



***INFORME ANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA
CIUDAD DE MONTEVIDEO.
Año 2004***

***Intendencia Municipal de Montevideo
Departamento de Desarrollo Ambiental
Unidad Laboratorio de Higiene Ambiental***

Son responsable del monitoreo, procesamiento y análisis de los datos,

Q.F Gabriella Feola MSc (Subencargada de Laboratorio de Higiene Ambiental)

Ing.Quim. Andrea De Nigris (Encargada del {área Calidad de Aire)

Bach Quim. Silvia Rocca

Q.F. Marisol Vieites

Bach Quim. Cecilia Ciano

Informe elaborado por: Ing Quim Andrea De Nigris

Revisado y corregido: Q.F. Gabriella Feola MSc.

INFORME ANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MONTEVIDEO.	1
<i>Indice</i>	3
Informe de Calidad de Aire año 2004	4
<i>Resumen ejecutivo</i>	4
<i>Introducción</i>	5
Fuentes móviles	6
Fuentes fijas	7
<i>Antecedentes</i>	7
<i>Definición de parámetros ambientales estudiados.</i>	8
Monóxido de carbono (CO)	9
Óxidos de Nitrógeno (NO, NO ₂ , NO _x)	9
Óxidos de azufre (SO _x)	9
Ozono	9
Material Particulado	9
Índice de corrosividad	10
Metales	10
<i>Valores de referencia</i>	10
<i>Sitios de muestreo</i>	11
Sitios de monitoreo	11
Criterio de evaluación de los sitios de muestreo	12
Densidad o número de puntos de muestreo.	13
Determinación de tiempos de muestreo	13
<i>Equipos de monitoreo utilizados</i>	14
<i>Resultados Obtenidos</i>	14
Contaminantes Gaseosos	14
Estación de Monitoreo Ambiental –	14
EMS- Estación de monitoreo con detectores potenciométricos	15
Dióxido de azufre en tren de monitoreo	15
Monitores pasivos	16
Material Particulado	18
Partículas totales en suspensión (PTS)	18
Material particulado menor a 10um de diámetro (PM10)	20
Humo Negro	21
Índice de Corrosividad	23
<i>Conclusiones</i>	24
<i>Propuestas</i>	25
<i>ANEXO I Equipos utilizados</i>	27
Estaciones automáticas	27
Muestreadores de Material Particulado	28
Índice de Corrosividad	29
Tubos de difusión pasiva	30
Técnicas analíticas para la determinación de metales	30
<i>Referencias bibliográficas</i>	31

Informe de Calidad de Aire año 2004

Resumen ejecutivo

La evaluación de la calidad del aire en el Departamento de Montevideo forma parte de los cometidos del Laboratorio de Higiene Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo. En este marco, en el transcurso del año 2004 se llevó adelante una campaña de monitoreo intensiva con el fin de establecer un diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire de la ciudad, como paso previo al establecimiento de una red estable de monitoreo. La campaña fue diseñada por el Laboratorio de Higiene Ambiental, junto con la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), llevándose a cabo entre los meses de junio del año 2003 y octubre del 2004.

Las estaciones de monitoreo que se utilizaron fueron instaladas en diversos puntos de la ciudad luego de una cuidadosa selección de los sitios, en función de las características relevantes de las zonas de interés. A tales efectos se sumaron a las estaciones ya existentes en el Departamento de Montevideo, equipos que se utilizaron específicamente en este estudio.

Para el diagnóstico se contó con siete muestreadores de material particulado total, un muestreador de material particulado para partículas menores a 10µm de diámetro, dos trenes de muestreo de humo negro, seis estaciones de índice de corrosividad, y una estación automática de monitoreo de gases por métodos espectrofotométricos para la determinación de Dióxido de Azufre, Ozono y Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono.

Esta campaña se integró al Proyecto Ambiente y Salud (URU 7/004), financiado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en el que participan el Ministerio de Industria y Energía, el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, el Ministerio de Salud Pública, las Intendencias Municipales de Colonia y Montevideo, la Universidad de la República y la Universidad Católica Dámaso Antonio Larrañaga. El objetivo principal del proyecto es la evaluación de la contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud pública, para el diseño de un programa nacional destinada a la prevención y el control.

A su vez, desde el año 2002 el Laboratorio de Higiene Ambiental participa activamente en el Proyecto RLA/7/010 Arcal LX sobre aplicación de biomonitores y técnicas nucleares relacionadas al estudio de contaminación atmosférica junto con la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (MIEM) y el Ministerio de Salud Pública. Este proyecto finaliza en el año 2005.

En el presente informe, se resumen las actuaciones realizadas para la evaluación de la calidad del aire de Montevideo y los resultados obtenidos durante el año 2004 con los equipos de monitoreo instalados. En todas las instancias donde se requirió por parte de la población, se informó a la misma a través de los centros comunales correspondientes, o talleres de vecinos (a través del Programa de Monitoreo Ciudadano y del Departamento de Cultura de la IMM). Asimismo, durante el año 2004 se participó activamente en la elaboración del informe ambiental GEO Montevideo, en la integración del Grupo Ambiental Montevideo, y de la Red de Autoridades para la Gestión Ambiental en ciudades de América Latina y el Caribe – SubRed Gestión de la Calidad del Aire.

Se destaca como uno de los más importantes avances, la coordinación inter e intrainstitucional lograda en los últimos años, posibilitando complementar esfuerzos y recursos disponibles, y compartiendo la información generada, con el objetivo de optimizar la gestión en calidad de aire.

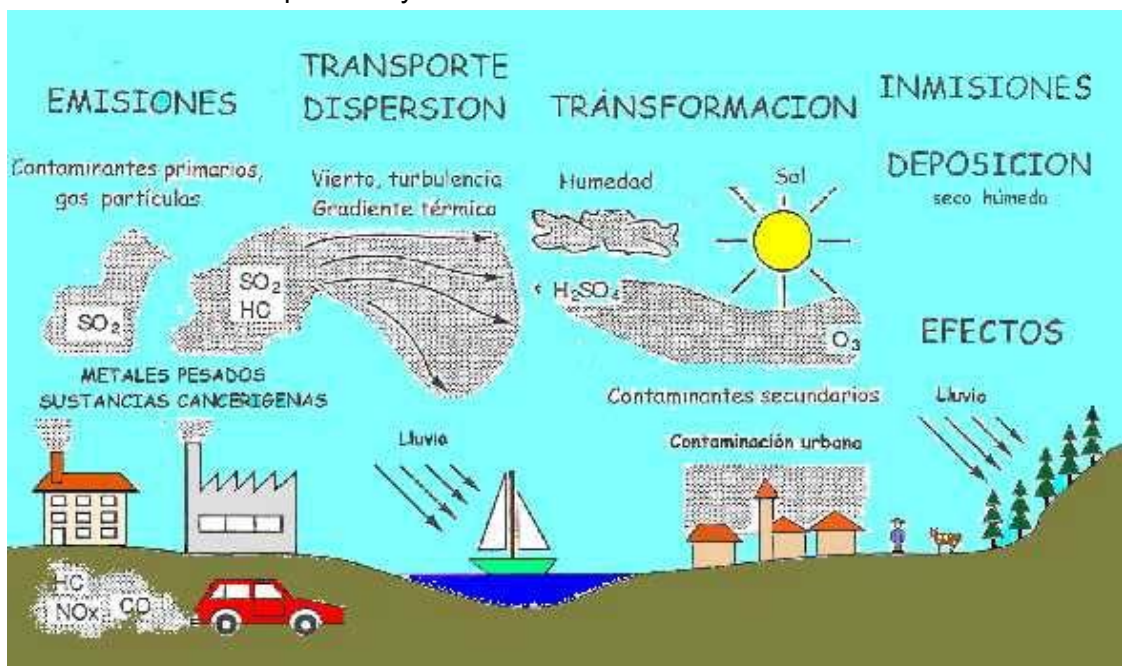
Finalmente, se proponen las actividades a realizar en el año 2005, enfatizando la consolidación de la red de monitoreo de Montevideo, el establecimiento de un índice

de calidad de aire y la información permanente a la población, dando continuidad y fortaleciendo la coordinación interinstitucional.

Introducción

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta en un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de gases como: dióxido de carbono, ozono, Argón, xenón, radón, etc. La contaminación se define como la acumulación de materia, energía e información en un sistema, causada por fuentes naturales o antropogénicas, considerándose contaminante a cualquier sustancia química o forma de energía presente en el aire que por su concentración pueda ser impropia, nociva, ofensiva para la salud, inconveniente para el bienestar público, perjudicial para los materiales, la flora, la fauna, que atente contra la seguridad, el uso o gozo de propiedad y las actividades normales de la comunidad. Los contaminantes químicos atmosféricos más comunes son los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, oxidantes fotoquímicos y las partículas cuyos componentes pueden ser muy diversos (metales pesados, silicatos, sulfatos, etc.). El ruido, la temperatura y la radiación, son ejemplos de contaminantes físicos. Los olores en el aire son generalmente asociados a procesos y actividades que pueden generar una sensación de olor como resultado de la interacción de diferentes sustancias.

La contaminación atmosférica se percibe desde hace algún tiempo como una amenaza aguda y crónica para la salud de los seres humanos y el ambiente. Es importante destacar que la calidad del aire es resultado de los procesos de emisión, dilución, transporte y remoción de los contaminantes emitidos por diferentes fuentes y de sus interacciones químicas y físicas.



El hombre para vivir inhala aproximadamente catorce mil litros de aire al día. Por dicha razón, la exposición a la contaminación del aire puede generar o agravar los problemas respiratorios, cardíacos y otros problemas de salud, dependiendo de factores tales como grado, alcance y duración de la exposición, edad, susceptibilidad individual, etc. Los olores en sí mismos, no son responsables de daños físicos, pero su efecto desagradable o asfixiante pueden ser responsables de síntomas de enfermedad, como por ejemplo, disminución del apetito y del consumo de agua, náuseas e insomnio. Otros efectos conocidos de la contaminación incluyen deterioro de la flora, disminución en el rendimiento de la productividad agrícola, deterioro de edificios y monumentos y disminución de la visibilidad.

