama de la situación ambiental actual de los parques urbanos, de manera cuantitativa (Cuadro N° 2), dejando ver además los factores críticos o requerimientos de sustentabilidad, en términos de variables e indicadores y posibilitando mediciones comparativas entre parques y entre ciudades, asistiendo con ello la gestión de procesos de cambio y seguimiento.

Un valor agregado de esta estructura o modelo de análisis es el hecho de posibilitar, e incluso inducir, un manejo ambiental integrado del parque, lo cual en la gestión urbana suele dificultarse por la carencia de un marco de evaluación desde las distintas dimensiones de sustentabilidad. Es importante anotar que el único referente de integración de indicadores reportado en la literatura consultada se encuentra en Lindsey (2003), para la evaluación de la sustentabilidad en senderos verdes urbanos.

Consideraciones finales

La integración de dimensiones planteada aquí constituye un sistema flexible, abierto, que acepta la inclusión de más principios, dentro de los cuales pueden involucrarse igualmente otros indicadores, o modificar o remover algunos de los existentes o sus variables, o ponderar el peso o valor de los indicadores en el conjunto para otorgar un rol más o menos determinante a uno o más indicadores, atendiendo las posibilidades e intereses de investigación. Adicionalmente, cada indicador podría considerarse, alternativamente, de manera independiente para determinar o cotejar características específicas de interés, a nivel social o ambiental.

De acuerdo con lo anterior, el Cuadro N° 2 no pretende agotar los posibles indicadores de sustentabilidad de parques. Allí se ha presentado solo un conjunto considerado fundamental o básico para expresar la situación actual. No obstante, este marco analítico permite y anima la incorporación de

otros. Dependiendo de las posibilidades de medición, dicho conjunto podría involucrar indicadores de conectividad ecológica y de fragmentación del parque, en función de especies o requisitos definidos de hábitat (Forman & Godron, 1986; Gustafson and Parker, 1992; Mac Garigal & Marks, 1995; Forman, 1997; Frohn, 1997; Hargis *et al.*, 1998; Jaeger *et al.*, 2008; Ward, 2002; Higuera, 2006).

Tal selección de indicadores no pretende simplificar la gestión o la temática de la sustentabilidad relacionada con los parques, esa sería una expectativa inconveniente. Se procura, en cambio, aportar a su estructuración, para lo cual la puesta en práctica del modelo supone, al menos en el ámbito institucional, el desarrollo de un proceso técnico previo de definición de indicadores y sus valores de referencia en el contexto específico, como la base de programas de medición y reducción de los factores negativos. Se puede afirmar que la mayoría de los indicadores incluidos en dicha estructura no son complejos en cuanto a su medición o cálculo, como sí lo pueden ser las transformaciones y el seguimiento que deberán darse en el parque para incrementar la sustentabilidad, esto es, para mejorar los datos arrojados por las mediciones.

Finalmente, hay que recordar que dicha estructura analítica se concibe especialmente para parques de significativa magnitud, que admitan los requerimientos implicados en tales principios, es decir, ecosistemas estratégicos y parques de escala de ciudad, metropolitana o regional, mas no de carácter barrial. En ciudades como Medellín que, siendo deficitarias en grandes parques, cuenta con importantes cerros tutelares, considerados parques y ecosistemas urbanos a la vez, el modelo constituye una herramienta de gestión, no solo para determinar la sustentabilidad actual, sino para inducir manejo ambiental de ellos frente a la tendencia creciente de artificialización en su diseño y manejo.

Agradecimientos

El autor expresa su reconocimiento al estadístico Diego Mauricio Rendón E., por su valiosa asistencia en este estudio.

Referencias bibliográficas

ABOLINA, C. & ZILANS, A. Evaluation of urban sustainability in specific sectors in Latvia. *Evaluation, Development and sustainability*, 2002, vol. 4, p. 299-314.

