

EL CAÑÓN URBANO SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

LIPP, Daniel

Universidad Católica de Salta.

daniellipp@arnet.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo centrar exclusivamente la atención a un fenómeno de la climatología urbana de indudable efecto negativo a la hora de hablar de la salud: el cañón urbano. El término define a una calle conformada por edificios a ambos lados, que le otorgan una configuración de cañón. Las ciudades están formadas por cañones urbanos que forman estructuras complejas que, por una parte dificultan el flujo libre del aire disminuyendo la ventilación, y por el otro, provocando un atrapamiento de los contaminantes que debido precisamente a la reducida ventilación pueden ocasionar niveles inadecuados de calidad del aire con el consiguiente efecto en la salud humana. Nuestro énfasis mayor en este apartado tiene por objeto analizar el comportamiento del aire en cañones urbanos y las características de la dispersión de los contaminantes emitidos en este. Se parte por explicar antes algunos fenómenos meteorológicos relevantes para el presente estudio.

Palabras Clave: Contaminación atmosférica - Clima Urbano – Cañón urbano – Dispersión atmosférica – Capa límite atmosférica –Capa límite urbana.

URBAN CANYON ITS IMPACT ON AIR POLLUTION

ABSTRACT

This paper aims to focus attention exclusively a phenomenon of urban climatology undeniably negative effect when speaking of health: the urban canyon. The term defines a street formed by buildings on both sides, giving it a configuration barrel. Cities are formed by urban canyons which form complex structures which on the one hand inhibit free airflow decreasing the ventilation, and the other, leading to entrapment of contaminants that precisely because of the reduced ventilation can result in inadequate levels of quality air with the effect on human health. Our emphasis in this section is to analyze the behavior of air in urban canyons and the characteristics of the dispersion of pollutants emitted in this. It starts by explaining some relevant for the present study weather.

Keywords: Air Pollution - Urban Climate - Urban Canyon - Atmospheric Dispersion - Atmospheric Boundary Layer-urban boundary layer.

Introducción

El desarrollo de este acápite aporta información sobre la capa límite atmosférica de suma importancia para los estudios de cañones urbanos. La misma, cuya altura puede variar entre los 100 y 3000 metros, según sea el terreno y sus alrededores, la estación y la hora del día, se halla situada entre la superficie de la Tierra y la atmósfera libre, mediando por lo general entre ambas una delgada capa estable, que en la noche lleva el nombre de cubierta de inversión (*capping inversion*) y durante el día zona de transición (*entrainment zone*).

La capa límite atmosférica se distingue claramente de la atmósfera libre (Figura 1). Esta presenta turbulencia esporádicamente que se restringe a pequeñas capas de aire o a nubes convectivas cuando, en cambio, la capa límite atmosférica presenta una turbulencia casi continua en todo su espesor y una mezcla turbulenta eficaz tanto horizontal como verticalmente.

Un aspecto importante que es de destacar en esta capa es el nivel de contaminación que se encuentra retenido en esta. En la literatura de la especialidad, esta capa es considerada como el estrato de aire, a través del cual, los contaminantes liberados desde el suelo son transportados y difundidos a través de la atmósfera.

De este modo, las emisiones que tienen lugar en las capas bajas quedan retenidas en un volumen de aire cuya dimensión vertical esta delimitada por la altura de la capa límite. Es por ello que puede decirse que existe una estrecha relación entre los niveles de contaminación atmosférica y el espesor de este estrato de aire. Esta delimitación del volumen de aire en el que pueden mezclarse los contaminantes produce una disminución de la visibilidad en las capas bajas de la atmósfera. Dentro de dicha capa existen los denominados descriptores geométricos del tejido urbano, entre ellos el cañón urbano al cual me referiré a continuación.