Montevideo posee condiciones geomorfológicas y climáticas favorables a la dispersión natural de las emisiones contaminantes. Estas características hacen que la contaminación del aire no sea un problema grave como en otras ciudades de América Latina y el Caribe. Sin embargo, se han detectado situaciones que justifican atención especial en zonas específicas de la ciudad.

Las principales causas de contaminación atmosférica corresponden a emisiones vehiculares (fuentes móviles) e industriales (fuentes fijas), por el uso de combustibles fósiles.

Fuentes móviles

La contribución del sector transporte a la contaminación del aire se relaciona al número de vehículos, a las características y estado de los mismos, así como a la calidad y composición de los combustibles que se utilizan. Es de destacar que el parque automotor se ha ido modificando por adición de vehículos nuevos a un parque de vehículos antiguos y no por sustitución. El mal estado de los mismos suele acarrear una disminución en la eficiencia de combustión. Esta situación genera gases de combustión incompleta como monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO) e hidrocarburos parcialmente quemados. Las concentraciones de dióxido de azufre también están directamente relacionadas con el consumo de naftas.

La concentración de actividades en el área central de Montevideo, la expansión urbana y el incremento del parque automotor, provocan intensos flujos circulatorios, con situaciones de congestión en algunas arterias de la zona este, en particular, en la avenida Italia y la Rambla. Algunos grandes equipamientos de Montevideo generan presiones importantes en su entorno y en las vías que se les conectan: la Terminal de líneas interdepartamentales e internacionales de Tres Cruces, el Puerto, servicios de logística vinculados al mismo, el Mercado mayorista de frutas y verduras, la Zona Franca de Montevideo, zonas de concentración de servicios de salud, algunas industrias. (Informe GEO Montevideo, 2004).¹

Es importante destacar el crecimiento del parque automotor en el país, y en Montevideo en particular entre los años 1990 y 1997.

Evolución del parque automotor y del índice de motorización de Montevideo:

Año	Autos	Camione- -tas	Camiones, Remolques	Motos, motonetas, motocicletas	Otros	Total	Población	Motoriz ación
1996	218348	32734	21595	66460	4584	343721	1346654	0,26
1997	222717	33207	21854	67628	4623	350029	1350814	0,26
1998	233679	36206	22781	74413	4938	372017	1355149	0,27
1999	231011	36242	22472	78787	6477	374989	1359662	0,28
2000	233023	37039	23065	83168	6676	382971	1364354	0,28
2001	248250	40679	24263	87446	6981	407619	1381542	0,30
2002	247894	40712	24540	89701	6979	409826	1382149	0,30
2003	247125	40199	24817	91636	6280	410057		

Tabla 1 Transporte de Montevideo

Fuente: Unidad de Estadística con datos de la División Tránsito y Transporte de la Intendencia Municipal de Montevideo.

Respecto al transporte de pasajeros de Montevideo con 135 líneas urbanas y suburbanas, es importante destacar el elevado número de paradas (4450), las cuales se convierten en puntos fijos de emisión de contaminantes tanto gaseosos como de material particulado, y la velocidad promedio (16 km/h), la que ocasiona que las emisiones de los contaminantes de los caños de escapes sean de consideración.

En 1990 el consumo energético de naftas y de gas-oil era similar; en cambio en el 2002 la relación correspondió a un 33% de naftas y un 67% de gas-oil (INE, 2002)ⁱⁱ. Esto podría provocar cambios en la matriz de emisiones del parque vehicular disminuyendo las emisiones de dióxido de azufre y plomo y aumentando los precursores del ozono troposférico. Desde principios del año 2004, se suprime en el país el uso de tetraetilo de plomo como antidetonante en las naftas.

Fuentes fijas

La implantación de actividades no residenciales en Montevideo ha seguido un proceso desordenado y no planificado, lo que en muchos casos provoca incompatibilidades con la función residencial. La mayor parte de la industria se localiza dentro de la trama urbana, contigua a la residencia de las personas. La prolongada crisis económica que ha transitado el país ha implicado, entre otros fenómenos, un proceso de fuerte desindustrialización, con cierre de plantas y reducción del nivel de actividad de las que permanecieron, por lo que el aporte contaminante fue menor. Sólo recientemente se verifica un cambio en dichas tendencias, especialmente en las ramas agroindustrial y química. (Info GEO, 2004)ⁱ

Al presente, las principales fuentes fijas identificadas en Montevideo corresponden a la refinería de petróleo ubicada en la zona de La Teja, y dos centrales térmicas de respaldo. Una de ellas (Central Batlle) funciona con combustible fuel-oil y la segunda (La Tablada) utiliza gas-oil. Las mismas, en general, son encendidas para mantenimiento; sin embargo, en el año 2004, a causa de la crisis energética de la región (disminución de la producción de energía hidroeléctrica) han sido puestas en funcionamiento desde el mes de febrero.

Otra fuente fija significativa proviene de la calefacción residencial.

Hasta la fecha no se cuenta con datos de emisiones atmosféricas de las fuentes mencionadas, estando pendiente la realización de un inventario de emisiones.

Antecedentes

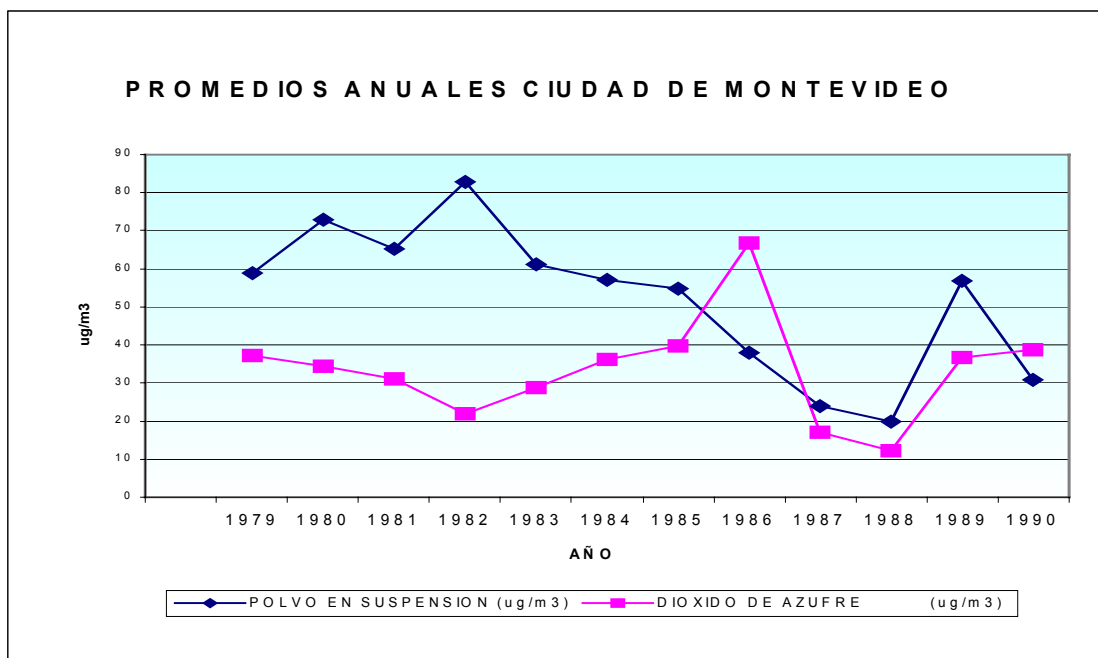
El Ministerio de Salud Pública fue la primera institución que instaló una estación de muestreo de aire en Montevideo para las determinaciones de dióxido de azufre, polvo en suspensión y polvo sedimentable. Dicha estación funcionó en la zona centro de la ciudad entre los años 1968 y 1975.

La Intendencia Municipal de Montevideo comenzó en 1977 a gestionar la adquisición de tres estaciones de muestreo de aire siguiendo las indicaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Dichas estaciones se pusieron en funcionamiento por parte del Laboratorio de Higiene a partir del año 1978, integrando la REDPANAIRES (Red Panamericana de Muestreo Normalizado de Aire) hasta 1983. Como primer paso se realizó una evaluación en relación a las posibles emisiones fijas por establecimientos industriales. A partir de la misma, se ubicaron las primeras estaciones en una zona industrial (Arroyo Seco-Aguada), en una zona comercial e industrial (Av. Millán y Las Violetas) y en una zona de referencia (Carrasco), determinándose dióxido de azufre, polvo en suspensión o humo negro (partículas cuyo diámetro promedio es inferior a 5 micras) y polvo sedimentable.

Desde ese momento, se ha continuado con el monitoreo de la calidad del aire del Departamento, alternando con estudios dirigidos a responder a denuncias de la población. Para ello, el Laboratorio de Higiene Ambiental fue adquiriendo paulatinamente otros equipos de monitoreo: dos estaciones de muestreo automáticas (dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, y parámetros meteorológicos), dos muestreadores de alto volumen para la determinación de partículas totales en suspensión, casetas para el estudio de índice de corrosividad y dos trenes de muestreo tipo OPS.

En principio, las estaciones de monitoreo automáticas (de tipo potenciométricas) se dispusieron en base a las denuncias recibidas, rotando en diferentes ubicaciones por periodos cortos de tiempo.

Los promedios aritméticos anuales de los poluentes estudiados, demuestran que la contaminación existente en el Departamento de Montevideo durante el período 1979 a 1990, se centra en el material particulado fino y grueso.



En los Informes ambientales de Montevideo (años 2001 a 2004)ⁱⁱⁱ, y en las Agendas Ambientales (2000^{iv} y 2002-2007^v) se encuentra información más detallada sobre los antecedentes de monitoreo en Montevideo.

El Laboratorio de Higiene Ambiental se encuentra actualmente en la etapa de implementación de una red fija de monitoreo atmosférico para la vigilancia, prevención y control de la calidad del aire. Esta red posibilitará la toma de medidas adecuadas en los casos que correspondan, y permitirá informar a la población regularmente sobre la calidad del aire que respira. De esta forma, se estará dando cumplimiento a una de las prioridades establecidas en la Agenda Ambiental 2000^{iv} y reafirmada en la Agenda 2002-2007^v.

Definición de parámetros ambientales estudiados.

Los contaminantes fueron seleccionados teniendo en cuenta, las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)^{vi} y la información previa existente en la ciudad de Montevideo.