ALBERTI, M. Measuring urban sustainability. *Environmental Impact Assessment review*, 1996, vol. 16, p. 381-424.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ (AMVA). Producción más limpia en el sector Servicios. Medellín: AMVA, 2007.

ASAKAWA, S.; YOSHIDA, K. & YABE, K. Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, 2004, vol. 68, p. 167-182.

AUSTIN, D. M.; FURR, L. A. & SPINE, M. The effects of neighborhood conditions on perceptions of safety. *Journal of criminal justice*, 2002, vol. 30, p. 417-427.

BARBOSA, O.; TRATALOS, J. A.; ARMSWORTH, P. R.; DAVIES, R. G.; FULLER, R. A., JONSON, P. & GASTON, K. J. Who benefits to access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning*, 2007, vol. 83, p. 187-195.

BERKE, P. R. & MANTA, M. C. Are we planning for sustainable development?. An evaluation of 30 comprehensive plans. *Journal of the American Planning association*, 2000, vol. 66, N° 1, p. 21-31.

BJERKE, T.; OSTDAHL, T.; THRANE, C. & STRUMSE, E. Vegetation density of urban parks and perceived appropriateness for recreation. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2006, vol. 5, p. 35-44.

BREUSTE, J. H. Decision making, planning and design for the conservation of indigenous vegetation within urban development. *Landscape and Urban Planning*, 2004, vol. 68, p. 439-452.

BRIFFETT, C. Is managed recreational use compatible with effective habitat and wildlife occurrence in urban open space corridor

systems? *Landscape Research*, 2001, vol. 26, N° 2, p. 137-163.

CANO, G. A. y CANO, G. J. Mejoramiento en el manejo de los residuos sólidos en una industria metalmeccánica. *Revista de producción + limpia*, 2008, vol. 3, N° 1, p. 111-116. Disponible en Internet: www.metropol.gov.co/produccionmaslimpia/contenidos

CHIESURA, A. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 2004, vol. 68, p. 129-138.

CILLIERS, S. S.; MÜLLER, N. & DREWES, E. Overview on urban nature conservation: situation in the western-grassland biome of South Africa. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2004, vol. 3, p. 49-62.

CLARK, J. R.; MATHENY, N. P.; CROSS, G. & WAKE, V. A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture*, 1997, vol. 23, N° 1, p. 17- 30.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). *Indicadores para gestión de residuos sólidos municipales*. Santiago: CONAMA, 2001.

CRANZ, G. & BOLAND, M. Defining the sustainable park: a fifth model for urban parks. *Landscape journal*, 2004, vol. 23, p. 102-119.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Guideline for reporting of daily air quality – Air Quality index (AQI) Office of air quality. Planning and Standards. Research triangle park. Washington: EPA, 1999.

ESTRUCPLAN ON LINE. *Gestión de residuos*, 2008. Buenos Aires: Estructplan, 2008. Disponible en Internet: www.estrucplan.com.ar

FEHR, M.; SOUSA, K. A.; PEREIRA, A. F. N. & PELIZER, L. C. Proposal of indicators to assess urban sustainability in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, 2004, vol. 6, p. 355-366.

FORMAN, R. T. T. *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. New York: Cambridge University Press, 1997.

FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1986.

FORSYTH, A. & MUSACCHIO, L. *Designing small parks. A manual for addressing social and ecological concerns*. New York: John Wiley & Sons, 2005.

FREEMAN, C. Development of a simple method for site survey and assessment in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 1999, vol. 44, p. 1-11.

FROHN, R. *Remote sensing for landscape ecology*. New York: Lewis Publishers, 1997.

GARCÍA, S. y GUERRERO, M. Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes. Parque urbano Monte Calvario, Tandil, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2006, N° 35, p. 45-57.

GOBSTER, P. H. & WESTPHAL, L. M. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. *Landscape and Urban Planning*, 2004, vol. 68, p. 147-165.

