

Modificación de la morfología urbana en Bahía Blanca y su efecto sobre el viento

María Cintia Piccolo
Alicia M. Campo¹

Universidad Nacional del Sur – CONICET

1- Introducción

El estudio de la forma de la ciudad y de los procesos y personas que la modelan constituye la morfología urbana. Los procesos sociales y la actitud de los agentes sirven para sistematizar y entender mejor, aquello que vemos cotidianamente y que constituye el paisaje urbano (Vilagrasa, 1991). La concentración de población y actividades en un lugar dado se refleja en la aparición de un paisaje, de una morfología urbana. Smailes señala que el geógrafo debe considerar lo urbano como un tipo particular de paisaje producido por el hombre (Capel, 1975).

Cada ciudad tiene características propias y de acuerdo a ellas modifica su clima regional. Son numerosos los trabajos que se han realizado sobre los efectos de la urbanización sobre el clima de las ciudades (ej., Gardetti, 2000, Hill *et al.*, 2002). Dentro de la ciudad se reconocen estructuras edilicias que generan su propio microclima. Algunos microclimas ocasionan consecuencias atmosféricas indeseables ya sea intensificando la contaminación ambiental o aumentando la dispersión de polvo en suspensión por efecto del viento. Este parámetro ha sido ampliamente estudiado dentro de las ciudades, pero las mediciones se han efectuado generalmente en túneles de viento (Boldes *et al.*, 1990a, 1991) o bien sobre los techos de edificios altos, en plazas o en lugares abiertos alejados del conglomerado urbano. En consecuencia, al existir muy pocos trabajos realizados a nivel peatonal se desconocen patrones de su comportamiento.

La construcción de un nuevo edificio en un entorno consolidado puede generar interferencias en la captación solar, iluminación natural, movimiento de aire, aceleración de viento, visuales, y otros (Nahas *et al.*, 2002). Debido a la rugosidad urbana, a la canalización de los vientos en las calles ("efecto corredor"), como así también por influencia de la isla de calor que origina vientos térmicos, la ciudad modifica la velocidad y dirección del viento (Boldes *et al.*, 1990b). Al circular el aire entre los edificios se genera turbulencia y vórtices que perturban el desplazamiento de los habitantes. Dicho flujo se modifica constantemente en función de la forma, altura y disposición de unos con respecto a los otros.

Existen trabajos en nuestro país en esta temática. En la ciudad de Buenos Aires, de Schiller (2001, 2002) analizó una serie de casos donde edificios de gran escala en altura interrumpen el tejido urbano consolidado y la zona de la ciudad específicamente designada para edificios en torre. Realizaron mediciones *in situ*, observaciones directas y ensayos en laboratorio de situaciones ambientales urbanas en tramas existentes, las que proporcionaron datos de temperatura, asoleamiento y velocidad de viento para cuantificar el impacto resultante en estos espacios urbanos. Complementariamente, realizaron estudios de los flujos peatonales y uso de espacios exteriores en tejidos de distintas características con el fin de detectar la relación entre características espaciales, confort y comportamiento. Por otro lado, de Schiller y Evans (2002) realizaron una evaluación de aspectos específicos de impacto ambiental que pueden resultar de la propuesta de apertura de un boulevard en la ciudad de Buenos Aires. Identificaron los cambios urbanos significativos, los potenciales impactos resultantes, las zonas de influencia, la metodología para cuantificar y evaluar dichos impactos, los resultados de la estimación de impactos, una evaluación del grado de aceptabilidad de los impactos y una indicación de posibles medidas de mitigación, donde resulten factibles. Los potenciales impactos considerados fueron

¹ Este trabajo corresponde al proyecto "La geografía física del Sur de la provincia de Buenos Aires. Relaciones del hombre y del medio natural". Subsidiado por SECYT, Universidad Nacional del Sur.

los siguientes: 1) Aumento de ruido de tránsito en espacios públicos y privados y sobre fachadas de edificios nuevos y existentes; 2) Cambios en la concentración de contaminación aérea en cañones urbanos y espacios exteriores, generados por el tránsito inducido y afectado por la nueva edificación, 3) Nueva canalización de viento por el espacio lineal formado por el nuevo trazado del Boulevard y el frente edilicio de 6 a 8 pisos de altura, 4) Aceleraciones locales de viento alrededor de nuevos edificios producidos por su mayor altura y la desviación de viento hacia el nivel peatonal, 4) Disminución del acceso al sol y aumento de sombras arrojadas por edificios nuevos de mayor altura sobre el tejido existente de baja altura y los espacios exteriores, tanto públicos como privados.

