

## MONITOREO DE CONTAMINANTES URBANOS

CZAJKOWSKI, J.; DISCOLI, C.; FERREYRO, C.; PINOTTI, N.; SAN JUAN, G. #

Instituto de Estudios del Habitat, IDEHAB. Unidad de Investigación N° 2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNLP.  
Calle 47 N° 162. (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. Tel/fax: 21 21 4705. Email czajko@isis.unlp.edu.ar

Escuela de Ambiente y Patología Ambiental. Universidad Nacional de La Plata y Universidad de los Altos Estudios de Siena.  
Calle 60 y 118. Tel/fax: 21 21 1799.

Centro de Investigaciones del Medio Ambiente, CIMA. Facultad de Ciencias Exactas - UNLP.  
Calle 47 e/ 1 y 115. (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. Tel/fax: 21 22 9329.

### RESUMEN

El trabajo presenta la metodología empleada para la cuantificación de contaminantes aéreos urbanos en espacios abiertos y cerrados, desarrollada para la ciudad de La Plata. Se consideran en particular la contaminación por material particulado en suspensión, material particulado sedimentable y ruidos. Se explicitan las variables contempladas, las leyes y normas vigentes a las cuales se referenciarán los resultados obtenidos y los equipos utilizados para la recolección de datos y muestras. Se exponen también resultados preliminares.

### INTRODUCCION

La dinámica urbana, a través de su infraestructura de servicios y la concentración de usos de los mismos en determinadas localizaciones y tiempos, genera una cantidad importante de emisiones con distinto grado de peligrosidad y/o incomodidad, superando en la mayoría de los casos los límites tolerados.

La posibilidad de monitorear áreas en las cuales convergen una cantidad importante de servicios e infraestructura, permitirá cualificar, cuantificar y determinar frecuencias de los contaminantes de mayor emisión. Los mismos serán contrastados simultáneamente utilizando una zona de referencia prácticamente exenta de las diferentes fuentes emisoras urbanas, al menos en sus proximidades.

La conjunción de variables que se dan en una trama urbana, requiere de un análisis integral e interdisciplinario. Esto es considerar los parámetros climáticos, las diferentes situaciones urbanas, estimar los posibles tipos de emisiones, diseñar las estrategias de medición, localización y temporalidad para cada zona y parámetro.

### OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es determinar la cantidad y nivel de contaminantes aéreos producidos por las actividades urbanas y su incidencia en el confort interior de las viviendas.

Se pretende asimismo, ensayar una metodología de recolección de muestras resultante de una adaptación de la establecida por las normas ASTM. Esto obedece a la necesidad de adecuar procedimientos que por norma están destinados a áreas abiertas y no a espacios urbanos.

### METODOLOGIA

Para lograr los objetivos propuestos se eligieron áreas características de la ciudad de La Plata, con un alto volumen de tránsito vehicular, liviano y pesado, de distribución variable en el tiempo. En las mismas se generan horas pico y valle que determinaron el régimen de toma de muestras y de medición de algunas de las variables (emisión de partículas y ruido), lo que permitió obtener valores mínimos y máximos de las mismas.

Como zona de referencia y a efectos de contrastar resultados, se tomó un área de características contrapuestas, es decir, un área verde sin tránsito vehicular, ubicada en la periferia del casco urbano.

#### Variables consideradas

- \* Climáticas: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones.
- \* Acústicas: intensidad y frecuencia de sonidos.
- \* Material particulado sedimentable y en suspensión.

#### Marco normativo

##### Fijación de valores límites sobre calidad del aire.

Para tal fin se toma como referencia el Decreto Reglamentario 1.601 de la Ley Provincial 11.549, que en lo referente a material particulado en suspensión especifica que las concentraciones no deben ser superiores a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de aire para 24 hs. Y de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

---

# Autores por orden alfabético.

para el promedio aritmético anual. Para material particulado sedimentable la misma norma establece valores máximos de deposición: 300  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  (24 hs.) ó 1  $\text{mg}/\text{cm}$  (1 mes).