Se evaluó la posibilidad de implementar la determinación de la mayoría de los contaminantes principales criterio sugeridos por la OMS, dentro de las posibilidades de equipamiento existente. Los contaminantes criterio fueron definidos por la OMS como aquellos que están presentes en mayor concentración y generan a su vez el mayor impacto en la salud.

Monóxido de carbono (CO)

Se presenta naturalmente a partir de la oxidación de metano, comúnmente producida por la descomposición de materia orgánica. La fuente antropogénica principal es la quema incompleta de combustible fósil.

Es especialmente problemático en zonas urbanas con gran número de automóviles, teniendo efectos sobre la salud humana que son dependientes de la concentración y del tiempo de exposición al contaminante, fundamentalmente afectando el transporte de oxígeno en el torrente sanguíneo.

Óxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x)

Son originados naturalmente por descomposición bacteriana, incendios forestales y actividad volcánica. Las fuentes antropogénicas fundamentales son los escapes de los vehículos y la quema de combustibles fósiles.

Los óxidos de nitrógeno contribuyen a la formación de lluvia ácida. Los efectos derivados del nitrógeno presentan una intensa acción irritante sobre la mucosa respiratoria y el epitelio alveolar.

Óxidos de azufre (SO_x)

Se generan de la quema de azufre, siendo la fuente primaria de contaminación por óxidos de azufre la quema de combustible fósil, en particular carbón.

Los óxidos de azufre son perjudiciales para el sistema respiratorio desarrollando irritación y obstrucción bronquial. Desde el punto de vista estrictamente ambiental es responsable directo de la lluvia ácida. Uno de los efectos más conocidos de la lluvia ácida es el deterioro de monumentos y arbolado.

Ozono

Es un contaminante secundario que se forma a partir del dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos en presencia de radiación solar. Por lo que se considera en la evaluación indirecta de la presencia de contaminantes orgánicos y óxidos de nitrógeno. El ozono actúa fundamentalmente sobre el aparato respiratorio produciendo irritación y obstrucción bronquial, así como también irritación ocular y nasal. Se ha demostrado que estos efectos del ozono provocan aumento en ataques de asma bronquial y aparición de neumopatías en exceso.

Material Particulado

El material particulado del aire lo constituyen las partículas sólidas o líquidas del aire, se incluyen contaminantes primarios como el polvo y hollín y contaminantes secundarios como partículas líquidas producidas por la condensación de vapores.

La fracción de partículas correspondiente a las partículas de diámetro menor a 100 µm corresponde a las **Partículas totales en suspensión (PTS)**. La fracción de material particulado que corresponde a diámetro de partículas menores a 10 µm se denomina comúnmente **PM₁₀**. El material particulado de diámetro menor a 10 micrómetros de diámetro aerodinámico presentan una mayor peligrosidad para el ser humano, pues son depositados en el pulmón. Debido a que son partículas finas pueden viajar largas distancias. Estas se asocian fundamentalmente a los gases de combustión y a los productos de las reacciones atmosféricas entre los gases. El material particulado fino favorece la aparición de enfermedades del tracto respiratorio.

El **Humo Negro** corresponde a las partículas residuales de la combustión (cenizas o inquemados); en general son partículas menores de 5 µm, que son retenidas en un filtro y se determinan por la capacidad de reflejar la radiación visible con el procedimiento normalizado.

Las principales fuentes antropogénicas de pequeñas partículas incluyen la quema de combustibles sólidos como la madera y el carbón y la industria de la construcción. La principal fuente natural es la polinización de plantas y recirculación de suelo. El material particulado puede tener efectos en la salud, afecta la visibilidad y aumenta la velocidad de deterioro de materiales.

Índice de corrosividad

La aceleración de la corrosión en los metales ferrosos está asociada a la presencia de azufre y material particulado. La formación de ácido sulfúrico destruye la capa protectora de carbonato formada para proteger el material ferroso y se acelera la corrosión de los metales expuestos.

Metales

La Organización Mundial de la salud (OMS) ha establecido el plomo como contaminante criterio. El plomo posee efectos acumulativos y produce efectos a nivel cerebral, renal, intestinal y sanguíneo. Aparece en el aire como consecuencia del uso de naftas con tetraetilo de plomo como antidetonante y dentro de la producción industrial en particular las fundiciones, proceso y reciclado de baterías y producción de pinturas a base de plomo.

Valores de referencia

El grupo Grupo de Estandarización para Aire GESTA-Aire en el marco de la Comisión Técnica Asesora del Medio Ambiente (COTAMA) ha elaborado la propuesta de estándares de calidad del aire en el año 2000, dicha propuesta no ha sido aprobada aún por el Poder Ejecutivo por lo que nuestro país aún no cuenta con normativa nacional al respecto.

La Intendencia Municipal de Montevideo, desde el año 1993 ha establecido en la resolución del 4/06/93 del Servicio de Instalaciones Mecánicas y Eléctricas, niveles aceptables de presencia de contaminantes para el Departamento de Montevideo tomando en cuenta los niveles sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA). En la tabla 1 se presentan los estándares de calidad utilizados.

Valores de referencia utilizados

Parámetro	Valor de referencia	Organismos de Referencia
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m ³ Promedio móvil en 8 horas	I.M.M.(1993)
	30 mg/m ³ Promedio 1 hora	E.P.A.(1992) O.M.S(1999)
Dióxido de Nitrógeno (NO₂)	40 ug/m ³ Promedio Anual	O.M.S (1999) I.M.M.(1993)
	200 ug/m ³ Promedio 24 horas	
	400 ug/m ³ Promedio 1 hora	
Dióxido de azufre (SO₂)	60 ug/m ³ Promedio Anual	O.M.S (1999)
	150 ug/m ³ Promedio 24 horas	
Ozono (O₃)	120 ug/m ³ Promedio móvil en 8 horas	O.M.S.(1999)
	200 ug/m ³ Promedio 1 hora	E.P.A.(1992)

Material Particulado			
P.T.S. (partículas totales en suspensión)	60 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m ³	Promedio 24 horas	
PM₁₀ (partículas menores a 10 micras)	50 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m3	Promedio 24 horas	O.M.S.(1999)
Polvo en suspensión (Humo negro)	60 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m ³	Promedio 24 horas	
Unidades Internacionales de Humo Normalizado			

Tabla 2

IMM (1993) - Resolución del Servicio de Instalaciones Eléctricas y Mecánicas de la IMM de 4 de junio de 1993

OMS (1999) – Normas Sugeridas por el Organismo Mundial de la Salud, 1999

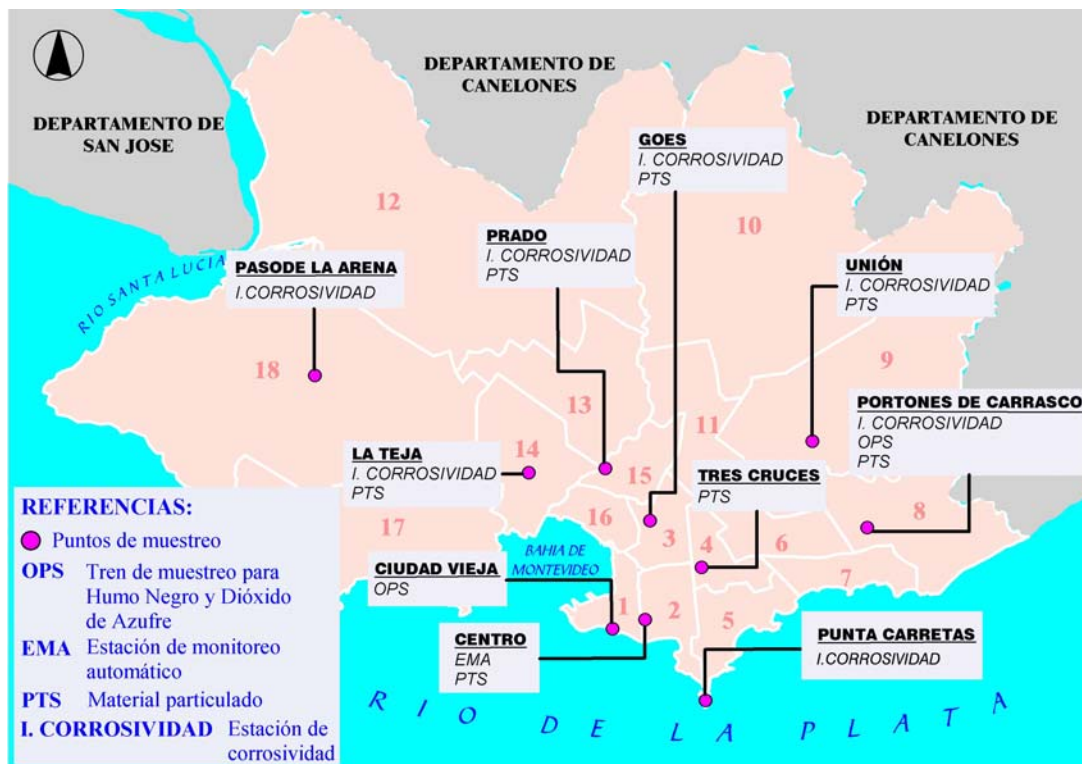
EPA(1992)- Valores Sugeridos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 1992

NOTA: Tanto la OMS como la EPA sugieren valores máximos admisibles para los distintos contaminantes. En la tabla se mencionan los que se utilizaron como guía en este informe.

En algunos casos los valores guía se expresan como rango, siendo el límite el valor más alto y el valor inferior corresponde al valor de atención.

Sitios de muestreo

En el Mapa 1 se puede apreciar la localización de los sitios de muestreo seleccionados en esta etapa. Para ello se realizó una caracterización de los mismos siguiendo los lineamientos que se indican en la sección **Criterio de evaluación de los sitios de muestreo**.



Sitios de monitoreo

Mapa 1 Ubicación de las estaciones de Monitoreo

Criterio de evaluación de los sitios de muestreo

Se seleccionaron los sitios en función de la información previa y la experiencia con que se cuenta. Para la selección se consideró el tipo de emisión preponderante, fuentes de emisión, factores topográficos, información previa de la zona, uso del suelo, densidad de población, seguridad y accesibilidad. Teniendo en cuenta todos los factores precedentes, se han establecido los siguientes sitios de muestreo y propuesto la distribución de monitores de acuerdo a la siguiente tabla.

