

Silvia DE SCHILLER

## TRANSFORMACIÓN URBANA Y SUSTENTABILIDAD

### RESUMEN

Se presenta la relación entre tejido urbano y calidad ambiental, foco principal del trabajo, con el fin de demostrar el impacto ambiental de los edificios en la transformación de la ciudad. Los resultados obtenidos permiten detectar la importancia relativa de las decisiones de diseño. Se realizaron simulaciones y mediciones del microclima local a escala de diseño urbano, utilizando variables clave, tales como la radiación solar directa y proyección de sombra, protección de viento y aceleraciones, y la demanda de energía convencional para calefacción, enfriamiento e iluminación en distintas épocas del año. Los impactos considerados dependen de la forma de los edificios en estudio y los circundantes, así como los espacios exteriores adyacentes. El análisis se aplica a una serie de edificios con formas alternativas, dentro de la grilla ortogonal tradicional típica de la ciudad de Buenos Aires, para demostrar cómo la transformación del tejido urbano, resultante de tendencias de globalización, afecta la calidad del espacio urbano y la sustentabilidad del hábitat construido.

### ABSTRACT

The relation between urban tissue and environmental quality is presented in order to demonstrate the environmental impact of building form. The results are used to detect the relative importance of design decisions. Local microclimate, at the urban design scale, was simulated and measured, considering key variables such as direct solar impact and shade, wind protection and acceleration, and energy demand for heating, cooling and lighting. These variables are analysed at different seasons of the year. The impacts considered depend on the building form under study, the neighbouring buildings and the adjacent outdoor spaces. The analysis is applied to a series of alternative building forms in a typical block found in the traditional orthogonal grid of the city of Buenos Aires to show how the transformation of urban tissue as a result of global trends affects the quality of urban space and the sustainability of built form.

### Palabras clave

Sustentabilidad. Calidad ambiental.  
Tejido Urbano. Buenos Aires.  
Transformación urbana.

### Key words

Sustainability. Environmental quality.  
Urban tissue. Buenos Aires. Urban  
transformation.

Recibido: 02-10-02  
Aceptado: 13-12-02

## ■ INTRODUCCIÓN

Las tendencias globalizantes en diseño urbano, relacionadas con los cambios en la morfología de las ciudades, provocan impactos ambientales significativos que influyen en la sustentabilidad del hábitat construido. Estos impactos dependen de las condiciones climáticas específicas, adicionalmente a las tendencias históricas de desarrollo urbano y los cambios actuales. Los estudios presentados en este trabajo están basados en la ciudad de Buenos Aires, empleados como ejemplo de la transformación urbana desarrollada en el tejido regular de calles ortogonales, típicas de las ciudades de raíces españolas en Latinoamérica.

El desarrollo de ese tejido, basado en el plan original de la ciudad establecida en la época colonial, ya presentado en trabajos anteriores (de Schiller, 2000; de Schiller, 2001), fue conservado a través del tiempo a pesar de los cambios significativos producidos en la morfología de la edificación. En las últimas décadas, sin embargo, se ha experimentado una aceleración en los cambios, provocando impactos ambientales, explorados y analizados en una serie de estudios resumidos en el presente trabajo.

Cabe considerar que los impactos estudiados dependen, tanto de las condiciones climáticas específicas como de las líneas históricas de desarrollo urbano y de la influencia de las actuales tendencias en el marco de la globalización en tecnología y diseño.

### FIGURA 1

La extendida trama urbana ortogonal de Buenos Aires vista desde el aire, iniciada en el casco céntrico fundado hace cuatro siglos, continúa casi sin interrupciones hasta las zonas periféricas y suburbanas.

Edificaciones de distintas morfologías ocupan la superficie de la retícula amanzanada, en un continuo proceso de desarrollo y densificación a través del tiempo.



Se ha tomado el tejido de la ciudad de Buenos Aires a efectos de usar un caso de estudio que permita ejemplificar la transformación urbana desarrollada dentro de la trama regular de calles dispuestas en forma ortogonal, típico trazado heredado de las ciudades coloniales de Hispanoamérica, y plantear una metodología con capacidad de integrar estudios alternativos y complementarios. A tal fin, la metodología combina campañas de mediciones en espacios públicos, observaciones del uso del espacio abierto y simulaciones de sol y viento en conformaciones urbanas de diferentes características para analizar la influencia de la forma construida sobre el impacto ambiental a escala arquitectónica y urbana. Este marco de referencia se emplea para detectar la importancia relativa de las decisiones de diseño sobre dichos impactos.

## ■ EVIDENCIA Y ARGUMENTACIÓN

La sustentabilidad urbana se ve fuertemente afectada por el rápido proceso de cambios que se producen en las características morfológicas del tejido, especialmente por el grado de "compactación" o "porosidad" resultante. Se argumenta entonces que dichos cambios modifican la calidad ambiental de los espacios urbanos y microurbano, al mismo tiempo que inciden en el tipo e importancia de los impactos negativos de la masa edificada al ambiente y favorecen la dependencia en los recursos energéticos para lograr ámbitos interiores suficientemente habitables, o bien, que permiten alcanzar niveles adecuados de confort por medio de acondicionamiento natural con un mínimo de instalaciones.

Uno de los pilares más importantes de la argumentación que se presenta en este trabajo considera que la sustentabilidad del ambiente construido depende no solamente de la capacidad de controlar el uso de energía en edificios y favorecer el manejo adecuado de los recursos físicos, sino que se pretende también llegar a influenciar los niveles de calidad a alcanzar, incluyendo el confort de los espacios exteriores aptos para la vida urbana. Se interpreta que los espacios atractivos y confortables dentro del ámbito ciudadano pueden motivar positivamente a los "usuarios de ciudad", afectando sus percepciones, así como la aptitud para habitar y transitar, de modo tal que contribuya positivamente a la sustentabilidad urbana en el largo plazo.

Por otro lado, y a fines de la instrumentación para sustanciar la evidencia, se presentan una serie de conceptos y técnicas que permiten analizar la



influencia que los edificios ejercen sobre los impactos ambientales en varios niveles de la escala urbana y según sus formas alternativas. Considerando la escala de diseño urbano, se tomaron variables ambientales clave, de fácil pero irrefutable cuantificación, tales como el impacto solar directo y la proyección de sombras, la protección y aceleración de viento en invierno, la captación de brisas estivales, refrescamiento por radiación nocturna y demanda de energía requerida para calefacción, refrigeración e iluminación, analizando dichas variables en distintas épocas del año. Se estudiaron y cuantificaron los impactos generados, tanto por la forma edificada bajo estudio como por los edificios vecinos y espacios exteriores adyacentes. El análisis se aplica a una serie de edificios con configuraciones morfológicas alternativas sobre la base de igual densidad constructiva, en una manzana o bloque típico de Buenos Aires en un contexto de trazado regular tradicional.

## ■ REALIDAD Y SIMULACIÓN

Para dar base al análisis comparativo con diseños alternativos y volúmenes equivalentes con diferentes alturas e idéntica superficie, se identificó un caso paradigmático de "edificio transformador de ciudad", "Le Parc", en este caso una torre de viviendas exclusivas de 164 m de altura construida en el centro o corazón de manzana del tejido urbano convencional.