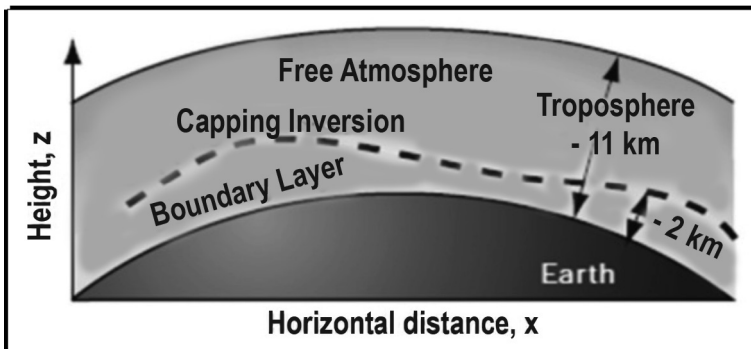


Figura 1. Estructura general de la troposfera.

Materiales y métodos

Una configuración edilicia típica en las áreas urbanas es el cañón urbano que se forma en la dirección de una calle limitada por edificios. Se trata de un término utilizado comúnmente en inglés (*urban canyon*) en la bibliografía especializada y tiene un carácter inequívocamente geográfico. Su simil con el cañón geográfico es notable ya que este mismo designa un valle o una garganta profunda entre dos laderas más o menos altas y escarpadas. Un cañón urbano se define por tres parámetros principales (H , W , L), tal y como se indica en la Figura 2. H es la altura máxima de los edificios en el cañón, W la anchura del cañón y L la longitud. Una vez establecidos los tres parámetros la descripción geométrica del cañón se limita a tres simples medidas: la relación H/W , que describe las proporciones del cañón urbano en función de la altura (H) y ancho de calle (W), la relación L/H y la densidad edificada $j = A_r / A_l$, donde “ A_r ” es el área aproximadamente plana de la cubierta edificada y “ A_l ” el área “lot” o área del suelo ocupada por cada edificio. Otros descriptores geométricos que lo caracterizan es la orientación del cañón (θ) que describe el ángulo en grados del cañón respecto al eje Norte-Sur, y generalmente se indica la dirección cardinal (N-S, E-W) o (NW-SE, NE-SW), y el factor de visibilidad del cielo (*skyview factor*), que describe la porción del cielo visible desde una superficie dada, en un punto específico o dentro de un área urbana. El factor de visión del cielo en el ámbito urbano alcanza valores pequeños, porque las características geométricas de las calles y de los edificios urbanos como numerosos obstáculos existentes hacen que los ángulos de emisión de la radiación de onda larga nocturna a la atmósfera sean más reducidos que en el campo abierto o medio rural, donde existen menos obstrucciones y por ende mayor superficie libre de cielo.

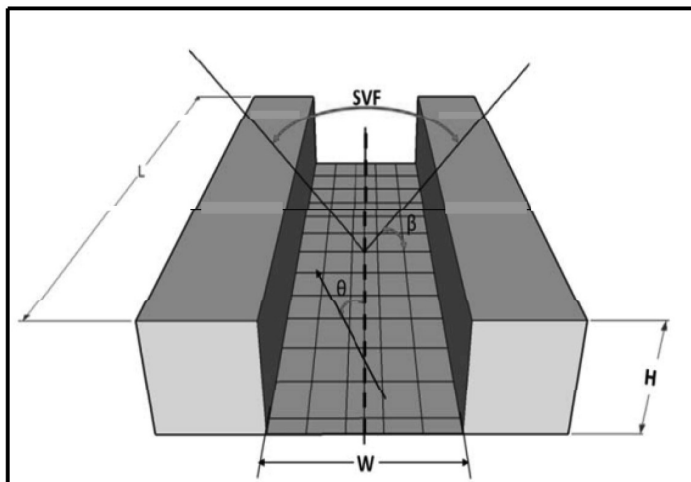


Figura 2. Vista esquemática de un cañón urbano simétrico y sus descriptores geométricos SVF y H/W .