GONZÁLEZ, M. J. y DE LÁZARO, M. L. Indicadores básicos para la planificación de la sostenibilidad urbana local. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona*, 2005, vol. X, N° 586. Disponible en Internet: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-586.htm>

GUSTAFSON, E. J. & PARKER, G. R. Relationship between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape ecology*, 1992, vol. 7, N° 2, p. 101-110.

GUSTAVSSON, R.; HERMY, M.; KONIJNENDIJK, C. & STEIDLE-SCHWAHN, A. Management of urban woodland and parks-searching for creative and sustainable concepts. In: KONIJNENDIJK, C. et al. (eds). *Urban forest and trees*. Spinger: Berlin Heidelberg, 2005, p. 370- 397.

HALVORSEN, K. T. "The green poster". A method to evaluate the sustainability of the ur-

ban green structure. *Environmental Impact Assessment Review*, 2000, vol. 20, p. 359-371.

HARGIS, C. D.; BISSONETTE, J. A. & DAVID, J. L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landscape ecology*, 1998, vol. 13, p. 167-186.

HERNÁNDEZ, A. A. *Informe sobre los indicadores locales de sostenibilidad utilizados por los municipios españoles firmantes de la carta de Aalborg, 2003*. Madrid: Ciudades para un futuro más sostenible, 2004. Disponible en Internet: www.habitat.aq.upm.es

HIGUERAS, E. *Urbanismo bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili S. A., 2006.

HOUGH, M. *Naturaleza y ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili S. A., 1998.

HUANG, S.; WONG, J. & CHEN, T. A framework of indicator system measuring Taipei's urban sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 1998, vol. 42, p. 15-27.

JAEGER, J. A. G.; BERTILLER, R.; SCHWICK, C.; MÜLLER, K.; STEINMEIER, C.; EWALD, K. C. & GHAZOUL, J. Implementing landscape fragmentation as an indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable development (MONET). *Journal of environmental management*, 2008, vol. 88, N° 4, p. 737-751.

JIM, C. & CHEN, W. Perceptions and attitudes of residents toward urban green spaces and edges in Guangzhou (China). *Journal of environmental management*, 2006, vol. 38, N° 3, p. 338-349.

JIM, C. Y. Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. *Cities*, 2004, vol. 21, N° 4, p. 311-320.

JORGENSEN, A.; HICHMOUGH, J. & CALVERT, T. Woodland spaces and edges: their impact on perception of safety and preference. *Landscape and Urban Planning*, 2002, vol. 60, p. 135-150.

KENDLE, T. & FORBES, S. *Urban nature conservation. Landscape management in the urban countryside*. London: Chapman and Hall, 1997.

KROLL, A. J. & HAUFLE, J. B. Development and evaluation of habitat models at multiple spatial scales: a case study with the dusky flycatcher. *Forest ecology and management*, 2006, vol. 229, p. 161-169.

LEAL, G. D. *Introducción al ecourbanismo*. Bogotá: Ecoe ediciones, 2004.

LI, F.; WANG, R.; PAULUSSEN, J. & LIU, X. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 2005, vol. 72, p. 325-336.

LINDSEY, G. Sustainability and urban greenways. Indicators in Indianapolis. *Journal of the American Planning Association*, 2003, vol. 69, N° 2, p. 165-180.

LIVINGSTON, M.; SHAW, W. W. & HARRIS, L. K. A model for assessing wildlife habitats in urban landscapes of eastern Pima County, Arizona (USA). *Landscape and Urban Planning*, 2003, vol. 64, p. 131-144.

MACGARIGAL, K. & MARKS, B. J. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Portland: USDA Forest Service, 1995.

MACHADO, A. An index of naturalness. *Journal for the nature conservation*, 2004, vol. 12, p. 95-110.

MEDELLÍN, CÓMO VAMOS (MCV). Informe de percepción-seguridad 2008. Medellín: MCV, 2008. Disponible en Internet: www.medellincomovamos.org

MILLER, S. J. & WARDROP, D. H. Adapting the floristic quality assessment index to indicate anthropogenic disturbance in central Pennsylvania wetlands. *Ecological indicators*, 2006, vol. 6, p. 313-326.