Con el objetivo de evaluar las condiciones ambientales de los diferentes tejidos urbanos que cada uno genera si se multiplicara el fenómeno, se llevaron a cabo ensayos en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía, equipado con un heliodón de múltiples soles y un túnel de viento de baja velocidad. Se realizaron así estudios comparativos de interfaz entre la forma de los edificios y el espacio

urbano generado, analizando el efecto de la configuración de espacios abiertos públicos, tanto comunes como privados, así como también la influencia del trazado en la dependencia del automóvil, la facilidad de accesibilidad peatonal, la vitalidad de la calle y la capacidad de favorecer las funciones urbanas y facilitar la variedad de usos, factores todos ellos que contribuyen a una fluida retroalimentación de la calidad de vida urbana.

Dado que los espacios urbanos y microurbano constituyen una parte esencial del análisis, se realizaron mediciones locales de temperatura, humedad, radiación solar y velocidad de viento, a fin de detectar las variaciones locales y la conformación de zonas con características microclimáticas particulares. Asimismo se llevaron a cabo campañas de observaciones referidas al comportamiento de los usuarios y sus reacciones y preferencias del uso de espacios exteriores urbanos, especialmente flujos comparativos de movimiento peatonal en calles que presentan distintas condiciones ambientales y configuraciones espaciales (de Schiller, 2000). Según Baker (2000), las respuestas térmicas al ambiente están condicionadas por las situaciones ambientales en las que se desempeña el hombre. De este modo, los niveles de confort interior se ven también afectados por las condiciones del ambiente exterior, las que se experimentan diariamente en y durante las actividades llevadas a cabo en ámbitos urbanos, caminando al trabajo, haciendo compras, estacionando un vehículo, accediendo a un edificio, leyendo un periódico en una plaza, etc. El presente trabajo intenta, por lo tanto, contribuir a la mejor comprensión de los fenómenos que afectan los niveles de habitabilidad de los espacios urbanos y una mayor especificidad del rol que cumplen las decisiones del diseño en ese difícil equilibrio entre el confort de los espacios interiores con

**FIGURA 2**

Realidad y simulación: estudios de un sector urbano y ensayos con maquetas en el heliodón del Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE.



su demanda de energía requerida para acondicionarlos, y la calidad de los espacios exteriores del entorno urbano con condicionantes locales particulares.

## ■ RECIENTES TENDENCIAS EN DESARROLLO URBANO

A efectos de analizar la secuencia del cambio sufrido por el tejido en los últimos tiempos, se definieron grandes etapas de desarrollo urbano que ejemplifican la transformación de la forma urbana dentro de la típica grilla latinoamericana, a través de configuraciones características de subdivisión de lotes y formas de ocupación, según modificaciones en los códigos de edificación. Se analizaron cinco pasos en esta secuencia, desde la introducción de un edificio singular en altura dentro de la manzana en medio de la edificación de baja altura y alta densidad, típica del tejido compacto de los bloques con frentes edificadas sobre la línea municipal y el "corazón de manzana", hasta el modelo "abierto" de torres de gran altura, aisladas y desconectadas entre sí.

Un factor crítico en el proceso de cambio morfológico del tejido radica en la tendencia a favorecer desarrollos de edificios en altura de acuerdo con los incentivos introducidos en sucesivas modificaciones de la legislación urbanística, actualmente en revisión. Este soporte legal, que influye fuertemente en la forma edificada, impacta a su vez sobre la demanda de energía, la calidad ambiental de los espacios que rodean dichos edificios y la conformación espacial del tejido. En este contexto, es importante y necesario proporcionar un marco instrumental para la evaluación de sustentabilidad urbana, con criterios y técnicas que permitan detectar, calificar y cuantificar el resultado de las decisiones de diseño tomadas en los proyectos a evaluar y las estrategias de planeamiento físico adoptadas.

Es relevante recordar aquí que tanto el control edilicio como las reglamentaciones de zonificación urbana, fueron introducidos con el fin de asegurar niveles mínimos de habitabilidad, considerando como tal a la iluminación natural, la ventilación natural y el acceso al sol, no sólo en el interior de los edificios, sino también en su entorno inmediato y tejido urbano en general. La tipología de edificio en torre de perímetro libre fue permitida y promovida como una manera de lograr mayor densidad urbana sin comprometer la calidad ambiental. Los códigos de ordenamiento urbano de las ciudades de Nueva York, Boston, Londres y otros importantes centros

metropolitanos dieron lugar a mayores alturas de edificación y densidad para aquellos edificios con retiros sobre el frente y los laterales, de modo de permitir vistas al cielo entre edificios y desde las diferentes fachadas. Este cambio contrasta con el desarrollo edilicio tradicional de frentes continuos sobre la calle, que reciben luz y ventilación por encima de la fachada opuesta.

Tanto los códigos de edificación como los urbanos han sido los promotores de distintas formas tipológicas en diferentes épocas. La torre sobre un podio, por ejemplo, mejora el acceso a la iluminación natural de los terrenos linderos, mientras permite mayor superficie cubierta en los pisos inferiores de mayor valor para usos comerciales. La torre de perímetro libre aumenta la superficie del terreno sin construir, proporcionando más "espacio urbano", con mayor potencial de vegetación y terreno absorbente. La forma clásica del rascacielos neoyorquino, con varios escalonamientos en sus pisos superiores, también respondía a las líneas de acceso a la luz exigidas en los códigos de esa ciudad. En Buenos Aires, el Edificio Kavanagh (1936) adoptó esa forma, aunque difería de los lineamientos del código local de esa época, un caso temprano de globalización de la imagen de edificio "hito" y un alarde de avance tecnológico, ya que se trataba del edificio más alto del mundo construido en hormigón armado.

### FIGURA 3

Convivencia de edificios viejos y nuevos dentro de la trama convencional.

El desarrollo edilicio dentro del tejido urbano existente produce perfiles irregulares de calles, fuertemente marcados por los cambios en la legislación y los códigos de ordenamiento, aunque limitado a emprendimientos individuales.

La presencia de la vegetación con hileras de árboles a ambos lados de la calzada, aun en zonas céntricas de Buenos Aires, contribuye a definir la calle urbana y proporcionar continuidad y escala al peatón.





## ■ INFLUENCIA DE LOS EDIFICIOS Y SUS FORMAS EN EL DESARROLLO URBANO

Se trató de sintetizar las diferentes etapas del desarrollo urbano de la ciudad de Buenos Aires a través de una caracterización de configuraciones típicas de tejido urbano, tomando morfologías edilicias alternativas de igual volumen, comprendidas en una manzana o bloque. Partiendo del tejido existente, según la clásica subdivisión de tierra en lotes de ancho fijo (8,66 m) y profundidad variable, se analizaron alternativas, tales como la torre de perímetro libre y gran altura, su equivalente volumétrico en cuatro torres también de perímetro libre y menor altura, el bloque perimetral con patio central y tiras o barras paralelas. En la figura 4 se presentan las cinco alternativas morfológicas estudiadas, mostrando el caso aislado y el proceso de multiplicación de cada tipología, según las siguientes características:

### **Densificación convencional del tejido urbano existente**

El tejido convencional típico de la grilla porteña, con patios interiores de limitado tamaño y edificación baja y compacta, se fue densificando al crecer en altura la masa edificada, aunque se mantuvo la subdivisión en lotes. Posteriormente, con el englobamiento de lotes favorecido por códigos y normativas urbanas, el tejido relativamente homogéneo se vio perturbado por la aparición de edificios altos. Ello dio por resultado un tejido mixto y discontinuo. El ejemplo muestra las primeras etapas del proceso de densificación y aumento de altura del tejido urbano, siempre dentro de la división convencional en parcelas. Aunque el acceso al sol como a la luz son muy limitados en el interior de los edificios, las características ambientales de las calles mantienen ciertos aspectos favorables, propios del uso intenso y actividades mixtas. Si bien los frentes son continuos, la edificación de baja altura permite buena ventilación e iluminación.