Baskaran y Kashef (1996) estudiaron la circulación del aire en torno a dos edificios mediante un modelo computacional. Describieron las líneas de corriente en torno a los edificios y el efecto del viento a barlovento de los mismos, donde disminuye en forma importante la velocidad de este. En particular en la ciudad de Bahía Blanca, se comprobó que la circulación alrededor de determinados complejos edilicios es similar a los modelos teóricos presentados en la literatura. Naturalmente, la intensidad y amplitud de los vórtices estuvo estrechamente relacionada con la altura de las construcciones. Una de las características más notables observadas fue la aceleración del flujo en torno a los mismos ya que se registraron gradientes horizontales de aproximadamente 22 km/h en 30 m. Papparelli *et al.* (2002) determinó la velocidad de la ráfaga de viento en función del flujo normal del aire registrado en estaciones meteorológicas en la ciudad de San Juan y de la rugosidad correspondiente a su localización. Por lo tanto el trabajo aportó una herramienta para determinar las velocidades de ráfagas que ocasionan daños en la infraestructura edilicia de la ciudad. Los resultados se suministraron a las compañías de electricidad de la ciudad y a los entes gubernamentales.

La ciudad de Bahía Blanca se encuentra en el SO de la provincia de Buenos Aires y ha experimentado en los últimos años, un proceso de expansión edilicia que se refleja en el surgimiento de nuevos barrios. El sector céntrico se ha remodelado y antiguas residencias dieron paso a edificios en altura que se presentan aislados o formando parte de grupos habitacionales mayores (Piccolo *et al.*, 1989). Esta ciudad siempre se ha caracterizado por ser muy ventosa y las nuevas construcciones y cambios han acentuado este rasgo climático. El viento predominante es del sector NO con velocidades medias anuales de 24 km/h (Capelli de Steffens *et al.*, 2005). Bahía Blanca presenta velocidades medias mensuales de viento mayores a las registradas en otras localidades vecinas a ella. Por ejemplo, en el mes de junio la ciudad de Río Colorado distante a sólo 180 km de Bahía Blanca registra velocidades medias de 15 km/h, mientras que en Bahía Blanca los valores son de 25 km/h (Servicio Meteorológico nacional, 1990). Este hecho pone de manifiesto entonces la importancia que adquiere el estudio del comportamiento del viento en la ciudad, pues incide en forma directa en el confort del habitante.

En los últimos años la ciudad de Bahía Blanca ha sufrido una reactivación en el proceso de urbanización cambiando la morfología urbana. Se están construyendo numerosos edificios en torre de más de cinco pisos lo cual altera en mayor o menor medida las condiciones microclimáticas de la ciudad. No se ha efectuado ningún estudio de impacto que evalúe el efecto que estas construcciones ejercen sobre la circulación del aire en la ciudad. El objetivo primordial del presente trabajo es utilizar los estudios realizados sobre la circulación del aire en torno a los complejos edilicios bahienses para concienciar a los generadores de decisión sobre el daño que se ocasionará en el confort de los habitantes si no se efectúa una propuesta de planeamiento urbano.

2- Método de trabajo

Para estudiar la circulación en torno a diferentes unidades de edificios en altura se procedió a filmar la trayectoria de trazadores especialmente preparados que fueron continuamente lanzados en los sitios elegidos (Fig.1). Simultáneamente a la filmación se efectuaron mediciones de dirección e intensidad de viento a nivel peatonal empleando 4 anemómetros de mano instalados en sectores aledaños. Se utilizaron además datos meteorológicos horarios registrados en un aeropuerto cercano (Espora). Esta información fue considerada como dato representativo del viento regional.

Cabe destacar que los sitios fueron elegidos de acuerdo a la morfología edilicia, su orientación con respecto a los vientos predominantes y la vivencia generalizada de los habitantes acerca de los lugares más desagradables para transitar en días muy ventosos. Los que están localizados en el microcentro comercial y financiero se caracterizan por un intenso tránsito vehicular. Otros se ubican en zonas residenciales con predominio de actividades universitarias y de recreación. En uno de los lugares estudiados se realizaron mediciones simultáneas de velocidad y dirección del viento a tres alturas sobre el suelo (1,5 m; 15 m y 37 m). Las mismas se efectuaron en condiciones de viento Sur y Norte (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

Numerosos estudios teóricos realizados en túneles de viento se han desarrollado en las últimas décadas, originando modelos de circulación del aire en torno a obstáculos. El aire rodea al mismo y simultáneamente sufre movimientos de ascenso y descenso. Ello genera una presión relativamente alta sobre la pared de barlovento, en tanto que la misma es menor en el techo y en las paredes laterales. La aceleración del flujo genera succión del aire en la parte superior y lateral del edificio. A sotavento esta succión da origen a vórtices o remolinos que usualmente son de direcciones contrarias a la circulación general.