MILLIGAN, D. & RAEDEKE, K. Wildlife habitat design in urban forest landscapes. In: BRADLEY, G. (ed.). *Urban forest landscapes. Integrating multidisciplinary perspectives*. Seattle: University of Washington Press, 1995, p. 139-149.

MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT. *Environmental performance indicator*.

Confirmed indicators for solid waste, hazardous waste and contaminated sites. Wellington: Ministry for the environment, 2000.

NIEMELÄ, J. Ecology and urban planning. *Biodiversity and conservation*, 1999, vol. 8, p. 119-131.

ÖZGÜNER, H. & KENDLE, A. Public attitudes towards naturalistic versus designed landscapes in the city of Sheffield (UK). *Landscape and Urban Planning*, 2006, vol. 74, p. 139-157.

PLATT, R. From commons to commons: evolving concepts of open space in North American cities. In: PLATT, R.; ROWNTREE, R. & MUICK, P. (eds.): *The ecological city*. Amherst: The University of Massachusetts Press, 1994, p. 21-40.

PURCELL, A. T. & LAMB, R. J. Preference and naturalness: an ecological approach. *Landscape and Urban Planning*, 1998, vol. 42, p. 57-66.

REBELE, F. Urban ecology and special features of urban ecosystems. *Global ecology and biogeography letters*, 1994, vol. 4, p. 173-187.

ROOVERS, P.; DUMONT, B.; GULINCK, H. & HERMY, M. Recreationist' perceived obstruction of field and shrub layer vegetation. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2006, vol. 4, p. 47-53.

SCIPIONI, A.; MAÍZ, A.; ZULIANI, F. & MAZON, M. The ISO 14031 standard to guide the urban sustainability measurement process: an Italian experience. *Journal of Cleaner Production*, 2008, vol. 16, N° 12, p. 1247-1257.

SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (SEPA). Horizontal guidance for noise. Part 2 - Noise assessment and control. Integrated pollution prevention and control. Bristol: Environment Agency, 2004.

TORO, G. V. y MARÍN, L. A. Índice de calidad del aire para el valle de Aburrá. *Revista de producción + limpia*, 2006, vol. 1, N° 1, p. 102-107. Disponible en Internet:

www.metropol.gov.co/produccionmaslimpia/contenidos

TYRVÄINEN, L.; MAKINEN, J. & SCHIPPERIJN, J. Tools for mapping social values of urban woodlands and other green areas. *Landscape and Urban Planning*, 2007, vol. 79, p. 5-19.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). Solid waste management. Appendix C. Performance indicators for solid waste services. Nairobi: UNEP, 2005. Disponible en Internet: www.unep.org/jp/ietc/publications

URIBE, M. C. Cambio del sistema de calentamiento de agua empleando calderas por paneles solares y otros procesos de producción mas limpia. *Revista de producción + limpia*, 2007, vol. 2, N° 2, p. 31-37. Disponible en Internet: www.metropol.gov.co/produccionmaslimpia/contenidos

VAN DIJK, M. P. & MINGSHUN, Z. Sustainability indices as a tool for urban managers, evidence from four medium- sizes Chinese cities. *Environmental impact assessment review*, 2005, vol. 25, p. 667-688.

VAN HERZELE, A. & WIEDEMANN, T. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 2003, vol. 63, p. 109-126.

VÉLEZ, L. A. La conservación de la naturaleza urbana. Un nuevo reto en la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI. *Bitácora*, 2007, vol. 11, N° 1, p. 20-27.

VÉLEZ, L. A. y GÓMEZ, S. A. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor*, 2008, vol. CLXXXIV, N° 729, p. 31-44.

WARD, T. C. Urban open space in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 2002, vol. 60, p. 59-72.

ZILANS, A. & ABOLINA, K. A methodology for assessing urban sustainability: aalborg commitments baseline review for Riga, Latvia. *Environmental, development and sustainability*, vol. 11, N° 1, 2007.