### **Manzana o bloque con patio central**

Este modelo ideal de bloque con edificación continua, con frentes hacia las calles en la cara exterior y patios hacia el interior, es un ejemplo paradigmático de configuración del tejido que mantiene el carácter de la calle y ordena los fondos, a fin de formar un centro o corazón verde. A través del control de retiros de fondo y altura en la edificación permitida en cada parcela, los códigos de ordenamiento urbano intentaron lograr infructuosamente este tipo de tejido regular. Sin embargo, la forma pareja con altura homogénea y fondos abiertos en el centro del bloque, no es

característica de Buenos Aires, dada la gran fragmentación en la tenencia de la tierra y la edificación preexistente. Es interesante notar que la multiplicación de este patrón produce un tejido de características inversas a la textura abierta de torres aisladas promovidas por las últimas actualizaciones de los códigos.

### **Barras paralelas en una manzana o bloque**

Este modelo, basado en los estudios de Gropius y la Bauhaus, permite lograr condiciones ambientales similares en todas las unidades de vivienda que componen cada "tira" o "barra". Aunque la configuración de edificios en forma de barras paralelas se ha aplicado en conjuntos de vivienda social ubicados en zonas suburbanas o periféricas, típicos de la construcción de las décadas de los cincuenta y sesenta, bajo la influencia de conjuntos habitacionales europeos, esta alternativa, tal como se muestra en el ejemplo, fue escasamente desarrollada dentro del tejido convencional de bloques urbanos. Si bien el modelo permite mantener parcialmente la conformación tradicional de la calle, al menos en dos frentes del bloque, en la práctica la tipología fue generalmente utilizada en terrenos irregulares de mayor tamaño sin alineación con las calles perimetrales.

### **Cuatro torres en una manzana o bloque**

Con el mismo volumen, se configura en este caso la alternativa de cuatro torres dentro de una manzana, las que pueden presentar diferentes variantes de forma y ubicación en cuanto a altura, disposición y distancias entre sí. Se corta así el frente continuo sobre la calle, perdiendo en gran medida la relación de la masa edificada y la trama circulatoria, tanto peatonal como vehicular.

### **La torre de perímetro libre y gran altura**

Esta tipología morfológica está basada en el caso real del Edificio "Le Parc", construido en el centro del bloque urbano, el corazón de la manzana, como si fuera el negativo o la inversa de la situación tradicional, caso que representa el extremo del modelo. La incorporación de espacios verdes dentro del denso y compacto tejido urbano interrumpe la continuidad del perfil de la calle y reduce la calidad y el carácter de "urbanidad", al eliminar las actividades y los usos que se daban en el caso anterior a lo largo de la calle. En contraste con el modelo ideal que proponía Le Corbusier, el espacio urbano es aquí privado, con un claro intento de

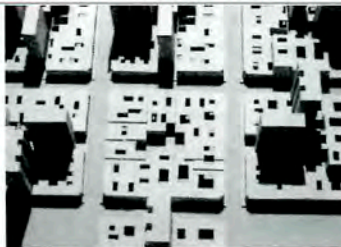
**FIGURA 4**  
 ESTUDIO DE CINCO TEJIDOS  
 ALTERNATIVOS  
 CON LA MISMA SUPERFICIE  
 CUBIERTA Y VOLUMEN  
 EDIFICADO.

**Tejido**

**Una manzana**

**Multiplicación del fenómeno**

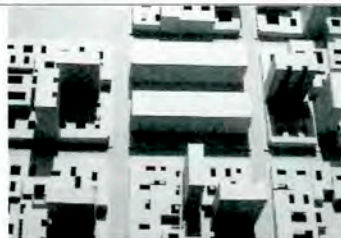
Edificación tradicional compacta en manzanas sobre trazado ortogonal en cuadrícula, de baja altura y patios reducidos.



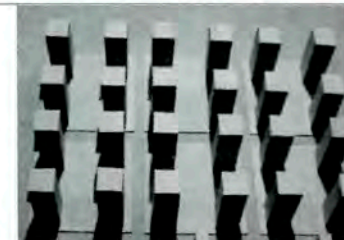
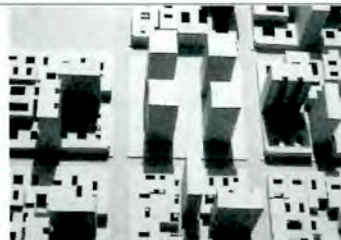
Desarrollo perimetral de la manzana, con patio interior común, que mantiene la definición espacial y valorización de la calidad urbana de la calle.



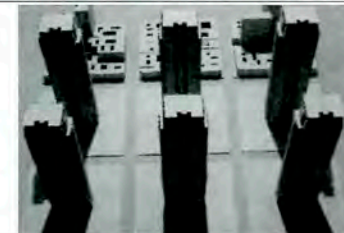
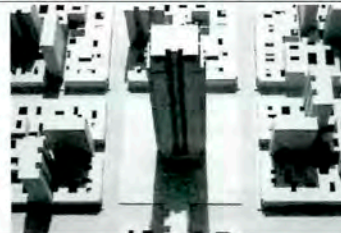
Barras paralelas. Inicio de la ruptura de la continuidad y definición de la calle.



Cuatro torres aisladas de perímetro libre en una manzana incrementan la "desmaterialización" de la calle tradicional.



Una torre de perímetro libre por manzana, paradigma del tejido abierto con edificio de perímetro libre en altura y total indefinición de la calle.





### FIGURA 5

El cambio en pleno desarrollo (izq.): el paradigma del modelo de tejido abierto, con torres de perímetro libre, como el Edificio "Le Parc", rodeado por otras torres. A pesar de alcanzar alta densidad, no aporta urbanidad.



En otras zonas de la ciudad (der.), nuevas torres conviven con edificios existentes en la trama tradicional, con variedad y multiplicidad de usos.

### FIGURA 6

Etapas de la transformación del tejido urbano de la ciudad de Buenos Aires, latitud 34° S, en el proceso de "verticalización". Simulación de sombras a la misma hora del día y estación del año.

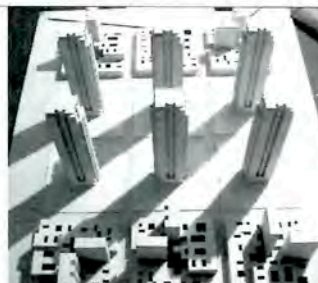
10 horas, equinoccio



Tradicional



Una torre



Varias torres

### FIGURA 7

La avenida Corrientes en el centro de Buenos Aires. Este perfil urbano, irregular y discontinuo, es típico de las calles y avenidas del tejido convencional de la ciudad. Es el resultado del desarrollo edilicio individual de iniciativa privada y la aplicación de modificaciones sucesivas de códigos.



segregar al edificio de la trama circundante y la esfera pública, excluyendo toda actividad de carácter urbano. Este caso constituye el paradigma del modelo de torre, edificio de perímetro libre rodeado de espacio verde, sin actividad urbana, a pesar de alcanzar alta densidad de población. La multiplicación del fenómeno con torres de igual tipología, manteniendo el trazado de calles y amanzanamientos, produce un tejido urbano abierto y sin actividad urbana. La textura resultante de esta transformación no sólo es diferente al patrón tradicional, sino opuesto al mismo, especialmente respecto al grado de urbanidad y desprotección ambiental del peatón.