Cambios en la orientación y formas de las construcciones producen variaciones en este esquema básico. Un complejo edilicio de diferentes alturas genera circulaciones más complejas pues cada obstáculo da lugar a una nueva perturbación. Por lo tanto, los edificios altos afectan el flujo del aire a nivel peatonal y producen sensación de desconfort a los transeúntes. Este efecto no ha sido muy estudiado ni considerado en la planificación de los centros urbanos. En particular en la ciudad de Bahía Blanca no se ha tenido en cuenta la importancia del viento en el desarrollo y crecimiento de la ciudad.



Fig. 1. Estaciones de medición en un sector (Norte y Centro) de la ciudad de Bahía Blanca. (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

3- Circulación del aire en torno a un edificio bahiense

A continuación se muestra sólo un ejemplo (estación 2, Fig. 1) de la circulación del aire en un sitio determinado elegido de la ciudad de Bahía Blanca en los que frecuentemente los habitantes de la ciudad se quejan de la incomodidad de caminar en sus aceras cuando el viento sopla con fuerza en determinadas direcciones. Es decir, de acuerdo a la orientación del edificio se observa que cuando sopla viento fuerte de determinadas direcciones es imposible que los vecinos caminen en forma segura.

En este sitio se levanta un edificio de tres torres construidas sobre columnas (Fig. 2). Alrededor de las mismas se encuentran espacios libres con jardines y accesos interiores. En una primera etapa se efectuaron mediciones con el viento característico de la zona de estudio que es el viento Norte. Cuando los trazadores se dispersaron en el frente del edificio (Fig. 2a), una parte de ellos formó vórtices que se desplazaron en forma de espiral a lo largo de la calle. Una cantidad apreciable de trazadores ascendió por la fachada del edificio y otros circundaron la torre siguiendo los torbellinos a sotavento del mismo. En el esquema de planta (Fig. 2b) se observa esta circulación que muestra la convergencia del aire a sotavento de edificio. Uno de los hechos sobresalientes fue la aceleración del flujo en torno del edificio. Se midió una velocidad que varió entre 25,2 y 32,4 km/h frente al mismo, mientras que en la esquina próxima distante sólo 30 m las mediciones simultáneas presentaron velocidades entre 3,6 y 7 km/h.

Para comprobar el efecto del edificio con otra dirección de viento (Sur) se procedió a efectuar nuevas mediciones. Se lanzaron los trazadores en el mismo lugar que la ocasión anterior. Sin embargo, el comportamiento de los mismos fue totalmente diferente, pues ellos no ingresaron al complejo edilicio, sino que se desplazaron a lo largo de la calle alejándose del mismo. Se midió también el gradiente horizontal del viento en el sitio de estudio. En este caso, frente al edificio principal se registran velocidades de 47,6 km/h, en tanto que en la esquina cercana la velocidad del viento alcanzó los 7,2 km/h. Consecuentemente, en caso de viento Sur el gradiente horizontal a lo largo de la acera resultó mayor que con viento Norte.

En síntesis, con viento Norte la dispersión de partículas alrededor del sitio de estudio es mucho mayor, originándose vórtices tanto de eje vertical como horizontal en superficie y en altura. Bajo condiciones de viento sur la circulación del aire no es tan compleja, aunque el gradiente horizontal del viento sobre la acera que limita al edificio es mayor (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