ZONA	SITIOS	Clasificación	Tipo de monitor instalado
Paso de la Arena	COMUNAL 18	A I	Pasivo/I. Corrosividad
Santiago Vázquez	PARQUE LECOCQ	A III	Pasivo
Carrasco	TAJAMAR	B II	Pasivo
Carrasco	PORTONES DE CARRASCO	C V	OPS/PTS
Prado	MUSEO BLANES	B V	PTS/Pasivo
Goes	COMUNAL 3	C IV	PTS/Pasivo/ I. Corrosividad
Colón	PLAZA COLON	D III	Pasivo
Centro	AEBU	D IV	OPS/Pasivo
Centro	IMM	D V	Estación gases/PTS/PM ₁₀
Cordón	PLAZA DE LOS 33	D V	Pasivo
Tres Cruces	UCUDAL	C V	PTS/PM ₁₀ /Pasivo
Peñarol	PEÑAROL VIEJO (MESA 2)	E I	Pasivo
Unión	COMUNAL 9	E II	PTS/Pasivo/ I. Corrosividad
La Teja	COMUNAL 14	E III	PTS
La Teja	CEMENTERIO	E III	Pasivo
Parque Rodó	BIBLIOTECA MARIA STAGNERO DE MUNAR	BII	Pasivo

Tabla 3 Caracterización de sitios

La clasificación de los sitios se ha establecido en función de dos características, densidad de tránsito y población.

Zona	Código	Densidad de Tránsito automóviles por día	Código
Rural / Sub-urbana	A	< 1000	I
Residencial	B	De 1000 a 5000	II
Residencial / comercial	C	De 5000 a 10000	III
Comercial	D	De 10000 a 20000	IV
Industrial	E	> 20000	V
Focal	F		

Tabla 4 Criterios de caracterización

Al no ser viable la ubicación de equipos de monitoreo en las zonas identificadas en cada categoría, se priorizó aquellas en que se esperaba una mayor contaminación.

Densidad o número de puntos de muestreo.

En esta etapa se ha intensificado la densidad de las estaciones respecto a la recomendada para vigilancia en una ciudad de las características de Montevideo, con la finalidad de establecer la red de monitoreo de la ciudad, con un número de estaciones suficiente.

Los monitores disponibles para el estudio fueron:

- 7 monitores de material particulado de alto volumen para partículas totales (PTS)
- 1 monitor de material particulado de alto volumen para partículas de diámetro menor a 10µm (PM10)
- 2 trenes de monitoreo para Humo Negro
- 2 trenes de monitoreo para la determinación de dióxido de azufre
- 6 estaciones de Índice de corrosividad
- 12 monitores de difusión pasiva
- Una estación de monitoreo continuo de gases que permite evaluar dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono

En el período de diagnóstico no funcionaron los monitores automáticos de tipo potenciométrico por dificultades en cuanto al mantenimiento de dichas estaciones.

Determinación de tiempos de muestreo

La frecuencia de monitoreo y el tiempo de exposición de los mismos son parámetros ajustables en la presente campaña. Las limitantes en cuanto al tiempo de exposición suelen estar determinadas por el tipo de monitor disponible. La frecuencia de monitoreo se define a partir de recomendaciones de la Environment Protection Agency de Estados Unidos para este tipo de campaña.

Contaminante	Frecuencia
Gases	Automático frecuencia horaria.
	Tren de Monitoreo , muestreos de 24 horas de dióxido de azufre
Material particulado	4 a 7 monitoreos de 24 horas de duración al mes, cubriendo diferentes días de la semana
Monitores pasivos	1 muestreo mensual con una exposición de un mes
Índice de corrosividad	1 muestreo mensual con una exposición de un mes

Tabla 5 Frecuencia de Monitoreo

Equipos de monitoreo utilizados

Los equipos que se utilizaron en el monitoreo son de propiedad de Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM).

En esta fase se instalaron:

Equipo	Propietario	Ubicación
1 estación automática de gases.	DINAMA	Palacio Municipal (Centro)
2 estaciones de sensores de gases.	IMM	Prado y Goes
7 estaciones de Monitores de material Particulado (PTS).	5 DINAMA 2 IMM	Distribuidos según tabla 2 y mapa 1
1 estación de Material Particulado (PM10).	DINAMA	Palacio Municipal (Centro)
2 estaciones de Humo Negro.	IMM	Ciudad Vieja y Portones de Carrasco
2 estaciones de Dióxido de Azufre.	IMM	Ciudad Vieja y Portones de Carrasco
6 estaciones de Índice de Corrosividad.	IMM	Distribuidos según tabla 2 y mapa 1
12 muestreadores pasivos.	IMM	Distribuidos según tabla 2 y mapa 1

Tabla 6 Ubicación y propiedad de muestreadores

Una descripción más detallada de los equipo utilizados en la presente campaña, se encuentra en el ANEXO I Equipo de monitoreo

Resultados Obtenidos

Contaminantes Gaseosos

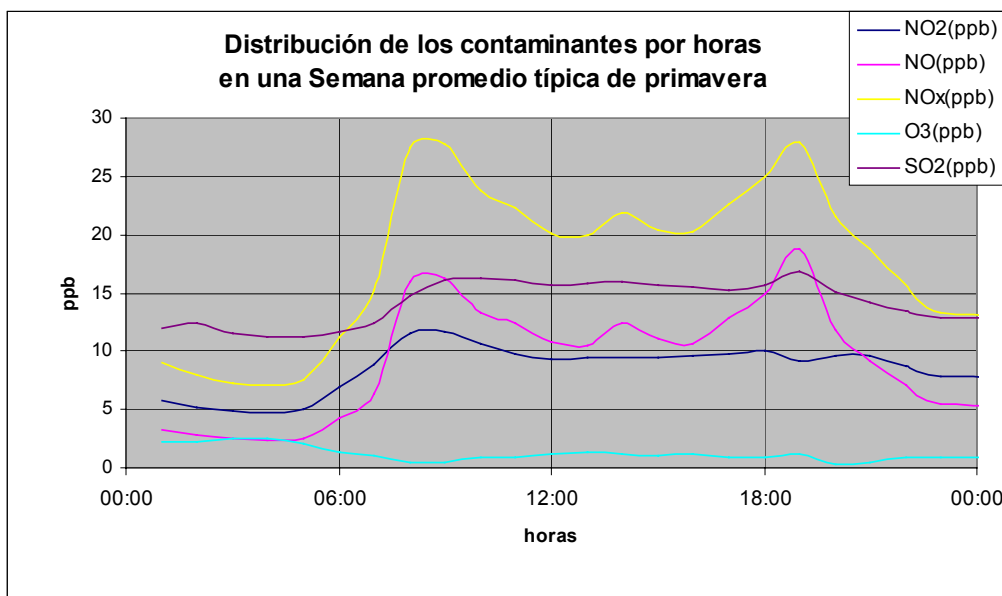
Estación de Monitoreo Ambiental –

Contaminante	NO ₂ ug/m ³ diario	NO ug/m ³ diario	NO _x ug/m ³ diario	O ₃ ug/m ³ diario	SO ₂ ug/m ³ diario
Valor promedio en 24 horas de exposición	20	20	52	13	32
Máximo valor observado en promedios 24 horas	103	95	196	36	142
Valor horario máximo observado en el período	188	123	254	88	320
% de datos que superan el valor límite para 24 horas de exposición	0%	--	--	--	0%
% de datos que superan el valor límite horario de exposición	--	--	--	0%	--
Valores guía para 24 horas	200	--	--	--	150
Valores guía para una hora	--	--	--	200	--

Tabla 7 Contaminantes gaseosos en el Centro de la Ciudad de Montevideo

Notas: Días monitoreados: 236 (corresponde a 65% del año).

Los resultados que se muestran en la Tabla 7 Contaminantes gaseosos en el Centro de la Ciudad de Montevideo no presentan en ningún caso niveles de alarma en cuanto a los valores obtenidos. No obstante hay que tener en cuenta que en el presente año no fue posible utilizar el monitor de monóxido de carbono, y que la calibración de la estación no pudo ser realizada con la frecuencia requerida. Por consiguiente, los resultados obtenidos deben considerarse como aproximados y afectados por una incertidumbre asociada superior a la que se espera de las estaciones de este tipo.



Gráfica 1 Distribución de contaminantes en un día típico correspondiente a una semana.

La gráfica corresponde a la distribución de los resultados de la concentración de contaminantes durante una semana en la primavera del año 2004. Para la determinación del día promedio típico, se promediaron los valores horario de todos los días de la semana.

EMS- Estación de monitoreo con detectores potenciométricos

Las estaciones EMS funcionaron en forma interrumpida en el año 2004. En el final del año se realizó la evaluación del funcionamiento y se procedió a reconfigurar el equipo para evitar la pérdida de información por la baja sensibilidad que trae la configuración de origen. Luego del ajuste, fue necesario verificar el funcionamiento de las estaciones y a finales del año se reubicó una de las estaciones en la Ciudad Vieja. Se estima que en el año 2005 ambas estaciones estarán nuevamente operativas.

Dióxido de azufre en tren de monitoreo

Cuidad Vieja- Enero 2004– Diciembre 2004

Promedio ug/m ³	43.5
Máximo ug/m ³	112
Nº de Muestras que supera valor de referencia 24 horas	0%
No de Muestras	86

Portones de Carrasco- Enero 2004- Diciembre 2004

Promedio ug/m ³	11
Máximo ug/m ³	73
N° de Muestras que supera valor de referencia 24 horas	0%
No de Muestras	98

Tabla 8 Dióxido de azufre en tren de monitoreo

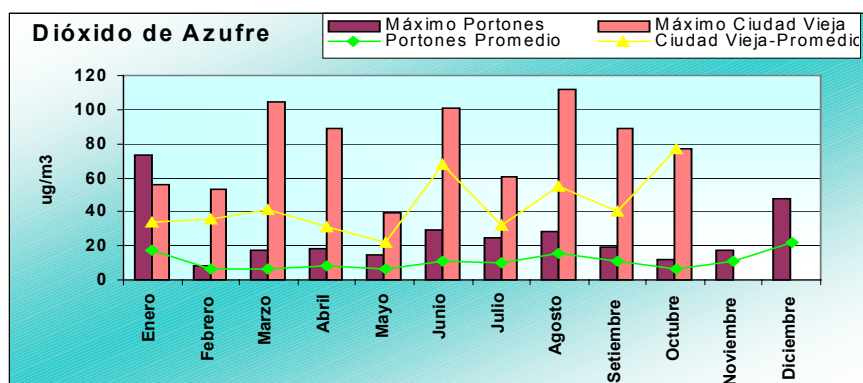


Gráfico 1 Distribución de Dióxido de azufre en el año para ambas estaciones

En el año 2004, se llevó a cabo el monitoreo en las estaciones Ciudad Vieja y Portones de Carrasco para la determinación de dióxido de azufre. La estación de la Ciudad Vieja no funcionó en el último bimestre del año por problemas técnicos, por lo que se cuentan con datos hasta octubre. No se superó el valor de referencia de Dióxido de azufre para ningún muestreo, y el valor promedio anual es notoriamente inferior al valor de referencia en ambas estaciones. Sin embargo, tal como se esperaba, el valor observado en la estación de la Ciudad Vieja es superior al observado en Portones de Carrasco.

Monitores pasivos

Se estudiaron 13 sitios de Montevideo en los últimos cinco meses del año 2004. Los monitores de difusión pasiva utilizados en la campaña son fabricados en el LHA. Hasta la fecha no es posible establecer una correlación satisfactoria entre la concentración de contaminante determinada por este método y las informadas por los monitores automáticos.

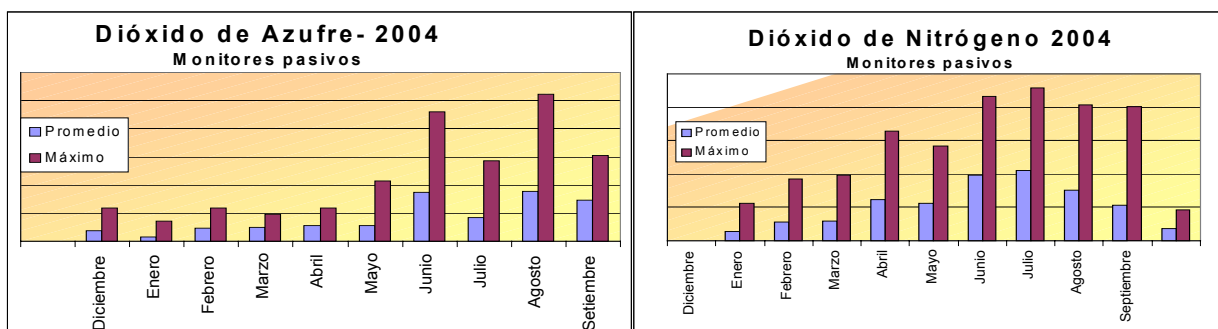
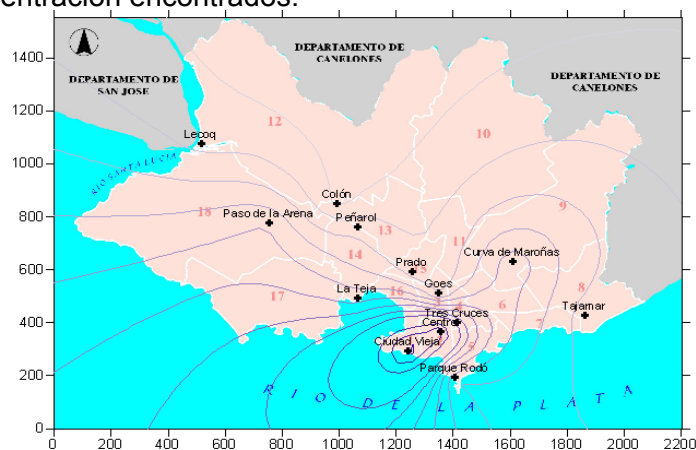
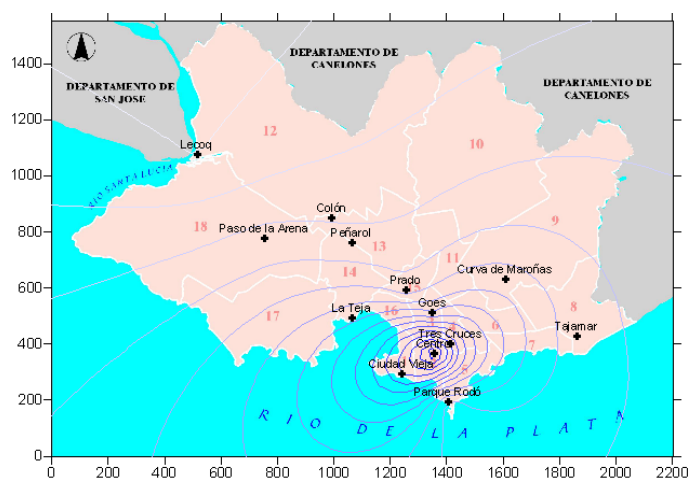


Gráfico 2 Promedios mensuales de presencia de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Montevideo

Sin embargo, se ha podido lograr una comparación de los diferentes sitios de acuerdo a los niveles de concentración encontrados.



Mapa 2 Distribución de dióxido de azufre



Mapa 3 Distribución de dióxido de nitrógeno

Como puede observarse en los mapas de distribución de los contaminantes gaseosos determinados por los monitores pasivos, tanto el dióxido de azufre como el dióxido de nitrógeno siguen similar patrón de concentraciones en la ciudad. El Gráfico 2 Promedios mensuales de presencia de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Montevideo muestra que la concentración de los dos contaminantes estudiados es superior en los meses de junio a setiembre. Debido a la metodología utilizada no es posible establecer la concentración de contaminantes en el ambiente, pero se pueden establecer los mapas de distribución con niveles de contaminación (ver mapas 3 y 4). En la medida que se valide la metodología utilizando pasivos normalizados o monitores automáticos se podrá reevaluar la información.

Material Particulado

Partículas totales en suspensión (PTS)

Medidores de material particulado de alto volumen:

	PORTONES DE CARRASCO	GOES	TRES CRUCES	CENTRO	PRADO	CURVA DE MAROÑAS	LA TEJA	Total
Promedio anual ug/m3	50	40	39	53	36	46	36	43
Máximo en 24 horas (ug/m ³)	126	83	95	98	69	83	76	126
Nº de veces que se superó el valor de referencia de 150 ug/m ³ en 24 horas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Muestras	29	39	37	51	50	56	54	316

Nota: Se utilizó como valor de referencia 150 ug/m3 para PTS en 24 horas de exposición

Tabla 9 Partículas totales en suspensión.

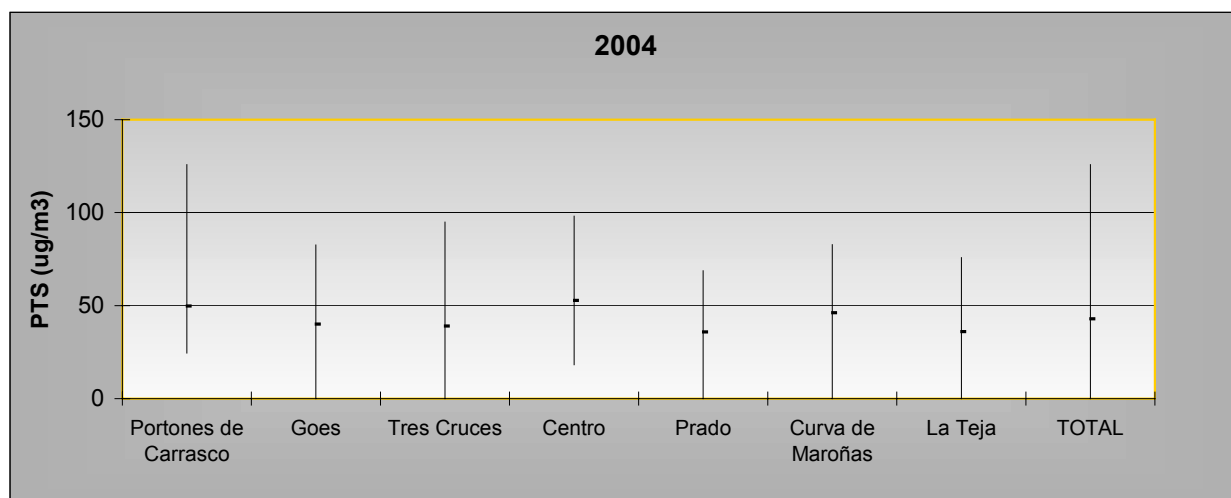


Gráfico 3 Promedio mensual máximo y mínimo de la de las estaciones de Montevideo en el año 2004

El gráfico 4 representa los máximos y promedios observados en el período de muestreo y el promedio en el total de las estaciones de Montevideo.