#### Para el análisis de muestras

##### \* Material particulado sedimentable

Frente a la inexistencia de un método normalizado para la toma de muestras en áreas urbanas, se tomó como marco de referencia la norma ASTM D 1739-89, que describe los procedimientos para la recolección y medición de particulado soluble e insoluble en agua. La recolección se realiza en probetas normalizadas y los resultados se obtienen por gravimetría. En relación a la ubicación de las probetas, establece que la separación entre sitios de toma de muestras sea entre 5 km y 8 km, con un radio de 20 m libre de estructuras de altura superior a 1 m y alejadas de árboles. Dada la imposibilidad de cumplir con estos requisitos en un área urbana, se decidió adecuarlos a las necesidades del proyecto por tratarse de un método simple, que no requiere grandes inversiones en equipos. Sí se cumplió con las especificaciones en cuanto a dimensiones y material de las probetas y a los protocolos de procesamiento de las muestras.

##### \* Material particulado en suspensión

Se establece una altura de toma de muestra de 1,8 m sobre el nivel de piso.

##### \* Mediciones acústicas

Del análisis bibliográfico se observa una gran dispersión de métodos y valores normados para el ámbito de contaminación urbana.

#### Localización de muestras

La ciudad de La Plata está caracterizada por una cuadrícula urbana definida, límites precisos entre una situación residencial interna, propia del casco urbano y una situación de periferia como desborde poblacional. En torno a ella, se desarrollan actividades industriales, con alto contenido de emisión de sustancias contaminantes y actividades hortícola-agrícolas.

La concepción planificada de la ciudad, muestra una organización espacial y de relaciones ordenada y con ciertas particularidades: la amplitud de sus calles, la existencia de gran cantidad de plazas públicas y avenidas internas y de circunvalación ampliamente arboladas. Hacia el NE la presencia del "bosque platense", un área forestada con el rol de pulmón biótico e interfase entre la zona urbanizada y la industrial.

El área de referencia de las muestras se encuentra localizada en el interior de esta área verde, en el Instituto de Estudios del Habitat de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, donde se localizó el equipo adquisidor de datos climáticos.

La ubicación de las demás muestras está ligada a la ubicación del polo industrial mencionado (NE) y los vientos predominantes en la zona. Durante el período estival, la frecuencia de direcciones es E-SE-NE con incursiones de viento N-NO. Durante el período invernal, la frecuencia de direcciones se asienta en el cuadrante O-NO-SO con afluencia de vientos del SE. Esto hace que toda la zona N-NO-E de la ciudad se encuentre afectada por las emisiones directas de esta zona industrial.

Se registra, además, un alto grado de tránsito vehicular, acentuándose sobre determinadas avenidas, vías de relación interna del casco urbano, con situaciones suburbanas e interurbanas. Este escenario, presenta una dinámica de tránsito liviano y pesado, con distribución diaria y semanal variable. Este medio genera importante contaminación por emisión de contaminantes volátiles, material particulado y ruido.

Probeta	Localización	Características
1	Calle 4 y Av 44	Ubicación Exterior en balcón - h=3,50 m s.n.v.
2	Av. 44 y calle 4	Ubicación Interior sobre antepecho de ventana-h=0.80 m s.n.p.i.
3	Av.44 y calle 4	Ubicación Exterior en terraza - h=12,8m s.n.v.
4	Av 44 y calle 4	Ubicación Exterior en balcón - h=3,50m s.n.v.
5	Calle 2 y 74	Ubicación Exterior en patio - h=2,50m s.n.p.
6	Av. 44 y calle 4	Ubicación Interior en estar - h=0,50m s.n.p.i.
7	Calle 139 y 68	Ubicación exterior en patio - h=2,50m s.n.p.
8	Diag.74 y calle 57	Ubicación exterior en techo - h=4,00m s.n.v.
9	Calle 7 y 502	Ubicación exterior en patio - h=3,00m s.n.p.
10	47 y 117 (FAU)	Ubicación exterior en patio - h=2,50m s.n.p.

S.n.v. : sobre nivel vereda;

S.n.p.: sobre nivel piso;

S.n.p.i.: sobre nivel piso interior

Tabla 1. Localización de toma de muestras de material particulado sedimentable.

El relevamiento de ruido urbano se realizó en tres áreas características de la ciudad detalladas en la Tabla 2.