El comportamiento de la circulación del aire dentro de un cañón urbano

En las dos últimas décadas se efectuaron estudios vinculados con la dispersión de los contaminantes atmosféricos en cañones urbanos. Ante un incremento de los niveles de emisiones de vehículos automóviles en las principales calles y avenidas de las grandes áreas metropolitanas, este tema no escapa al propósito de planificadores urbanos e investigadores de la atmósfera. El comportamiento del flujo de aire dentro de un cañón urbano es la preocupación actual de muchos trabajos de observación. Pueden mencionarse, entre los más recientes, a Berkowicz, *et. al.* (1996); Kastner Klein, *et. al.* (2001); Wehner y Weidensohler (2003); Kim y Baik (2004); Mazzeo y Venegas (2005, 2008, 2010); Mazzeo, *et. al.* (2007); Weber, *et. al.* (2006); Li, *et. al.* (2008); Kumar, *et. al.* (2008); Cheng, *et. al.* (2009).

Asimismo, se han desarrollado modelos de dispersión de contaminantes en cañones urbanos, que incluyen desde expresiones analíticas hasta modelos basados en la dinámica de los fluidos (Huang, *et. al.*, 2000; Chu, *et. al.*, 2005). Se utiliza para esto último túneles de viento, tanques y canales hidráulicos para simular lo ocurrido dentro de un cañón urbano con el flujo aéreo, su estancamiento y la ventilación del mismo. Suelen también utilizarse como fluido experimental el agua y para visualizar el flujo, líquidos marcadores como el permanganato de potasio. Los resultados muestran que el régimen del flujo dentro del cañón está caracterizado por un gran vórtice central impidiendo que la corriente principal sobre el cañón penetre dentro del mismo.

Resultados

A partir del análisis de la literatura de la especialidad se presentarán algunas características generales de la dispersión en cañones urbanos. No es tarea fácil explicar ellas ya que además del fenómeno de la turbulencia, ya de por sí difícil de describir, intervienen otros factores que también la afectan. Dependiendo de la dirección del viento encima del cañón urbano, se pueden distinguir dos escenarios principales: el caso 1, cuando el viento sobre el cañón urbano (viento ambiental) tiene una dirección perpendicular o casi perpendicular al eje del cañón o de la calle y el caso 2, cuando la dirección del viento es paralela o casi paralela a este. Cuando las direcciones del viento son perpendiculares o casi perpendiculares al eje de la calle, la dispersión de los contaminantes atmosféricos puede ser vista bajo diferentes regímenes de flujo. Oke (1988) clasifica a esos patrones de flujo de acuerdo con la relación existente entre la altura de los edificios ("H") y el ancho ("W") de la calle, estableciendo tres regímenes de flujo que dependen sobre todo de las relaciones entre la altura media de los edificios (H) y el ancho del cañón (W), y a la vez entre la longitud de la calle (L) y la altura media de los edificios (H), tal como se muestra en la Figura 3. Estos tres tipos de flujo pueden presentarse como (a) aislado, (b) en estela interferida, y (c) en vórtice.

Por ejemplo, para edificios frontales ampliamente espaciados ($H/W < 0.3$), los flujos asociados con edificios separados por la calle no interactúan entre sí. En cambio,

cuando la calle no es tan ancha ($0.3 < H/W < 0.7$) la estela originada por el edificio ubicado a sotavento es perturbada por el edificio situado a barlovento. Finalmente, en el caso en que el espaciamiento entre edificios separados por una calle sea aun menor ($0.7 < H/W$) se origina un vórtice estable en el interior del cañón urbano que interactúa muy levemente con el flujo de aire exterior. Este vórtice induce a que el flujo del aire a nivel de la calle tenga una dirección contraria a la del viento que circula sobre los edificios.