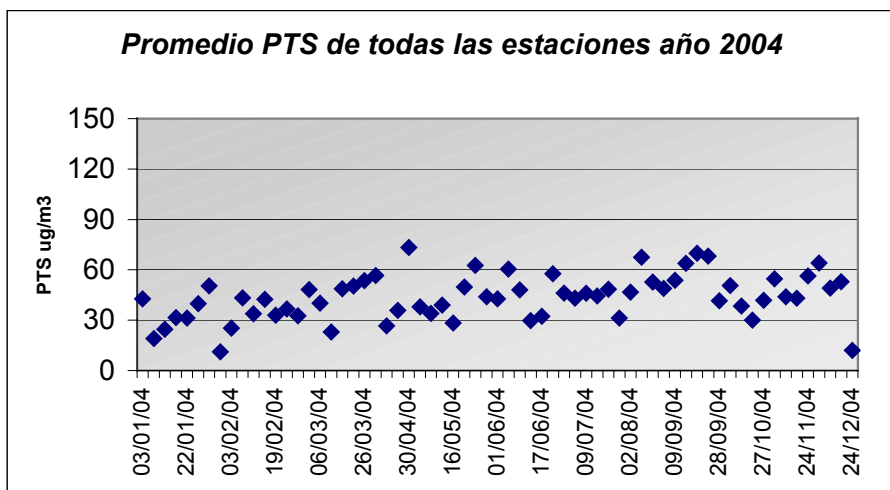


Gráfico 4 Promedio de PTS en 24 horas por día de monitoreo, observado en las estaciones de Montevideo, los días en que se realizó el monitoreo en el año 2004

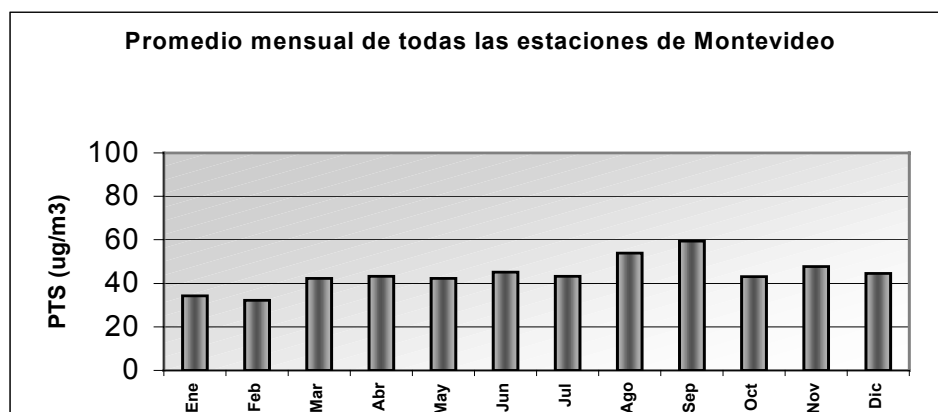


Gráfico 5 Distribución de los resultados obtenidos en todas las estaciones de material particulado en el correr del año 2004, por mes

En el año 2004 se tomaron en total 316 muestras. Las mismas corresponden a las siete estaciones antes mencionadas en todo el período. En la *Tabla 9 Partículas totales en suspensión*, se puede observar la distribución de los resultados según la estación. Los valores mayores de material particulado observado corresponden a los meses de agosto y setiembre, aunque es de destacar que ninguna de las estaciones ha superado el valor de referencia utilizado.

Considerando el promedio del año (360 días), en este período no se superó el valor de referencia **promedio anual** (60 ug/m^3); no obstante en la estación del Centro de la ciudad de Montevideo, el valor promedio observado fue de 53 ug/m^3 lo que corresponde a un valor un 12 % por debajo del límite establecido.

Si estudiamos el patrón de comportamiento teniendo en cuenta los días de la semana, no se observa un comportamiento esencialmente diferencial por día de la semana, excepto una ligera disminución de la concentración los días domingo que no parece ser significativa.

Material particulado menor a 10um de diámetro (PM10)

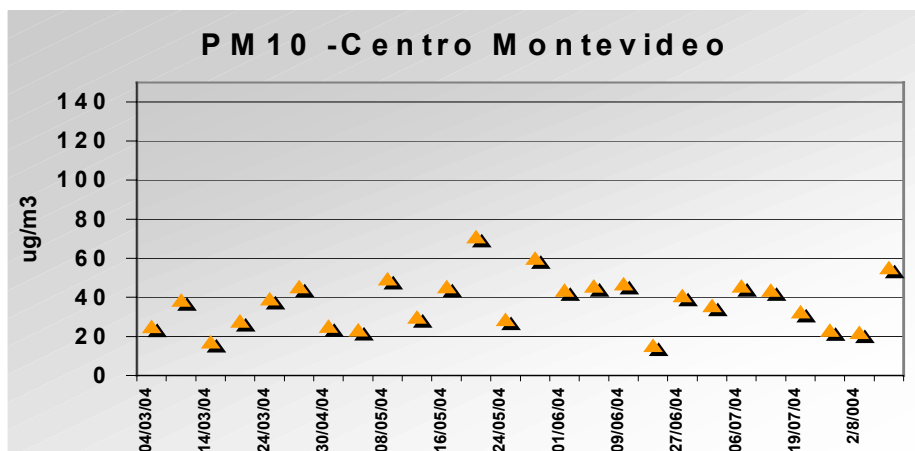


Gráfico 6 Estación Centro- Material Particulado menor a 10 um

NOTA: El eje indica el máximo valor de referencia aceptable para PM10 en 24 horas.

RESUMEN PM₁₀

Periodo de muestreo	4/03/04 23/10/04
Días	233
Porcentaje de días monitoreados en el año	65%
Promedio en el período	36 ug/m³
Máximo en el período	71 ug/m³
Nº de muestras	35

Tabla 10 PM₁₀ en el centro de Montevideo

En el transcurso del año 2004 se instaló y operó una estación de PM₁₀ en el centro de la ciudad, en la terraza del primer piso del Palacio Municipal.

Los resultados obtenidos para las muestras de PM₁₀ en 24 horas de monitoreo se muestran en la Gráfico 5, el máximo valor observado es de 71 ug/m³ que corresponde a un valor inferior al valor de referencia propuesto por la EPA. El promedio de los todos los resultados en el período (63% del año) es de 36 ug/m³, dicho valor es inferior al promedio anual que propone la EPA para este contaminante. **Valores de referencia utilizados**

Parámetro	Valor de referencia	Organismos de Referencia
-----------	---------------------	--------------------------

Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m3	Promedio móvil en 8 horas	I.M.M.(1993)
	30 mg/m3	Promedio 1 hora	E.P.A.(1992) O.M.S(1999)
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	40 ug/m3	Promedio Anual	O.M.S (1999) I.M.M.(1993)
	200 ug/m3	Promedio 24 horas	
	400 ug/m3	Promedio 1 hora	
Dióxido de azufre (SO2)	60 ug/m3	Promedio Anual	O.M.S (1999)
	150 ug/m3	Promedio 24 horas	
Ozono (O3)	120 ug/m3	Promedio móvil en 8 horas	O.M.S.(1999)
	200 ug/m3	Promedio 1 hora	E.P.A.(1992)
Material Particulado			
P.T.S. (partículas totales en suspensión)	60 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m3	Promedio 24 horas	
PM10 (partículas menores a 10 micras)	50 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m3	Promedio 24 horas	O.M.S.(1999)
Polvo en suspensión (Humo negro) Unidades Internacionales de Humo Normalizado	60 ug/m3	Promedio Anual	I.M.M. (1993)
	150 ug/m3	Promedio 24 horas	

Tabla 2

IMM (1993) - Resolución del Servicio de Instalaciones Eléctricas y Mecánicas de la IMM de 4 de junio de 1993
OMS (1999) – Normas Sugeridas por el Organismo Mundial de la Salud, 1999
EPA(1992)- Valores Sugeridos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 1992

Humo Negro

Ciudad Vieja- Enero2003 –Diciembre 2004

Promedio ug/m³	35
Máximo ug/m³	116
Porcentaje de muestras que supera el nivel de referencia	0 %
No de muestras	121

Portones de Carrasco- Junio2003 – Diciembre 2004

Promedio ug/m3	16
Máximo ug/m3	118
Porcentaje de muestras que supera el nivel de referencia	0%
No de Muestras	122

Tabla 11 Humo Negro estaciones de Ciudad Vieja y Portones de Carrasco

Nota: el valor de referencia utilizado es de 150 ug/m³

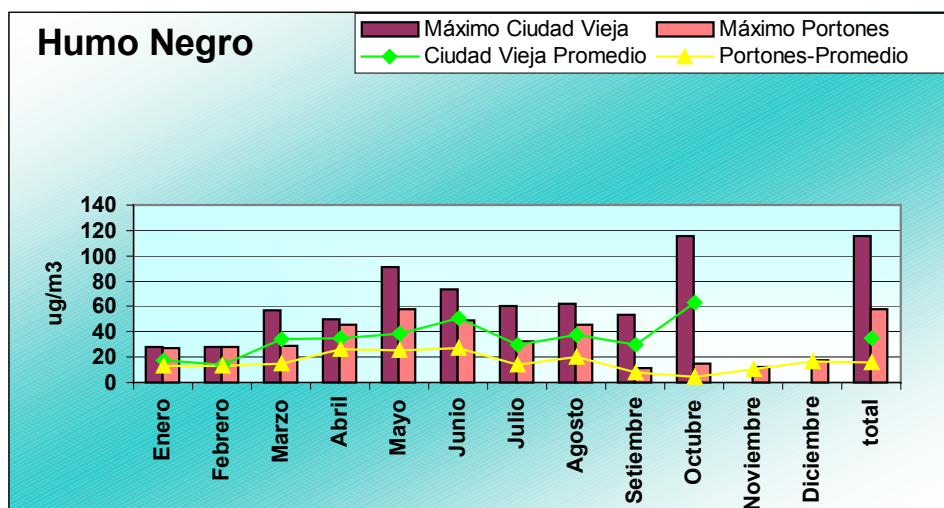


Gráfico 7 Humo Negro en estaciones Ciudad Vieja y Portones de Carrasco

Distribución mensual de resultados en ambas estaciones de tren de monitoreo

Año	Promedio	Máximo 24 horas	Nº muestras
	ug/m ³	ug/m ³	
1995	33	163	147
1996	53	320	218
1997	42	205	205
1998	38	164	197
1999	33	259	177
2000	39	214	157
2001	43	321	117
2002	29	126	179
2003	32	238	184
2004	35	116	131

Tabla 12 Evolución promedios anuales Ciudad Vieja 1995-2004

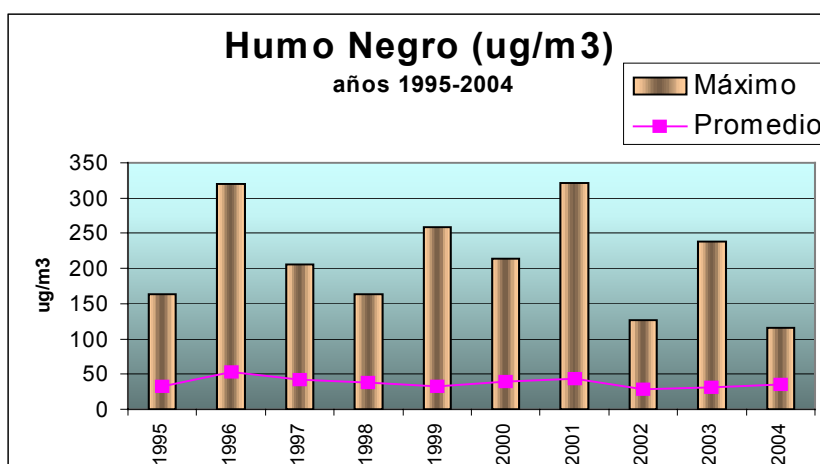


Gráfico 8 Promedio y máximos anuales años 1995-2004 estación de la ciudad vieja

Tendencia de promedios y máximos anuales en los últimos 10 años, en la estación ubicada en la Ciudad Vieja. Los valores presentados en la Tabla 2 correspondientes a Humo Negro (Polvo en suspensión) se puede observar se expresan en un rango de

aceptación, tanto para los valores de 24 horas como para los promedios anuales. El promedio anual móvil para ambas estaciones no supera el límite inferior de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ siendo siempre mayor el valor observado en la estación de Ciudad Vieja respecto a la de Portones de Carrasco Gráfico 8 Promedio y máximos anuales años 1995-2004 estación de la ciudad vieja

Entre enero 2003 y octubre de 2004, el valor máximo admitido en 24 horas se superó en varias oportunidades. En la estación de la Ciudad Vieja en dos oportunidades se superó la concentración de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que corresponde al valor de referencia. En la estación Portones de Carrasco por otra parte se superó 6 una vez.