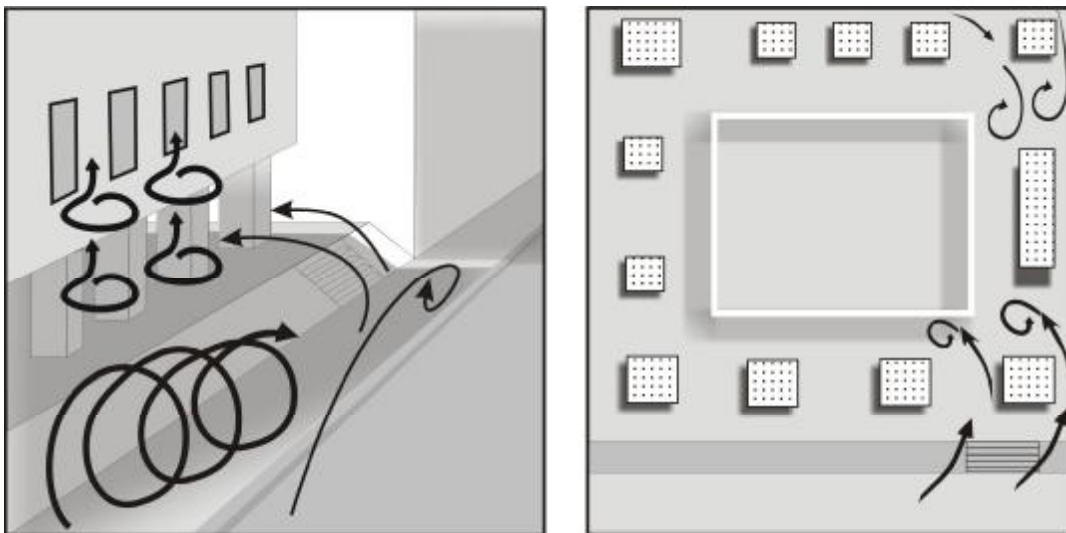


Figura 2. a) Circulación de los trazadores en torno a un complejo edilicio construido en torre. Se observan vórtices en el frente y laterales del mismo. b) Plano del edificio y trayectoria de los trazadores en torno al mismo (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

Se demuestra entonces que un mismo edificio provoca diferentes ráfagas y patrones de circulación de acuerdo a la dirección e intensidad del viento. El resto de los casos analizados

mostró similares resultados, de acuerdo a su estructura edilicia. Por lo tanto, se debe analizar en forma separada los diferentes barrios que forman una ciudad, su morfología urbana, las direcciones predominantes de viento y establecer los mejores criterios para futuras construcciones.

4-Propuesta

El carácter y relevancia del impacto de un edificio en altura sobre la población y la estructura socioeconómica, el medio construido y el medio natural, dependerá, no sólo del tipo y magnitud del proyecto, sino también de la compleja red de interacciones entre todos los componentes de ambos subsistemas. Con el estudio ambiental se puede predecir, evaluar y comunicar los impactos que pueden ser generados sobre el sistema ambiental.

Al estudiar el efecto del viento en sitios seleccionados de la ciudad de Bahía Blanca se ha comprobado que justamente en condiciones de viento Norte, viento predominante de la zona, se producen los inconvenientes anteriormente mencionados. Con el uso de trazadores y una estimación del gradiente horizontal del viento utilizando mediciones a nivel peatonal se comprobó, no sólo el comportamiento del flujo del aire en torno a determinados conjuntos edilicios ya presentados en los modelos teóricos, sino la sensación de desconfort que produce un incremento en la aceleración del aire a ese nivel.

Estas condiciones adversas podrían ser evitadas estableciendo un ancho adecuado para las calles y aceras en relación a la altura de las construcciones. Existen evidencias que alturas homogéneas de los edificios en conjunto con una separación uniforme entre los mismos mitigan las condiciones desfavorables de que ocasionan los vientos fuertes. Ello debería considerarse en la planificación de futuros emplazamientos en la ciudad (Capelli de Steffens *et al.*, 2005).

Se presenta una propuesta de planeamiento sobre la ciudad, en el que existen demandas y conflictos concretos, con el objetivo de encarar la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. El concepto de calidad de vida articula las nuevas demandas sociales que surgen en un marco de rápidos y continuos cambios sociales, fruto de los procesos que dirigen la transición de una sociedad ganadera y dedicada a la agricultura a una sociedad industrial con puertos en constante expansión. Una sociedad en la que frente a la satisfacción, relativamente generalizada, de las necesidades básicas (vivienda, educación, salud, cultura) se vislumbran los efectos provocados por el propio modelo de desarrollo (ej., crisis ambiental). La ciudad debe encarar un planeamiento urbano que de cabida a la resolución de los nuevos retos, encarando la dimensión espacial de los problemas sociales, ambientales y culturales a los que se enfrenta.

Siguiendo el método de Higuera (2004) sobre una propuesta de ordenanza ambiental y el de Capelli de Steffens *et al.* (2003) referidas a orientación edilicia y sombras proyectadas se deberían seleccionar aquellos barrios donde se observa un significativo incremento de la construcción edilicia. En éstos se propone analizar:

- 1) La *orientación* de la estructura urbana principal: calles Norte-Sur; calles Este-Oeste; calles Sureste-Noroeste, etcétera y determinar la orientación de las fachadas.
- 2) Las *condiciones geométricas* de las calles, relacionando el ancho de las calles y plazas con la altura de la edificación (determinando el ángulo de obstrucción solar, H_0).
- 3) Descripción y evaluación de las zonas verdes existentes en la trama urbana, atendiendo a consideraciones como la *forma y dimensión* de los espacios libres y zonas verdes (cuadrados, rectangulares, etc.); la situación abrigada o expuesta a los vientos dominantes en invierno o en verano, etc.
- 4) Comprobación de la *accesibilidad* de la población a las zonas verdes.
- 5) *Densidad edificatoria* del área, tomando como referencia adecuada entre 50-60 viv/Ha como una densidad equilibrada entre eficiencia energética de redes y servicios y diversidad urbana.
- 6) Las *condiciones formales* de los edificios existentes: considerando la estética urbana, sus características constructivas, los tipos de cubiertas, de cerramientos exteriores, etc.

Luego de analizar la morfología urbana de cada barrio, se efectuarán mediciones del efecto del viento en sitios seleccionados para determinar las mejores condiciones de edificación. Para ello el grupo de trabajo se acercará al municipio y a los entes responsables de la toma de decisiones en lo referente a edificación. Como conclusión, se considera que el urbanismo no solamente es aplicar criterios de sustentabilidad en terrenos sin construir, sino también en zonas urbanas degradadas para recuperarlas, integrándolas en la ciudad existente.

Referencias

BASKARAN, A. Y KASHEF, A. 1996. Investigation of Air Flow around Buildings Using Computational Fluid Dynamics Techniques. *Engineering Structures*, v.18, no.11, 1996.. NRCC 37920

BOLDES, U; MOROSI, J. A. Y COLMAN, J., 1990^a El túnel de viento meteorológico, *Vivienda* N° 339, Buenos Aires, pp. 63-69.

BOLDES, U; MOROSI, J. A. Y COLMAN, J. 1990^b. Estudio eólico en conjunto edilicio. *Vivienda* N° 334, Buenos Aires, pp. 67-70.

BOLDES, U; MOROSI, J. A. Y COLMAN, J., 1991. Experiencias en túnel de viento meteorológico, *Vivienda* N° 348, Buenos Aires, pp. 53-56.

[CAPEL](#), H., 1975. La definición de lo urbano. *Estudios Geográficos*, n° 138-139 (n° especial de Homenaje al Profesor Manuel de Terán, 265-301.

CAPELLI DE STEFFENS, A., CAMPO DE FERRERAS, A.M., GIL, V., 2003. Condiciones climáticas generadas en el área céntrica de la ciudad de Bahía Blanca. *Actas GAEA Contribuciones Científicas 2003.*, 125-130.

CAPELLI DE STEFFENS, A., PICCOLO, M.C. Y CAMPO DE FERRERAS, A.M. 2005. *Clima urbano de Bahía Blanca*. Universidad Nacional del Sur. Editorial Dunken, pp. 199 (ISBN 987-02-1262-X)

DE SCHILLER, S. 2001. Forma Edilicia y Tejido Urbano: Evaluación de Sustentabilidad. Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

DE SCHILLER, S., 2002. Transformación urbana y sustentabilidad. *URBANA*, vol.7, no.31, p.013-030. ISSN 0798-0523.

DE SCHILLER, S. Y EVANS, J. M. 2002. Evaluación de impacto ambiental de proyectos urbanos el caso del Boulevard EX - AU3, Buenos Aires. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 6, N° 1.

GARDETTI, M. 2000. Zonas Olorosas de la Ciudad de Buenos Aires. Becas de Investigación Problemática Ambiental Urbana y Empresaria, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales. Fundación MAPFRE.

HIGUERAS, E. 2004. [Boletín CF+S 32-- IAU+S: la Sustentabilidad en el Proyecto Arquitectónico y Urbanístico](http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/nehig.html). <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/nehig.html>

HILL, M.O, ROY D.B Y THOMPSON, K., 2002. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. *Journal of Applied Ecology* 39: 708-720.

NAHAS, E, SARTORIO, J. Y DE SCHILLER, S., 2002. Parámetros para evaluación de sustentabilidad del hábitat urbano, ciudad de Buenos Aires. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 6, N° 1.

PAPPARELLI, A., CÚNSULO, M, MONTILLA, E. Y KURBÁN, A., 2002. Determinación de ráfagas para distintas rugosidades urbanas. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ.

PICCOLO, M. C., CAPELLI DE STEFFENS, A. Y CAMPO DE FERRERAS, A., 1989. "Variación espacial del viento en el área de Bahía Blanca" *Revista Geofísica* N° 31, IPGH, México, pp. 205-220.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1990. Estadísticas Climatológicas.

VILAGRASA, J., 1991. El estudio de la morfología urbana: una aproximación, Geocrítica, Cuadernos Críticos de Geografía Humana, Universidad De Barcelona, Año XVI. Número: 92