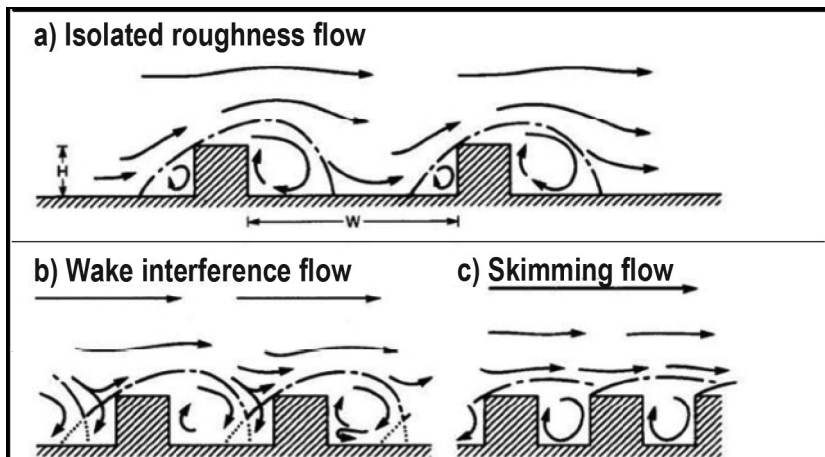


Figura 3. Flujo del aire sobre cañones urbanos aumentando su relación H/W .

Conclusiones

La contaminación atmosférica en cañones urbanos por lo general se presenta en niveles varias veces superiores a la contaminación de fondo urbana. Los vehículos son las principales fuentes de contaminantes del aire, contribuyendo a un serio deterioro del aire ambiente urbano. Los contaminantes emitidos desde estas fuentes, inicialmente son afectados por las características propias de su emisión, luego son influidos por la turbulencia generada por el movimiento de los autos y finalmente por la turbulencia propia del aire en el interior del cañón urbano. Su remoción de la canopia urbana, por otra parte, es compleja debido sobre todo a la configuración de las fuentes, al ancho de calles y avenidas, a la interferencia de los edificios, y a la velocidad y dirección del viento. Todos estos fenómenos pueden actuar simultáneamente e intensificar el impacto.

Buenos Aires hace ya décadas que está experimentando problemas de contaminación atmosférica no graves pero preocupantes, a veces empeorados por la inercia o la inacción oficial. Y toda vez que se crea que sus condiciones naturales le favorecen

por estar asentada en una planicie, y sin barreras a la circulación del aire, no está haciendo otra cosa que agravar la contaminación atmosférica en breve plazo. Es verdad que la topografía de la región debe ser considerada óptima en cuanto a la ventilación y dispersión de los contaminantes y son, en este sentido, mejores que las de otras ciudades americanas, como Santiago de Chile o México. Sin embargo, no deberíamos ser tan optimistas porque si bien los factores topográficos y meteorológicos están de nuestro lado, desalienta la acción oficial por no contribuir a evitarla. En Buenos Aires cabe decir que es señalable su contaminación atmosférica por vehículos automotores en lugares bien puntuales, como calles y avenidas. Ella se intensifica en los llamados cañones urbanos por el comportamiento del aire entre las edificaciones urbanas. En estos entornos se producen enormes remolinos de aire o vórtices que acumulan la contaminación y que, especialmente en los días soleados, pueden inducir concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos.

Bibliografía

- Chan, L.Y., Kwok, W.S., (2000). "*Vertical dispersion of suspended particulates in urban area of Hong Kong*". Atmospheric Environment 34, 4403-4412.
- Lassig, J. (2012). "*Ventilación de un cañón urbano*". Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.
- Mazzeo, N. A. y Venegas, L. E. (2005). "*Evaluation of turbulence from traffic using experimental data obtained in a street canyon*". Int. J. Environment and Pollution, 25, 164-176.
- Mazzeo, N. A., Venegas, L. E. y Martín, P. (2002). "*Concentraciones de monóxido de carbono y el viento en un cañón urbano*". Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U. B. A.
- Oke, T. R. (1987). "*Boundary Layer Climates*". Routledge. New York, US.