Indice de Corrosividad

	Goes	Punta Carretas	Portones de Carrasco.	Curva de Maroñas	Prado	La Teja	Pajas Blancas
AÑO 2004							
Promedio anual	0,39	1,74	0,25	0,43	0,28	0,87	0,45

Tabla 13 Indice de Corrosividad Promedio anual año 2004

Nº de muestras analizadas en el año: **65**

Año 2004	Promedio del departamento
Enero	0,30
Febrero	0,52
Marzo	0,23
Abril	0,48
Mayo	0,70
Junio	0,72
Julio	0,46
Agosto	0,83
Setiembre	0,83
Octubre	0,94
Noviembre	0,98
Diciembre	0,82

Datos históricos	
	IC prom
1997	1,04
1998	0,80
1999	0,96
2000	1,06
2001	0,93
2002	0,57
2003	0,63

Tabla 14b Datos históricos

Resultados mensuales de las siete estaciones de índice de corrosividad

Tabla 15 Promedio mensual del departamento de Montevideo sin incluir el Laboratorio de Higiene Ambiental

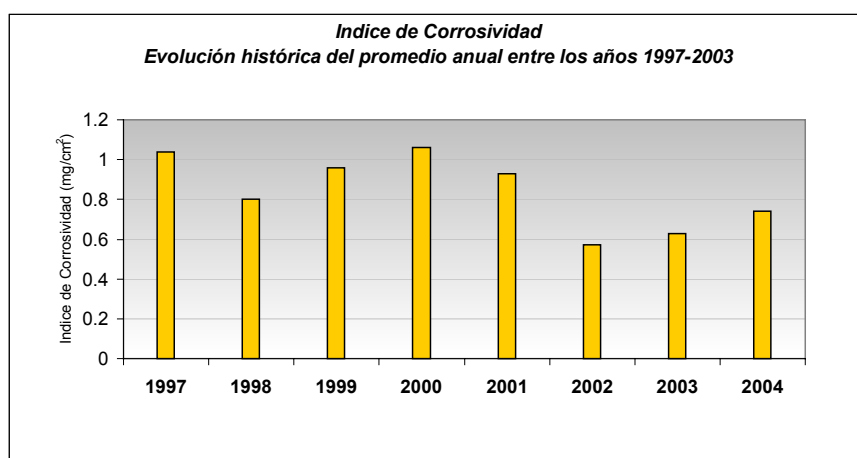


Gráfico 9 Indices de Corrosividad últimos 8 años

Los resultados obtenidos con el ensayo de índice de corrosividad en el año 2004 son coincidentes con los observados en años anteriores. El valor excesivo que es posible observar en Punta Carretas (estación ubicada en el Laboratorio de Higiene Ambiental) se debe fundamentalmente a la presencia del mar.

En el año 2004, se realizó la segunda etapa de la campaña de diagnóstico con el objetivo de generar la información a fin de establecer la red de monitoreo para la ciudad.

El monitoreo de material particulado en aire, tanto las partículas totales en suspensión (PTS), las partículas de diámetro menor a 10µm (PM10) así como la determinación de humo negro normalizado (HNN), están bajo control analítico y los datos emitidos son validados durante el proceso. El número de muestras de material particulado, en el segundo semestre del año 2003 y en el 2004 es más que suficiente, alcanzándose con creces la meta propuesta para esta etapa. Estos resultados permiten indicar que en la ciudad de Montevideo no existe, en líneas generales, contaminación alarmante en lo referente a las partículas totales en suspensión. Sin embargo, en el centro de la ciudad de Montevideo, el nivel recomendado para los valores promedios anuales es apenas superior al resultado observado en esta estación por lo que se debe seguir investigando para evaluar concluyentemente. En la misma estación Centro funciona el monitor de PM10, siendo el promedio anual de las partículas menores a 10 µm de diámetro, sensiblemente por debajo de las recomendaciones de la EPA, para este contaminante.

El monitoreo de gases durante el año 2004 ha presentado dificultades. En particular, las asociadas a las estaciones automáticas se debieron fundamentalmente a la falta de recursos asociados a mantenimiento y calibración de los monitores, ya que no se contó con los gases de calibración adecuados y no se pudieron adquirir los repuestos necesarios para el funcionamiento de algunos monitores (como por ejemplo, la fuente del equipo de monitoreo de monóxido de carbono). En el caso de las estaciones potenciométricas, el dispositivo que se utiliza para la adquisición y procesamiento de las respuesta de los sensores, está reparado en forma precaria corriéndose el riesgo de que las estaciones no puedan ser operadas en un futuro cercano. Se ha determinado como urgente la adquisición de dicho dispositivo para continuar con el proyecto de establecimiento de la red de monitoreo.

En lo referente a los monitores pasivos, se concluye que son de gran utilidad en Montevideo para la evaluación de la presencia de contaminantes, ya que requieren relativamente poca infraestructura y son económicos en relación a otro tipo de monitor. Los resultados que se obtienen corresponden a períodos de una semana como mínimo y permiten mantener bajo vigilancia una amplia zona del Departamento, por lo que son una alternativa adecuada. Al presente, no es posible correlacionar la concentración de contaminantes gaseosos en el aire con el valor obtenido en el laboratorio, restando la validación analítica de esta metodología.

El índice de Corrosividad se determinó este año en igual forma que en años anteriores, no observándose ninguna variación especial en el presente año.

A raíz de los datos recabados y luego del análisis y discusión de los resultados, se decidió la conveniencia de instalar una estación en la Ciudad Vieja de Montevideo. La misma se encuentra funcionando desde enero del año 2005 en el Museo Romántico (25 de Mayo y Zabala), y cuenta con un monitor de material particulado, una estación de gases (CO-NO₂-y SO₂) y una caseta para la determinación de Índice de corrosividad.

Establecer la red de vigilancia de calidad del aire para la ciudad de Montevideo

A partir de los resultados obtenidos, se propone la red estable de monitoreo de calidad de aire en Montevideo. A tales efectos el grupo de trabajo de Calidad Atmosférica del Laboratorio de Higiene Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo y el Sector Calidad del Aire de la Dirección Nacional de Medio Ambiente, coordinarán esfuerzos para establecer los sitios, la frecuencia de monitoreo y los contaminantes a estudiar en la red de monitoreo ambiental.

Monitores de difusión pasiva

Los monitores de difusión pasiva son una alternativa económica, ampliamente utilizada en el mundo para la determinación de diferentes contaminantes. El programa de desarrollo de pasivos lleva dos años, en el cual se han experimentado con diferentes diseños de muestreadores. Esto ha permitido en el último año realizar los mapas de distribución de la concentración de los contaminantes estudiados (dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno) con relativa certeza. Sin embargo para que esta metodología sea aprovechada en todo su potencial es esencial poder correlacionar la concentración de los contaminantes presentes en el aire en un período dado, para lo cual se debe validar los resultados con respecto a los equipos de monitoreo automático y/o comparar con pasivos comerciales que tengan dichas relaciones predeterminadas. Por consiguiente, se propone la validación de la metodología durante el año 2005.

Instalación de sensores meteorológicos

El análisis de la información meteorológica es esencial para la correcta interpretación de los resultados obtenidos a través de la red de monitoreo de la ciudad. Esto permitirá en un futuro realizar la predicción de escenarios alternativos respecto al comportamiento de los diferentes contaminantes. Se propone la instalación de sensores meteorológicos, propiedad de DINAMA, para integrar la red.

Determinación de metales en aire

El análisis de los resultados de plomo y otros metales en los filtros de material particulado recolectados en el año 2004, permitirá estimar las fuentes más probables de contaminación en los diferentes puntos de Montevideo donde se lleva adelante el estudio. También permitirá observar si el cambio en la composición de las naftas (la supresión del Tetraetilo de Plomo como antidetonante) ha significado un cambio en la composición de los metales en el material particulado o no es significativo en este nivel.

Determinación de compuestos orgánicos volátiles

Se realizará un análisis de factibilidad de la determinación de compuestos orgánicos volátiles por medio de diferentes metodología analíticas, pasivas y activas. El desarrollo de este objetivo implicará coordinar con diferentes organismos o con el Laboratorio de Bromatología de la Intendencia Municipal de Montevideo para la realización de los análisis ya que el Laboratorio de Higiene Ambiental no cuenta con el equipamiento necesario para realizar las determinaciones analíticas de compuestos orgánicos.

Información a la población

Se implementará un índice de calidad de aire para facilitar la información a la población y para manejar objetivamente los datos registrados en la red de monitoreo. Se propone canalizar la información a través de la página web de la Intendencia Municipal de Montevideo y de las carteleras electrónicas distribuidas en la ciudad de Montevideo. Los informes presentados podrán ser de frecuencia semanal, dado que se cuenta con una red predominantemente manual que impide la actualización diaria de la información. Simultáneamente, se distribuirá un folleto explicativo a las Comisiones de Medio Ambiente de los Centros Comunes Zonales y al Programa de Monitoreo Ciudadano.