## ■ SOL EN ESPACIOS URBANOS

El acceso al sol, promovido por la legislación, de modo de asegurar iluminación directa, era considerado como un beneficio importante en las altas latitudes de Europa y América del Norte. Por varias décadas, las normativas de vivienda han requerido un período mínimo de exposición al sol en las habitaciones principales de la unidad de vivienda en una determinada época del año, generalmente en invierno. Por ejemplo, los estándares fijados en el Reino Unido requerían como mínimo una hora de sol en las habitaciones principales durante el solsticio de invierno (MoHLG, 1965). Sin embargo, la evaluación de acceso al sol es mucho más compleja en los climas tropicales y subtropicales, donde la sombra estival adquiere gran importancia, mientras el impacto de sol directo sobre fachadas plenamente expuestas puede provocar serios efectos de sobrecalentamiento.

Otra marcada diferencia típica de los climas fríos del hemisferio norte radica en la exclusiva preocupación por la captación de sol en los espacios interiores en invierno, dado que los mismos son más usados que los espacios exteriores. Sin embargo, en climas cálidos y templados, sol y sombra son condiciones igualmente necesarias para promover buenos niveles de habitabilidad y uso fluido del espacio exterior. Por lo tanto, al analizar alternativas del tejido urbano en estos casos, se deben definir requerimientos variados y específicos para lograr acceso y protección del sol, considerando la adaptación estacional en respuesta a las condiciones climáticas.

Durante la época fría de invierno, el acceso directo al sol es no sólo deseable, sino exigible, al menos durante un período mínimo en los locales principales de las viviendas. Por la misma razón, el acceso al sol es también

necesario para lograr o mejorar el confort en las zonas de circulación peatonal pública al exterior. En este caso, el requerimiento no se define en períodos mínimos de tiempo, sino en la proporción del espacio soleado y la distribución espacial durante las horas cuando la altura angular del sol excede un límite mínimo.

Sin embargo, el acceso al sol directo es igualmente deseable en los espacios exteriores privados, al menos en forma parcial, especialmente en zonas para juegos de niños, secado de ropa, recreación pasiva, etc. En estos casos, las horas de uso pueden ser más críticas si se trata de asegurar el acceso al sol en edificios vecinos y espacios aledaños, con el fin de lograr equidad social y ambiental mientras se protege el acceso al sol de los edificios bajo análisis.

La exposición al sol en la estación estival es absolutamente crítica, en particular si se desestima la importancia de la protección solar. Por ello, resulta esencial que tanto la morfología de los edificios como sus componentes incorporen estrategias de protección solar y se eviten grandes superficies vidriadas en la fachada este y aún más en la orientada al oeste. En estos casos, los edificios deben proporcionar sombreado parcial en zonas de circulación peatonal, así como espacios arbolados, a fin de proporcionar protección solar a mediodía cuando el sol se encuentra cercano al cenit. La provisión de árboles y vegetación es una importante estrategia de microclimatización para lograr sombra parcial, considerando que en estas latitudes los grandes espacios abiertos, tanto públicos como privados, pueden recibir escaso sombreado proveniente de la construcción circundante a mediodía en verano.

En parte, algunos de los criterios mencionados responden a conceptos tradicionales de acceso al sol, mientras otros permiten contemplar opciones y alternativas para requerimientos específicos, expresados en la definición del "clima urbano ideal" (Katzschner, 2000) que consiste en "la provisión de espacios con microclimas confortables a distancias reducidas para el peatón".

### **Análisis y evaluación de acceso a sol y sombra en espacios urbanos**

Implementando estos criterios, se realizaron estudios en el heliodón para evaluar el acceso a sol y sombra en diferentes tejidos de alta densidad



dentro de la típica manzana tradicional de la zona central de la ciudad de Buenos Aires, de 100 m x 100 m, con 17 m de ancho aproximado de calle. Todas las configuraciones estudiadas son alternativas morfológicas de idéntico volumen, a fin de comparar la calidad ambiental en cada caso, según se muestra en la figura 4. A tal fin se seleccionaron cinco modelos representativos de las tendencias seguidas en el desarrollo urbano de la ciudad en períodos diferentes y secuenciales. La mayoría de los modelos son simétricos, dada la tradición de desarrollo en lotes individuales con frentes limitados, en contraposición al desarrollo de una manzana urbana completa. Ello permite estudiar igualdad de oportunidades de desarrollo en términos de superficie ocupada, aunque no se logren equivalencias de calidad ambiental.

La forma tradicional de bloque o “manzana”, densa masa edilicia perforada por patios, con frentes continuos sobre la calle, era originalmente de altura pareja con espacio abierto central. Con el correr del tiempo, la cobertura del suelo alcanzó a ser muy alta en áreas centrales donde se insertan actualmente edificios de 8 a 10 pisos, según las posibilidades que permite el “englobamiento” o unificación de terrenos linderos.

Aunque el bloque urbano de perímetro compacto, típico desarrollo del bloque centroeuropeo denominado “bloque de Berlín”, fue un objetivo teórico de los pasados códigos de planeamiento de la ciudad, rara vez se cumplieron en la práctica, dada la fuerte fragmentación de la tenencia de la tierra y de las sucesivas marcas dejadas por el desarrollo urbano encarado en forma individual y parcial. Ello se debe también a la dificultad por ejercer control en el desarrollo no autorizado, en los patios internos de la manzana escondidos del espacio público de la calle que la rodea.

No se consideraron aquí las condiciones ambientales en áreas de circulación vehicular, aunque se ha tomado en cuenta la proyección de sombras y los reflejos que producen *discomfort* visual, así como la importancia de iluminación parcial en invierno cuando queda excluido el bajo ángulo de sol por la altura de la edificación.

En algunos casos se estudiaron variantes morfológicas del tejido, alterando las orientaciones y distancias entre edificios, mientras en otros se analizaron las situaciones simétricas. Además, se ensayaron situaciones alterando la orientación de la cuadrícula y dirección de calles.

Adicionalmente al comportamiento del bloque urbano, se estudió el impacto ambiental de un bloque particular en relación con los bloques del entorno inmediato. En el primer caso, se consideró el efecto de un bloque con otros del mismo tipo a su alrededor, mientras en el segundo se evaluó el efecto producido al insertar un bloque alterado por un desarrollo diferente en el mismo contexto que el anterior.

Como ejemplo se tomó un caso paradigmático de los nuevos desarrollos urbanos de Buenos Aires, donde una torre de gran altura se ubica en el centro del bloque o “corazón de manzana”, ocupando el bloque completo con el espacio abierto privado que la rodea. Se estudió el efecto ambiental que produce esa torre como caso único en el tejido bajo y compacto, y también se simuló el efecto que resultara de multiplicar el fenómeno, produciendo una fuerte modificación del tejido, muy abierto con edificación alta y aislada, aun manteniendo el trazado original de las calles.

## ■ VIENTO Y VENTILACIÓN EN ESPACIOS URBANOS

Adicionalmente al impacto de acceso al sol en áreas urbanas, el viento afecta varios aspectos del comportamiento urbano y edilicio, tal como las pérdidas de calor de los edificios y el confort y habitabilidad de los espacios exteriores, tanto públicos como privados. A fin de determinar la influencia de esta variable climática, invisible, impredecible y de fuerte impacto ambiental en la calidad del espacio exterior urbano, se realizaron estudios en laboratorio y mediciones *in situ*.

Las mediciones de velocidad de viento se llevaron a cabo en dos etapas. En la primera se detectaron casos de edificios en altura que interrumpen el compacto tejido urbano existente (de Schiller, 2000), midiéndose las aceleraciones producidas a su alrededor y en espacios abiertos cercanos. En la segunda se hicieron una serie de cortes transversales sobre un sector del área central, comprendido entre la zona baja cercana a Río de la Plata y el puerto de Buenos Aires, cruzando la barranca y la zona de torres de oficinas, pasando por un sector de edificación compacta que continúa el típico damero residencial urbano. En ambas experimentaciones y mediciones, el aumento de la velocidad del viento al nivel peatonal dependía de la altura y forma de los edificios circundantes, con clara tendencia a significativos incrementos de velocidad y efectos negativos de *discomfort* alrededor de las torres de perímetro libre.

**FIGURA 8**

Sombras en invierno, equinoccio y verano a distintos momentos del día, de 8 a 16 horas, en el tejido abierto modificado por la multiplicación del fenómeno y pérdida de la textura compacta tradicional.





Estas campañas de medición y experimentación directa en el sitio, se complementó con simulaciones de fluidodinámica computada (CFD) y con ensayos en el túnel de viento de baja velocidad.

Durante estos ensayos se identificaron las siguientes tres zonas diferenciadas en función de la configuración de los edificios y las características del régimen de viento resultantes:

1. *Alrededor de edificios en altura*, donde se incrementa significativamente la velocidad de viento, excediendo el promedio en zona urbana, habiéndose detectado velocidades de 2 a 5 m/s (metros por segundo) durante las mediciones en el corte transversal del sector urbano estudiado.
2. *En el tejido urbano compacto tradicional*, donde las bajas velocidades de viento oscilaban entre 0,3 y 1 m/s.
3. *En zonas de transición*, comprendidas entre el borde del área central y la zona abierta cercana al puerto, con anchas avenidas perpendiculares al río, se observaron velocidades intermedias.

El cuadro 1 muestra los resultados generales obtenidos en ensayos de laboratorio y mediciones *in situ*, clasificados por rangos de velocidades de viento, según fueron detectados en áreas públicas al nivel peatonal. A fin de detectar tendencias en el comportamiento del transeúnte y la manera en que usa positivamente el espacio abierto de la ciudad, se llevó a cabo un estudio de flujos peatonales en sectores diferenciados de la trama urbana. A pesar de la limitada posibilidad de los peatones para trazar su ruta a través de espacios urbanos, de modo de evitar los efectos negativos del viento, el estudio demostró que el flujo de peatones es menor en áreas ventosas, aun en días con calma. También ejemplificó situaciones claras donde los peatones preferían evadir espacios potencialmente ventosos.

**CUADRO 1**  
CLASIFICACIÓN DE VELOCIDADES DE VIENTO

Tipo de bloque o "manzana"	Velocidad de viento al nivel peatonal
Tejido existente	Baja
Torre aislada de perímetro libre	Muy alta
4 torres aisladas	Alta
Bloque con patio o "corazón de manzana"	Baja
Barras paralelas (Bauhous)	Bajo - Media

## ■ DEMANDA DE ENERGÍA Y FORMA URBANA

A fin de interpretar el impacto de la configuración morfológica de los edificios sobre la demanda potencial de energía, se compararon diferentes índices de comportamiento térmico y energético. De esta forma, se pudo contar con una evaluación inicial de las variaciones potenciales en la demanda energética que resultara de transformar la forma de los edificios. Si bien se pueden aplicar distintos criterios de evaluación del comportamiento energético, el más sencillo es el denominado "factor de forma". Este factor indica la relación entre la superficie de la envolvente del edificio y su volumen construido, suponiendo igual conductividad térmica promedio en toda la envolvente. Si el fin es tomar en cuenta las variaciones típicas entre la transmitancia térmica de muros y techos, se puede aplicar, en cambio, un "factor ponderado de forma", según la superficie y características térmicas de cada elemento de la envolvente. Introduciendo otros factores, el coeficiente volumétrico de pérdida de calor "G" (Norma IRAM 11.604, 1998) permite indicar las pérdidas a través de la envolvente que se producen por transmisión y ventilación, dividido por el volumen calefaccionado. Con el Programa "Evaluador Energético" (Evans, 2001) se estima la demanda de energía requerida para calefacción, incluyendo factores adicionales referidos a clima, diseño arquitectónico, entorno, ocupación e instalaciones.

Baker y Steemers (1998) proponen el concepto de zonas "pasivas" y "activas". Las primeras se corresponden con aquellos sectores del edificio que se encuentran en contacto directo con el exterior y a una distancia de hasta 6 metros de las fachadas exteriores, donde el potencial de captación de sol invernal, ventilación e iluminación natural permite reducir la demanda de energía en instalaciones. En las segundas, zonas internas o "activas", la iluminación artificial y la ventilación forzada provocan mayor demanda de energía.

El concepto de zonas activas y pasivas se encuentra aplicado con mayor precisión en el Método LT, que permite estimar la demanda de energía anual en estas zonas, según la orientación de las fachadas y el porcentaje de superficies vidriadas. Adicionalmente, con programas complejos de simulación energética de edificios, tales como DOE, Blast, Energy Plus o Energy 10, se puede simular con mayor precisión la demanda de energía anual requerida para calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y otros usos.

Otros indicadores incluyen las fachadas orientadas al norte (en el hemisferio sur), es decir, las "superficies captadoras" expuestas al sol favorable de invierno, o con orientación oeste, que reciben sol desfavorable de baja altura en las tardes de verano. Las simulaciones térmicas pueden indicar las temperaturas internas máximas en verano según orientación y porcentaje de vidrio en la fachada, o la demanda pico de energía requerida para refrigeración.

Cabe aclarar que para el análisis energético y térmico de tejidos urbanos alternativos según la forma de los edificios, se requiere contar con valores comparativos más que valores absolutos precisos.

El cuadro 2 presenta los resultados de la evaluación del factor de forma y zonas "pasivas", donde se muestra que la variación del factor de forma en distintas alternativas de la misma tipología de bloque o "manzana" es mayor que la variación de los promedios de diferentes tipologías. Por lo tanto, se considera que este indicador no arroja resultados contundentes para este análisis comparativo.

En el cuadro 3 se presenta la exposición al sol invernal, tanto potencial como efectiva. Se hace notar que las formas simétricas cuentan con porcentajes similares de exposición al sol invernal proveniente del norte (hemisferio sur) y al sol estival del oeste. El denso tejido urbano tradicional presenta la situación más desfavorable debido a sombreados parciales en patios, seguido por el modelo de bloque con patio central. Los bloques paralelos tienen gran variación en sus exposiciones al sol, según la orientación, como indican las dos últimas filas del cuadro.

En el cuadro 4 se muestra la importancia de la proporción de superficie de techo en el tejido tradicional de baja altura. Si bien el cuadro 2 indica una reducida proporción correspondiente a la zona pasiva en este tejido, el uso del techo para ventilación e iluminación permite aumentar el porcentaje de la zona pasiva a 70 por ciento, característica potencialmente favorable y muy superior a los demás tejidos alternativos que forman parte del estudio.