Medic.	Localización	Características
1	Calle 47 y 118	Periurbana. Area verde sin tránsito vehicular. Patio FAU.
2	Calle 4 y 44	Area urbana de alto tránsito de vehículos particulares y transporte urbano de pasajeros. Exterior e interior. Vivienda multifamiliar en altura.
3	Gonnet	Suburbana. Exterior.

Tabla 2. Localización de las mediciones acústicas.

Las mediciones de material particulado en suspensión se realizaron en su totalidad sobre la vía pública en los siguientes lugares (Tabla 3):

Medic.	Localización	Características
1	Calle 1 y 50	Esquina.
2	Calle 118 y 47	Estacionamiento de la FAU.
3	Calle 118 y 47	Patio de la FAU
4	Diag 74 e/ 58 y 59	Vía pública.
5	Av. 44 e/4 y 5	Vía pública

Tabla 3. Localización de toma de muestras de material particulado en suspensión.

### Técnicas e instrumental utilizado para la recolección de datos y muestras.

#### **Variables meteorológicas**

El relevamiento se realizó por medio de una estación meteorológica automática implantada en la zona testigo alejada de la trama urbana. El tiempo de medición se correspondió con el de muestreo de material particulado sedimentable.

Se utilizó la estación meteorológica automática *Weather Monitor II - Euro Version*, instalada en el Instituto de Estudios del Habitat, perteneciente a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNLP. El equipo permite adquirir y procesar datos de: temperatura interna, temperatura externa, presión barométrica, humedad interna, humedad externa, punto de rocío, velocidad y dirección del viento, sensación térmica y precipitación. Los datos se colectan en la memoria ROM del equipo y luego se transfieren a una PC 486 DX4/100 donde se los procesa con el software *PCLink3*. La estación está ubicada a 15 m de altura sobre el nivel del terreno.

#### **Material particulado precipitado.**

La medición de material particulado sedimentable, se realizó por gravimetría del material. La toma y análisis de muestras se realizó tomando como base la norma ASTM D-1739-89 para la determinación de material particulado sedimentable soluble e insoluble en agua. El tiempo de recolección de material fue de 30 días. El equipo utilizado consistió en probetas de PVC de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. El área de colección -área transversal de la probeta- es de 176,7 cm<sup>2</sup>.

Puesto que la muestra contiene material orgánico e inorgánico se determinará la representatividad de los mismos en la muestra mediante la técnica de calcinado.

#### **Material particulado en suspensión**

El monitoreo se realizó en forma puntual en las zonas consideradas, con tránsito vehicular detenido y circulante. Dentro de los análisis ópticos de detección existen los de comparación de sustancias coloreadas con estándares. En este caso se emplearon técnicas nefelométricas. Estas comparan la luz dispersada y la no transmitida midiendo turbidez en función de los estándares. De tal manera se mide la transparencia de un fluido o la concentración y tamaño de las partículas en suspensión. El esquema de la figura 4 muestra cómo las partículas dispersadas difunden la luz por reflexión y difracción. La cantidad de luz dispersada es medida en ángulo recto respecto al rayo de luz incidente.

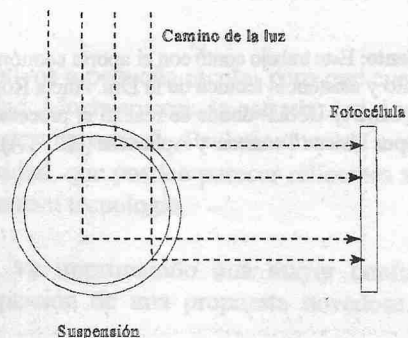


Figura 4. Esquema de funcionamiento del nefelómetro

mediciones de concentración de material particulado en suspensión pues permite el monitoreo en tiempo real de aerosoles.

El principio de funcionamiento es por nefelometría a través de un monitor de alta sensibilidad. Las muestras de aire son tomadas mediante una pequeña bomba de diafragma a razón de 2 litros por minuto aproximadamente.