Participación de la población

Se propone una experiencia de gestión participativa de vecinos en conjunto entre esta Unidad y la Comisión de Medio Ambiente del CCZ 14, para una evaluación de la concentración de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno a través de monitores pasivos en los sitios seleccionados por los propios vecinos. Esta experiencia podrá dar comienzo una vez que se valide la metodología correspondiente en el transcurso del año 2005.

Estaciones automáticas

1. Estación automática continua con detectores de tipo espectrofotométrico

Se encuentra ubicada en el primer piso del palacio Municipal en la Intendencia Municipal de Montevideo . La toma de muestra está ubicada a 12 metros sobre el nivel de calle y en la terraza hacia la calle 18 de julio. La estación es propiedad de la DINAMA, y la operación de la misma a cargo del sector Calidad Atmosférica del Laboratorio de Higiene Ambiental.

La estación marca *Technical Environmental Instruments* (TEI), contiene dispositivos para la medida de la concentración de Oxidos de Nitrógeno (NO_x , NO_2 , NO) marca TEI 42C; Dióxido de Azufre (SO_2) marca TEI 43C; monóxido de Carbono (CO) TEI 48C; Ozono (O_3) TEI 49C.

La técnica analítica utilizada para la determinación de los gases analizados es espectrofotometría molecular (Ultravioleta e Infrarrojo). Los datos registrados son un promedio de los valores horario, y son almacenados en el Data Logger para su posterior evaluación. Esta estación se encuentra operando en condiciones desde Diciembre de 2003.



Foto 1 Estación de Monitoreo Automático

2. Estaciones automáticas continuas con detectores de tipo potenciométrico

Se cuenta con dos estaciones automáticas de tipo potenciométrico para la evaluación de CO, NO₂ y SO₂.

Las estaciones son marca ELE internacional de origen británico y la primera se encuentran funcionando desde el año 1993. En el año 2004, funcionaron en forma discontinuada, debido a dificultades en el mantenimiento de los sensores y del hardware de integración y procesamiento de los datos. Por este motivo, los datos obtenidos no se incluyeron en el presente informe.

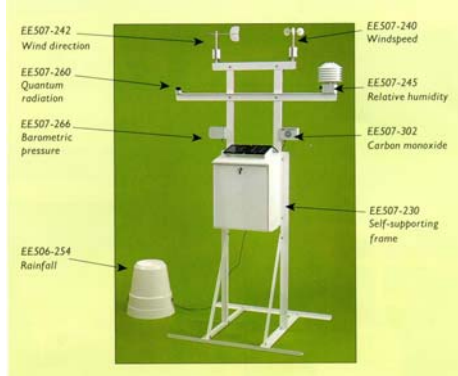


Foto 2 Estaciones de tipo Potenciométrico

Muestreadores de Material Particulado

1. Muestreadores de Alto Volumen

Los muestreadores de alto volumen que se están utilizando permiten realizar el muestreo de las partículas totales en suspensión según recomendación de la EPA. Durante el año 2004 se establecieron un máximo de siete muestreos y un mínimo de cuatro por estación y por mes.

Este tipo de muestreador aspira aproximadamente 1700 m³ de aire en 24 horas; las partículas suspendidas en el aire cuyo tamaño es inferior a 100 micras son retenidas sobre un filtro, y posteriormente analizado en el Laboratorio. El valor normalizado se define para la concentración de PTS en el aire en 24 horas de exposición.

En el caso del PM₁₀ las partículas de diámetro mayor quedan retenidas en el cabezal y solamente llegan al filtro aquellas partículas menores a 10 µm de diámetro.

Esquema 1 Esquema de funcionamiento de muestreador de alto volumen

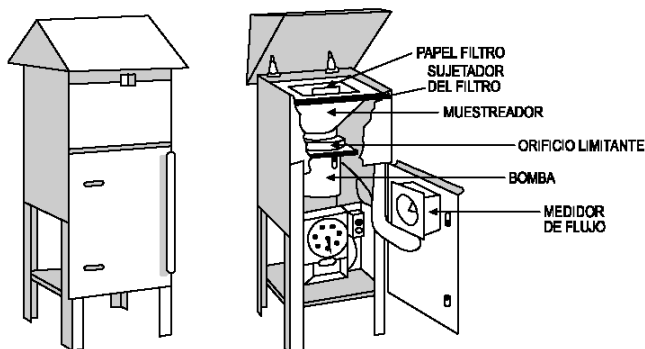


Foto 3 Muestreador de alto volumen

2. Tren de monitoreo para Humo Negro y Dióxido de azufre.

Los trenes de monitoreo que se utilizan actualmente pertenecen a la IMM y están en funcionamiento desde principio de la década del ochenta, cuando fueron integrados por un proyecto multinacional gestionado por OPS para establecer los puntos prioritarios de contaminación en América.

En los mismos es posible determinar Dióxido de azufre (SO_2) y material particulado (Humo negro), a través de un tren de monitoreo continuo. El aire es bombeado (aproximadamente 7,2 m³ diarios) pasando por una solución de peróxido de hidrógeno donde es retenido el dióxido de azufre y posteriormente valorado en el Laboratorio. El polvo en suspensión es retenido en un filtro y determinado por reflectometría. Este procedimiento fue recomendado por la red Panamericana de Muestreo de Aire de la Organización Mundial de la Salud, y el método aparece



publicado en "Selected Methods of measuring air Pollutants." ¡Error! Marcador no definido.

Esquema 2 Tren de monitoreo

La estación correspondiente al monitoreo de la Ciudad Vieja se mantiene desde 1995, lo que permite una evaluación continuada de la evolución de dichos contaminantes en dicha zona. En junio de 2003 se instaló en Portones de Carrasco una estación similar a la anterior. Se establecieron muestreos de 24 horas con un número mínimo de muestreos de 10 por mes y un máximo de 20.

Indice de Corrosividad

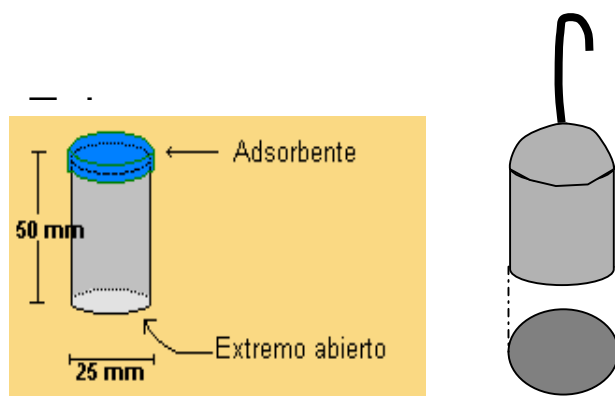
No requiere de equipos específicos. El procedimiento consiste en la exposición al aire de discos de material susceptible a corrosión por 30 días y posteriormente se determina la ganancia de peso en este intervalo. Los discos se colocan en casetas como se muestra en la figura:



Foto 4 Caseta para discos de corrosividad

Tubos de difusión pasiva

Los monitores de difusión pasiva para contaminantes gaseosos son dispositivos capaces de determinar la presencia de gases o vapores del contaminante en estudio, controlado por un proceso físico, la difusión, a través de un estrato estático sin involucrar movimiento convectivo de aire. Son una alternativa económica para la evaluación de la presencia de contaminantes gaseosos. En el transcurso del año 2004 se utilizaron monitores del tipo “tubo Palmes” para la determinación de NO₂ y SO₂. Los mismos fueron fabricados en el Laboratorio de Higiene Ambiental, en forma artesanal.



Esquema 3 *Tubos de difusión pasiva*

La campaña de monitoreo con tubos pasivos se desarrolló entre los meses de junio y noviembre, realizándose un monitoreo mensual. Se llevaron a cabo diferentes pruebas de diseño de los mismos y desarrollo de la metodología analítica de los contaminantes retenidos en los mismos.

Técnicas analíticas para la determinación de metales

En el año 2004 se propuso la evaluación de la presencia de metales en aire por dos vías. En ambas se utiliza como metodología analítica la determinación de metales por fluorescencia de Rayos X (FTRX), lo que permite obtener la concentración de varios metales simultáneamente en un análisis. Estos son realizados por la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear (DINATEN).

En Material Particulado En el marco del proyecto URU/7/004 se estudiará la distribución de los metales en los filtros de material particulado (PTS) de los diferentes puntos del Departamento de Montevideo. Los resultados del contenido de metales en los filtros serán analizados en los primeros meses del 2005.

En Biomonitores. El proyecto RLA /7/010 ARCAL LX "Aplicación de biomonitores y técnicas nucleares relacionadas aplicadas a estudios de contaminación atmosférica" financiado por la OIEA, se analiza la distribución de diversos metales presentes en biomonitores que se pueden encontrar en nuestra ciudad. El proyecto que finalizará en el primer semestre del año 2005 permitirá establecer si en algunos de los puntos donde se recogieron muestras se encuentran indicios de una presencia anormalmente alta de metales en el aire que sea necesario atender especialmente.

Referencias bibliográficas

-
- ⁱ GEO Montevideo Informe Ambiental año 2004- Capítulo 4-Estado del Ambiente-Aire - Intendencia Municipal de Montevideo- PNUMA Montevideo 2004
- ⁱⁱ Instituto Nacional de Estadística- Anuario estadístico 2002 y Uruguay en cifras 2002 www.ine.gub.uy
- ⁱⁱⁱ Informe Ambiental Montevideo XXI www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos . Capítulo Atmósfera.- IMM Montevideo Julio 2001
- ^{iv} Agenda Ambiental Montevideo 2000- Coordinado GEA Capítulo 5 Atmósfera- www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos
- ^v Agenda Ambiental Montevideo 2002-2007 - Coordinado GAM (Grupo Ambiental Montevideo) Capítulo Atmósfera- www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos .
- ^{vi} Directrices para la elaboración de los planes de acción locales para mejorar la calidad del aire – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Korck M.E –Maisonier, M. OPS/Cepis/Pub- 2001