## ■ EVALUACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS

El número de variables, bien sean ellas espaciales, ambientales, estacionales, etc., contribuye a dificultar la evaluación de las alternativas. A fin de superar este obstáculo, se empleó el siguiente método para visualizar

**CUADRO 2**  
FACTOR DE FORMA (FF) Y PORCENTAJE DE "ZONAS PASIVAS"

Tipo de bloque	FF	FF (ponderado)	Zona pasiva %
Existente	0,16 - 0,19	0,15 - 0,18	0,35 - 0,45
1 Torre aislada	0,14	0,15	0,64
4 Torres aisladas	0,18	0,19	0,72
Bloque con patio central	0,15 - 0,19	0,16 - 0,20	0,68 - 0,95
Barras paralelas	0,14 - 0,17	0,15 - 0,19	0,50 - 0,75

**CUADRO 3**  
PORCENTAJE DE MUROS ORIENTADOS AL N (SOL) Y PROPORCIÓN CON ACCESO AL SOL EN INVIERNO

Tipo de bloque	% muros al N	% muros al N con sol invernal
Existente	25	15
1 Torre aislada	25	25
4 Torres aisladas	25	25
Bloque con patio central	25	20
Barras paralelas N/S	40	35
Barras paralelas E/W	10	8

**CUADRO 4**  
SUPERFICIE DE TECHO COMO PROPORCIÓN DE LA ENVOLVENTE TOTAL Y LA SUPERFICIE CUBIERTA TOTAL

Tipo de bloque	Sup. techo Sup. envolvente %	Sup. techo Sup. cubierta %
Existente	50 - 67	20 - 33
1 Torre aislada	4	2
4 Torres aisladas	9	5,5
Bloque con patio central	16 - 29	7 - 17
Bloques paralelos	13 - 33	10 - 15



y analizar las ventajas comparativas de distintos tejidos urbanos. En el ejemplo se analiza la importancia relativa de las variaciones estacionales.

En el primer paso del método se asigna un número de orden de mérito de 1 a 5 (siendo 1 el mejor y 5 el peor) para cada tejido alternativo, correspondiente a cada uno de los distintos espacios analizados, en invierno y verano.

### CUADRO 5

EVALUACIÓN DE SOL Y SOMBRA CON NÚMERO DE ORDEN (DE MEJOR A PEOR) PARA DISTINTOS ESPACIOS EN DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO

Tipo de bloque	Fachadas		Veredas		Jardines	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Existente	4	5	2	4	1	5
1 Torre aislada	5	1	5	1	5	1
4 Torres aisladas	5	2	4	2	4	2
Bloque con patio central	3	4	1	5	2	4
Barras paralelas (E-W)	1	1	3	3	3	3

Continuando con el proceso de evaluación, el próximo paso reside en combinar los distintos órdenes de mérito en orden numérico para invierno y verano, pudiéndose aplicar un sistema de ponderación para tomar en cuenta la importancia relativa de distintos impactos de sol; por ejemplo, se puede considerar que el impacto del sol sobre fachadas es más importante que recibir sol en los espacios exteriores. Sin embargo, en muchos casos, la aplicación del factor de ponderación no afecta el orden de mérito final, pudiéndose aplicar directamente un promedio aritmético.

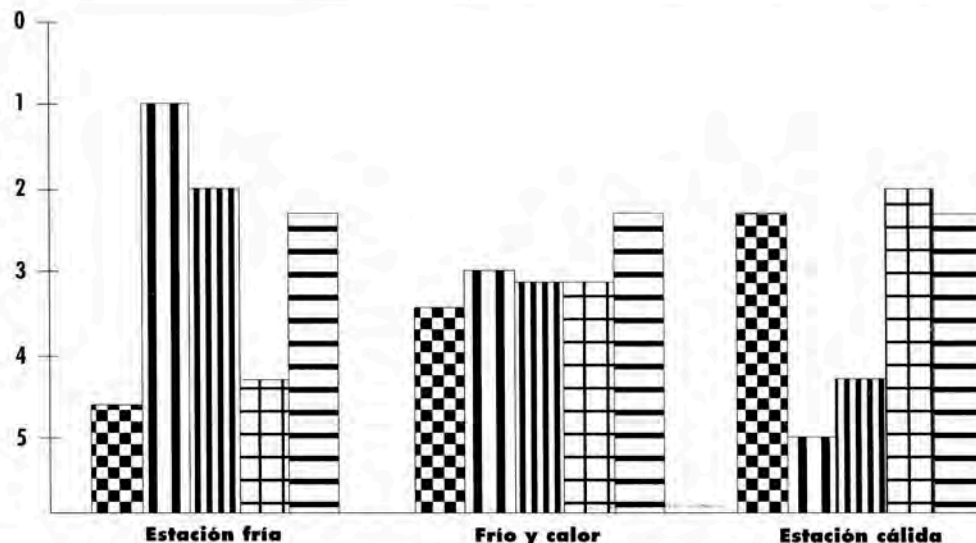
Finalmente, se grafican los resultados interpretando la combinación de factores correspondientes a la estación fría, cálida y el promedio de ambas (figura 9). Si se considera que la estación invernal es la más crítica, las columnas agrupadas a la izquierda indican el orden de preferencia, mientras las columnas a la derecha presentan las prioridades para verano. En el caso de Buenos Aires, donde existe un equilibrio entre las condiciones de invierno y verano, el sector central del gráfico indica las soluciones más favorables, que resultan en este caso los bloques o barras paralelas.

Asimismo, la figura 9 indica que una torre aislada de perímetro libre proporciona el mayor acceso al sol en invierno para los tres criterios empleados: sol sobre

### FIGURA 9

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE SOL Y SOMBRA EN INVIERNO, VERANO Y PROMEDIO DE AMBAS ESTACIONES

La escala indica el orden de preferencia de 1 (mejor) a 5 (peor).



fachadas, sol en espacios públicos y sol en veredas. Sin embargo, esta conformación también presenta el peor comportamiento en verano debido a la menor proyección de sombras. Por otro lado, el bloque perimetral con patio central se presenta como el más favorable en verano por la mayor proyección de sombra, aunque resulta menos conveniente en invierno con menor captación de sol. Aplicando este criterio, las barras paralelas tienen, sin embargo, favorable comportamiento en ambas estaciones.

**CUADRO 6**

EVALUACIÓN Y ORDEN DE PREFERENCIA RESPECTO A VIENTO Y MOVIMIENTO DE AIRE SOBRE FACHADAS Y EN ESPACIOS EXTERIORES PÚBLICOS Y PRIVADOS

Tejido alternativo	Fachadas		Veredas		Jardines	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Existente	5	1	3	1	3	1
1 Torre de perímetro libre	1	5	4	4	5	5
4 Torres de perímetro libre	2	4	5	5	4	4
Bloque perimetral con patio central	4	2	2	2	2	1
Barras paralelas	3	3	1	3	1	3

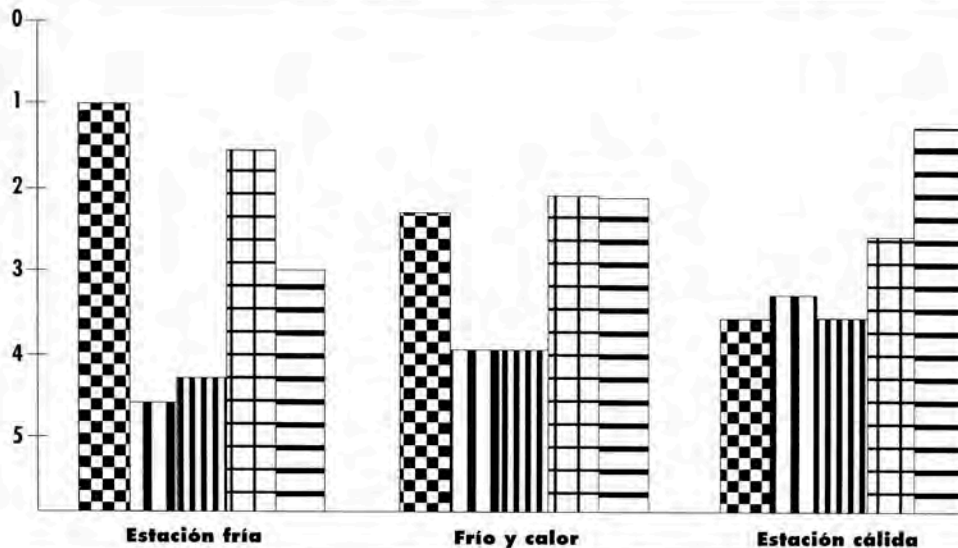
En el caso del impacto de viento en el tejido urbano, se aplica un procedimiento similar, considerando tres tipos de impacto: el aumento de pérdidas de calor e infiltraciones en fachadas, el impacto sobre el confort en espacios peatonales públicos y el impacto en los espacios exteriores privados. Analizando este factor, se estima que el movimiento de aire es favorable en verano, aunque las aceleraciones excesivas son perjudiciales. En invierno, en cambio, la protección del viento es siempre deseable, tal como muestran el cuadro 6 y la figura 10.

Además, se pueden considerar diferentes criterios para evaluar la demanda energética y, de la misma forma, obtener un orden de mérito para las alternativas planteadas. Así, por ejemplo, la demanda de energía para calefacción se relaciona con el factor ponderado de forma, la requerida para acondicionamiento de aire en verano depende en gran medida de la exposición al sol del oeste, y la demanda para iluminación y ventilación es proporcional a las zonas activas. En el cuadro 7 se muestran los resultados del orden de mérito de estos factores.

En este caso, la figura 11 indica que las barras paralelas logran buen comportamiento, tanto en invierno como en verano. Los tejidos menos favorables son los conformados por 4 torres y el caso del tejido

**FIGURA 10**

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE VIENTO EN INVIERNO, VERANO Y LA COMBINACIÓN DE AMBAS ESTACIONES





existente, aunque el primero se ve afectado negativamente en verano y el último en invierno.

Tanto los resultados como la combinación de las variables en distintas estaciones también recibirán la influencia de factores adicionales, tales como:

### CUADRO 7

EVALUACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN, ILUMINACIÓN Y ENFRIAMIENTO

Tejido alternativo	Calefacción Enfriamiento		Iluminación Ventilación		Ganancias solares	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Existente	2	1	5	5	2	5
1 Torre de perímetro libre	1	2	3	3	5	2
4 Torres de perímetro libre	5	4	2	2	4	3
Bloque perimetral con patio central	4	5	1	1	3	4
Barros paralelas	2	3	4	4	1	1

□ *Tipologías edilicias*: los edificios con elevada demanda de energía, tales como oficinas, hospitales, etc., tendrán un orden de mérito distinto a los edificios con baja demanda de energía del sector residencial. Ello se debe a las altas ganancias internas de los primeros que disminuyen su demanda de calefacción.

□ *Clima regional*: la importancia relativa del invierno y del verano en el acondicionamiento ambiental de edificios, así como el equilibrio en la aplicación de estrategias de diseño, cambia según las zonas climáticas.

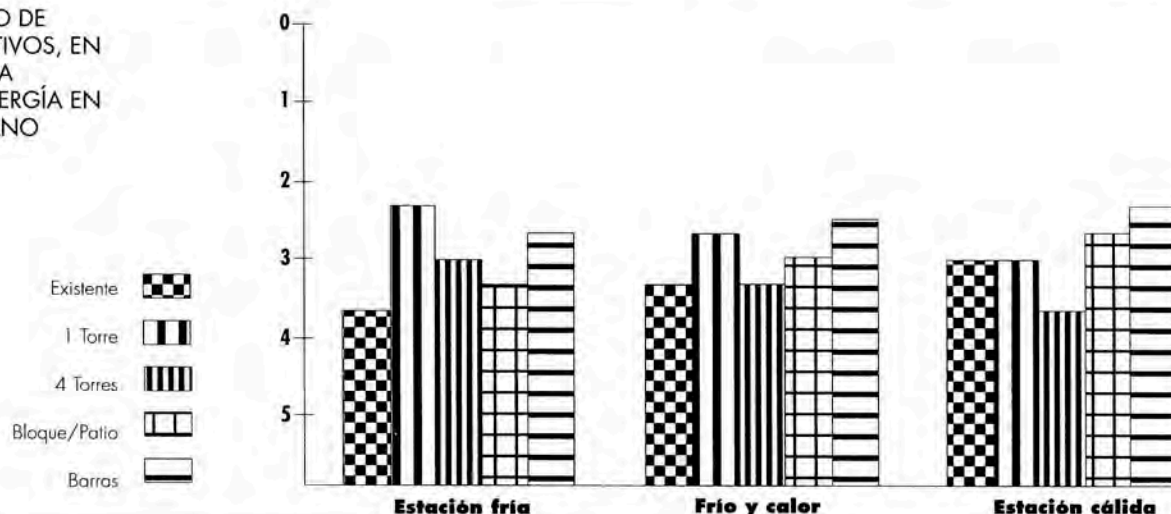
□ *Microclima*: las áreas ventosas cercanas a la costa y sitios en pendiente expuestos al viento tienen requerimientos diferentes respecto a sitios protegidos dentro de la trama urbana.

□ *Actividades previstas y/o planificadas*: los espacios destinados a recreación pasiva al aire libre tienen requisitos más exigentes que los planeados para circulación peatonal.

□ *Valores subjetivos*: considerando que el confort es una sensación subjetiva, los métodos deben permitir la instrumentación de criterios con valoraciones alternativas.

### FIGURA 11

ORDEN DE MÉRITO DE TEJIDOS ALTERNATIVOS, EN RELACIÓN CON LA DEMANDA DE ENERGÍA EN INVIERNO Y VERANO



### FIGURA 12

Las torres de Catalinas Norte vistas desde el frente ribereño de Buenos Aires. Esta zona fue transformada en las tres últimas décadas como resultado de introducir nuevas tipologías edilicias, que constituirían el paradigma del modelo.



### FIGURA 13

Las torres de perímetro libre configuran un tejido abierto, a diferencia de la edificación de frentes continuos sobre las calles de la zona céntrica linderera.



### FIGURA 14

La torre del Edificio "Le Parc" superando la altura de las torres convencionales en la zona residencial de alta densidad, Palermo, Buenos Aires.



## CONCLUSIONES

El estudio de la relación entre forma edificada y tejido urbano, presentado en este trabajo, proporciona evidencia del impacto ambiental que afecta el grado de sustentabilidad como resultado del proceso de transformación urbana.

Los diferentes tejidos urbanos, configurados en relación con formas arquitectónicas específicas, son representativos de teorías de desarrollo urbano aplicadas en Buenos Aires dentro de la grilla ortogonal latinoamericana.

Para evaluar los impactos producidos por la modificación edilicia en la trama de la ciudad, se llevaron a cabo dos líneas alternativas y complementarias de estudio, reflejando las diferentes maneras de inserción de las nuevas formas urbanas y arquitectónicas en la trama existente. En la primera serie de ejemplos se insertaron diferentes tipologías edilicias de idéntico volumen en un bloque o "manzana" rodeado de tejido convencional. En la segunda serie se muestra la transformación del tejido debido a la multiplicación del fenómeno, resultado de la inserción repetida de la misma morfología arquitectónica que crea y recrea nuevos paradigmas. Las variantes elegidas de distintas tipologías de edificios con igual volumen son representativas de la evolución sufrida en el campo conceptual y de implementación de códigos, así como de un proceso secuencial de transformación urbana.

La metodología desarrollada para la evaluación de dichas alternativas integra criterios y variables ambientales complementarios, tanto a escala urbana como microurbana, con diferentes tipologías edilicias. Esta evaluación se confronta con simulaciones y ensayos en laboratorio, los que permiten obtener una comprensión integral del fenómeno de transformación, así como de las implicancias relativas de sus componentes.

El impacto de varios factores ambientales pueden combinarse en índices, tales como el Voto Medio Predecible (Predicted Mean Vote, PMV, Norma ISO, 1994), que ofrece un método útil para integrar variables. Los resultados de la aplicación de dichos índices, desarrollados originalmente para ambientes interiores, muestran que también pueden proporcionar un valioso aporte para las condiciones del ambiente exterior, aunque los valores obtenidos sean menos precisos.



El método de evaluación gráfica utilizado, basado en un sistema de valores cualitativos, permite obtener resultados comparativos en invierno y verano, aportando además una visualización del necesario equilibrio a lograr entre los factores sociales, las condiciones climáticas y los requerimientos para cumplir estrategias ambientales locales.

El resultado de este análisis, más que tratar de identificar un tejido urbano ideal, trata de proporcionar una manera de comprender las consecuencias de las decisiones de diseño, interpretar los impactos de diferentes requerimientos de planificación urbana, y predecir la calidad espacial y ambiental resultante de aplicar instrumentos reguladores del entorno físico y la producción de hábitat.

Sin embargo, queda claro que la introducción de las tipologías empleadas en las edificaciones más recientes en Buenos Aires no promueven la mejor combinación de condiciones ambientales en los espacios urbanos, generalmente producto de vacíos e intersticios entre edificios.

En este contexto se identificaron tres factores que contribuyen al deterioro de las condiciones ambientales en los espacios urbanos:

- La introducción de características de diseño y tecnologías constructivas, combinadas con expectativas sociales y de imagen corporativa, si bien intentan mejorar las condiciones ambientales en el interior de los edificios, con frecuencia impactan negativamente en la calidad de los espacios exteriores en desmedro de la calidad del ambiente urbano.
- La misma forma empleada en entornos diversos presenta diferente comportamiento y calidad ambiental de los espacios exteriores, dependiendo de las condiciones climáticas locales. Por lo tanto, es importante identificar los requerimientos ambientales locales y las estrategias específicas de diseño a fin de seleccionar formas apropiadas y contribuir a la toma de decisiones en el proceso de producción de hábitat, tanto al nivel proyectual como normativo.
- La tendencia a proyectar edificios autistas, en altura, y de perímetro libre en parcelas individuales dentro de la trama urbana existente reduce la posibilidad de lograr un diseño coherente del espacio exterior y promover condiciones microclimáticas favorables a escala del peatón y del "usuario de ciudad".

En los tres factores anteriores, el denominador común coincide en la intrínseca relación y la dependencia que existe en las variaciones climáticas regionales y en las fuerzas de carácter social, económico y político de la globalización, que caracteriza la división Norte-Sur. En climas cálidos, el espacio exterior tiene un rol potencialmente mucho más importante por el uso activo y prolongado del espacio exterior o intermedio en comparación con espacios similares en climas fríos. Esta diferencia climática afecta el equilibrio entre áreas internas y externas, teniendo en cuenta la capacidad de uso y los criterios conceptuales que sustentan el diseño.

Finalmente, se argumenta que la sustentabilidad de los espacios exteriores urbanos dependen en gran medida de la calidad ambiental de las configuraciones morfológicas del hábitat construido. El estudio realizado sobre comportamiento del peatón en áreas urbanas también sustenta esta hipótesis, mostrando que mejor calidad de las condiciones ambientales aporta "urbanidad", al atraer usuarios de ciudad hacia los espacios confortables. La promoción de las actividades urbanas a través del control y mejoramiento de las condiciones ambientales contribuirán, por lo tanto, a la sustentabilidad de su desarrollo y ordenamiento.

## ■ RECONOCIMIENTOS

Los estudios y ensayos fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Estudios Bioambientales de la FADU, UBA, en el marco del Proyecto de Investigación UBACyT A-022 "Arquitectura sostenible: evaluación del impacto de las decisiones de diseño", dirigido por la autora.

La investigación, inscrita en el marco del Programa ALFA-ibis "Globalización, Forma Urbana y Gobernabilidad", coordinado por la Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos, es parte del proyecto "Forma Urbana Sustentable" que la autora desarrolla en el Centro de Diseño Urbano, Universidad de Oxford Brookes, Reino Unido.

Se valora especialmente el aporte realizado por los estudiantes: Julian Evans, en los registros fotográficos, Markus Vogl, de la Universidad de Munich, Alemania, y Paul Feldkamp, de la Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos, en la preparación de maquetas y de estudios de laboratorio como parte de sus actividades académicas realizadas durante sus pasantías en el Centro de Investigación Hábitat y Energía, FADU, UBA, de mayo a septiembre de 2001, bajo la dirección de la autora.

## BIBLIOGRAFÍA

BAKER, N. & STEEMERS, K.

1998

*The IT Method 2.0.*

Cambridge Architectural Research,  
Cambridge.

BAKER, N.

2000

"We are all outdoor animals".

K. Steemers and S. Yannas, eds.,  
*Architecture City Environment*, Proceedings of PLEA 2000, James and James, London.

DE SCHILLER, S.

2000

"Sustainable cities: Contribution of urban morphology".

K. Steemers and S. Yannas, eds.,  
*Architecture City Environment*, Proceedings of PLEA 2000, James and James, London.

DE SCHILLER, S., BENTLEY, I.,  
BUTINA WATSON, G.

2000

"Sustainable urban form, environment & climate responsive design".

*Sustainable Cities: Sustainable Development*, Proceedings of the 17th Interschools Conference, Oxford Brookes, Oxford.

DE SCHILLER, S.

2001

"Sustentabilidad y transformación del tejido urbano en la cuadrícula latinoamericana".

A. Falu y M. Carmona, eds., *Globalización, forma urbana y gobernabilidad*, Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.

EVANS, J. M.

2001

*Evaluador energético, método de evaluación de demanda energética en vivienda. Avances en Energías Renovables y Ambiente.*

Salta, Argentina, Inenco.

KATZSCHNER, L.

2000

"Urban climate maps - A tool for calculations of thermal conditions in outdoor spaces".

K. Steemers and S. Yannas, eds.,  
*Architecture City Environment*, Proceedings of PLEA 2000, London, James and James.

INSTITUTO ARGENTINO  
DE NORMALIZACIÓN

1998

"Norma IRAM 11.604, Transmitancia térmica mínima admisible", Buenos Aires, IRAM.

ISO EN 7730: 1994

1994

*Moderate thermal environments. Determination of PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort.*

Geneva, International Standards Organisation.

MINISTRY OF HOUSING AND  
LOCAL GOVERNMENT (MOHLG)

1965

*Housing Layouts.*  
Londres.