Posee un sistema de auto calibración y un rango de concentraciones muy amplio que va desde 0,5 microgramos por metro cúbico hasta 400 miligramos por metro cúbico. Puede almacenar registros promedios en lapsos de 1 segundo a 4 horas. Es posible utilizarlo sin conexión a fuente directa ya que dispone de una batería interna de 22 horas de autonomía. Los registros almacenados pueden ser bajados a una PC a través de una salida RS232 mediante un programa de comunicación tipo PROCOMM. Sus dimensiones son: alto:13,5 cm, ancho:18,5 cm y largo: 34,5 cm teniendo un peso de 5,5 kg. Tiene un panel de comandos frontal con teclas soft y monitor de cristal líquido. Este equipo está por ser homologado por la Environmental Protection Agency de Estados Unidos.

#### **Variables acústicas.**

La medición se realizó con un decibelímetro portátil de aguja, de lectura directa, con dispositivo retardador de doble escala, realizando mediciones puntuales en frecuencias temporales características, ya que existen baches de silencio en determinadas horas del día. Los períodos de mayor pico se generan en las fracciones cercanas al medio día y a las 17-18 hs.

#### **PRIMEROS RESULTADOS**

\* Los valores máximos de material particulado en suspensión obtenidos en una hora pico (207,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el punto de medición 1) son ligeramente superiores a los establecidos en el Decreto Reglamentario 1601 de la Ley Provincial 11459.

\* En lo referente a material particulado sedimentable, la reglamentación establece valores límite de 1  $\text{mg}/\text{cm}^2$  (1 mes). En las zonas de mayor tránsito vehicular algunos valores de tasas de deposición obtenidos fueron: probeta n°1: 1,3  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  y probeta n° 4: 2,57  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Si consideramos que no hubo prácticamente vientos provenientes del NE durante el período de recolección de muestras, que podrían arrastrar material particulado desde la refinería La Plata, es posible afirmar que el material recolectado tiene su origen en fuentes vehiculares, domiciliarias, polvo y material orgánico. Para la determinación de la cantidad de materia orgánica de las muestras se procedió a su calcinamiento. En el caso de la muestra n° 4 se determinó un 36% de componente orgánico, por lo que la tasa de deposición es de 0,925  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/30$  días. En el interior de la vivienda, con carpinterías de hojas de abrir de simple contacto, se registraron valores de 0,05 y 0,04  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/30$  días en la zona de estar en pie de ventana y centro, respectivamente. No se cuenta con registros que permitan la comparación para áreas interiores.

\* En cuanto a contaminación acústica, se ha registrado en horas pico un ruido de base del tránsito en circulación (70-80 dB), aumentado por el frenado (85-88 dB), el arranque de vehículos (92-95 dB) y por las bocinas (80-90 dB). Los valores máximos normados en el ámbito internacional son dispares en cuanto a rangos y dosis consideradas, oscilando entre 83-92 dB. En el interior de la vivienda medida se observan rangos de amortiguamiento comprendidos entre los 17 dB y 27 dB, dependiendo de si la fuente viene de la mano de la vivienda o de la mano contraria, respectivamente.

En próximas comunicaciones se expondrán resultados más detallados sobre valores y composición del material recolectado.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. Rougeron, C. *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Editores técnicos asociados S.A., Barcelona. 1977.
2. Berland, T. *Ecología y ruido*. Edit. Marymar. Buenos Aires. 1969.
3. Skoog y West. *Fundamentos de química analítica*. Vol. I y II. Ed. Revertè. Barcelona, 1970.
4. Koltoff, I. Y Sandell, E. *Tratado de química analítica cuantitativa. General e inorgánica*. Ed. Nigar. Buenos Aires, 1972.
5. Decreto Reglamentario N° 1601 de la Ley Provincial N° 11.459 de la provincia de Buenos Aires.
6. Estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional. Serie 1971-80. Buenos Aires, 1986.
7. Normas de la American Society for Technics and Methods. ASTM D 1739-89.

**Reconocimiento:** Este trabajo contó con el aporte económico de la Escuela de Ambiente y Patología Ambiental; con la guía, asesoramiento y asistencia técnica de la Dra. Alicia Ronco y el Lic. Pablo Alzuet, del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA)-UNLP donde se realizó el procesamiento de muestras y de la Dra Mónica Gonzalez del Instituto de Investigaciones Físicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA).