

## DETECCION DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS EN LA PLATA Y ALREDEDORES POR METODOS OPTICOS.

Mario E. Rosato\*. Jorge Reyna Almandos\*,\*\*. Daniel Schinca\*\*.  
Sergio Noriega\*\*. Ana Albino\*\*. Luis Martorelli\*\*\*.

U.T.N. Facultad Regional La Plata  
Calle 60 esq. 124 - (1900) La Plata -  
T. (021) 21 7578 - FAX (021) 4 3155

### RESUMEN

El objetivo general de este trabajo es estudiar la concentración de sustancias contaminantes del medio ambiente en la región de La Plata y alrededores con referencia especial al polo petroquímico, utilizando técnicas ópticas. Para ello se ha iniciado en la zona y en forma continua las mediciones de dióxido de azufre, gas contaminante representativo de la actividad industrial. Hasta el momento no se contaba en la región con valores sobre las cantidades de dióxido de azufre existentes en la atmósfera con la precisión reportada y en tiempo real.

Paralelamente se ha construido un sistema basado en espectroscopia de absorción óptica aplicado al estudio de diversos contaminantes gaseosos atmosféricos, como lo son: los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono, hidrocarburos, etc.

Los datos obtenidos hasta la fecha fueron correlacionados con parámetros meteorológicos de la región estudiada.

### INTRODUCCION

Este trabajo configura un Proyecto en el cual participa un grupo multidisciplinario de personas pertenecientes a varias instituciones y propende al mejoramiento de la calidad de vida y conservación del medio ambiente.

La problemática de la contaminación atmosférica comprende dos etapas básicas: primero, reconocer la existencia y magnitud del problema para lo cual es necesario detectar y medir los contaminantes emitidos por distintas fuentes que se hallan dispersos en la atmósfera de la zona o región de estudio. En una segunda etapa se usan los datos obtenidos en la primera para realizar un control efectivo de las emisiones con el fin de reducir los valores por debajo de los prescriptos en reglamentaciones locales o internacionales.

## CONCLUSIONES

El dióxido de azufre, aceptado actualmente como uno de los indicadores de contaminación, es un gas que se genera principalmente por el uso de combustibles fósiles, y provoca como los demás contaminantes gaseosos efectos indeseables en el hombre y en el ambiente (flora, fauna, bienes culturales y en general).

Si bien actualmente se intenta desarrollar aprovechamientos energéticos "limpios", el hombre sigue utilizando energías generadoras de contaminantes. Por tal razón el motivo de este trabajo es minimizar los efectos de dicha contaminación.

Haciendo una referencia histórica, el dióxido de azufre, fue reconocido ya desde el siglo XVII como contaminante del aire. En nuestro siglo, a partir de la década del 50, se acentuó este problema debido a las grandes concentraciones urbanas e industriales.

Considerando que el conocimiento de la concentración del mismo es representativo de la actividad industrial y urbana, se realizaron mediciones para determinar la concentración del gas dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) en la atmósfera de la región correspondiente al Gran La Plata, particularmente del Polo Petroquímico.

En la naturaleza, este gas se origina básicamente en la actividad volcánica y el hombre es el que produce la mayor parte presente en la atmósfera a través de la combustión del carbon, del petróleo y sus derivados, los que contienen cantidades variables de azufre. Las emisiones provienen de fuentes fijas en las que figuran todo tipo de actividad industrial, y conglomerados urbanos. Los vehículos automotores conforman el grueso de las fuentes móviles.

El dióxido de azufre no permanece estable en la atmósfera, se incorpora al ciclo del azufre y reacciona por acción de los rayos ultravioletas. En presencia del vapor de agua se transforma en ácido sulfuroso que se caracteriza por su inestabilidad, el que por acciones fotoquímicas pasa a sulfúrico, componente de las lluvias ácidas. Por otra parte, este gas es asimilado por los seres vivos y suelos.

El monóxido de carbono existe en la atmósfera de todas las grandes ciudades debido a la combustión incompleta del carbon, del petróleo y sus derivados y de otros combustibles orgánicos, en viviendas, en las industrias, o de gases de escape de automotores. El humo de tabaco tiene una cantidad apreciable de este gas.

Los hidrocarburos en el aire provienen de la combustión incompleta de carburantes en instalaciones fijas y de los motores de combustión interna de automotores, ferrocarriles, aeronaves y navegación.

Los derivados del nitrógeno, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, etc son nocivos para los animales, aunque no para los vegetales salvo algunas excepciones. En zonas de mucha luz natural y alta contaminación generan por reacción fotoquímica diversos compuestos, ácido nítrico, nitrato de amonio, grupos de aromáticos, etc.

El ozono es un constituyente natural de la atmósfera pero se considera contaminante cuando su concentración supera la normal. Se genera durante las tormentas, reacciona con las olefinas o alkenos de los gases de escapes de vehículos.

## DISPOSITIVOS EXPERIMENTALES

Los datos experimentales correspondientes al dióxido de azufre fueron obtenidos mediante un analizador de fluorescencia ultravioleta (U.V.) diseñado para medir bajas concentraciones en aire ambiente y con alta precisión. El principio de medición está basado en la espectroscopia de fluorescencia clásica. El SO<sub>2</sub> tiene una fuerte absorción en el espectro ultravioleta entre 200 y 240 nm. La absorción a esta longitud de onda da como resultado la emisión de fluorescencia en longitudes de onda entre 300 y 400 nm. la cantidad de fluorescencia emitida es directamente proporcional a la concentración de dióxido de azufre.

Paralelamente se ha proyectado, construido y se está poniendo a punto un sistema experimental basado en la espectroscopia de absorción óptica diferencial (DOAS) a fin de detectar y medir, además del dióxido de azufre, otros contaminantes en la atmósfera como son los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, etc.

La medición de contaminantes por la técnica arriba citada se basa en la absorción selectiva de las moléculas contaminantes cuando son iluminadas con una fuente de luz de espectro continuo. Considerando que si se conoce la intensidad de radiación emitida ( $I_0$ ) y la recibida ( $I$ ), luego de recorrer un camino óptico ( $x$ ), es posible determinar la concentración promedio del contaminante ( $K$ ), que está relacionada con la expresión:

$$\frac{I}{I_0} = \exp [-kx]$$

El sistema consta de un telescopio emisor que tiene un espejo paraboidal de 17 cm. de distancia focal y 33 cm. de diámetro. En el foco del mismo se coloca una lámpara de xenon de alta presión, que posee un espectro muy rico en frecuencias y que cubre la región del ultravioleta cercano al límite de absorción del aire (aproximadamente 200 nm.) y hasta el infrarrojo cercano del espectro electromagnético.

La luz emitida por la lámpara, en este caso de 150 W., es recibida por un sistema óptico reflector tipo telescopio newtoniano de 1,5 m de distancia focal, que posee un espejo paraboidal de 31 cm. de diámetro y un espejo plano de 7,5 cm. de diámetro. La luz recibida por este dispositivo es analizada con un monocromador de barrido, montaje Czerny-Turner, de 50 cm. de distancia focal. A la salida de éste, la luz es detectada por un fotomultiplicador tipo RCA 931, generando una corriente proporcional a la intensidad de la luz, la que amplificada es a su vez tomada por una computadora personal (PC) a través de una tarjeta digitalizadora, (Fig. 1)

## RESULTADOS Y ANALISIS

Los datos de concentración de SO<sub>2</sub> en aire que se informan fueron medidos a alturas comprendidas entre 1,70 y 2,00 m. La mayoría de los datos reportados se tomaron en la Facultad Regional La Plata frente al polo petroquímico, habiéndose realizado otras mediciones en el C.I.Op, ubicado en la Localidad de M.B. Gonnet, en la calle 45 esquina 18 próximo al centro geográfico de La Plata y en el Municipio de Berisso.

Durante los últimos diez días de junio, los valores diarios promedio fueron bajos, entre 0,002 y 0,006 ppm. Los vientos predominaron del sector nor-noroeste. El día 22 se midió un pico que alcanzó el valor de 0,070 ppm con una duración de 15 minutos con viento del sector nor-noroeste.

En el mes de julio los vientos fueron muy variables y los promedios diarios medidos fluctuaron entre 0,002 y 0,006 ppm. Los valores máximos medidos correspondieron a los días: 10 con 0,037 ppm con viento del este-noreste durante 30 minutos y el día 21 con 0,033 ppm durante 60 minutos, con viento del norte.

Durante el mes de agosto los promedios por día variaron entre 0,003 y 0,009 ppm. con vientos predominantes de los sectores sudoeste y sud-sudeste. El día 31 se observó un máximo de 0,196 ppm. durante 35 minutos con viento del cuadrante noroeste.

En setiembre los valores promedio por día se mantuvieron entre 0,005 y 0,010 ppm. Los vientos en este mes fueron sumamente variables. Los valores máximos fueron de 0,118 ppm. durante una hora para el día 4, con viento del nor-noreste; 0,147 ppm. durante siete horas, para el día 12, con vientos predominantes de los sectores este-sudeste y este; y 0,140 ppm. durante 35 minutos, para el día 26, con viento del norte. El día 25 se observó otro valor máximo no tan elevado de 0,064 ppm. durante 30 minutos con viento de los sectores norte y este-noreste.

En el mes de octubre los valores promedio variaron entre 0,008 y 0,009 ppm. registrándose un máximo de 0,222 ppm. el día 4 el que duró 45 minutos, con viento del norte cambiante al noroeste.

Algunos de los valores máximos observados habrían provocado situaciones de alertas o de alarmas en los países de avanzada. La Fig. 2 muestra la concentración de  $\text{SO}_2$  en correlación con la dirección del viento.

En lo referido a la implementación de la técnica DOAS antes citada, en esta sección se muestran los resultados obtenidos a la fecha. En primer lugar se realizaron medidas de control del equipo óptico, registrando el espectro de emisión de una lámpara de mercurio de alta presión a distintas distancias con un máximo de 400 m. Las medidas de absorción se realizaron a una distancia máxima de 100 m. Para simular sustancias absorbentes se interpusieron entre el telescopio receptor y el monocromador compuestos absorbentes sólidos y en solución. En el primer caso se usó un cristal dopado con óxido de Holmio que posee bandas de absorción bien definidas en la región U. V. - visible.

Con el objeto de poder variar la concentración, se tomó como muestra un colorante orgánico en solución del tipo de los usados para láseres sintonizables. En este caso se usó rodamina 6 G en etanol en concentraciones de aproximadamente 1 y 0,5 ppm y se determinó la absorbancia relativa a fin de calibrar el líquido con valores conocidos.

Actualmente se experimenta en forma similar pero utilizando  $\text{SO}_2$  en una concentración de 15 ppm diluido en nitrógeno, a fin de estudiar la respuesta de este gas con nuestro equipamiento, a distintas longitudes de onda en el U. V.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado resultados referidos a medidas de dióxido de azufre en la región del Gran La Plata mediante el uso de técnicas ópticas, en tiempo real. Asimismo han sido presentados resultados preliminares relacionados con la implementación de la técnica DOAS para la determinación de éste y otros contaminantes atmosféricos.

Los datos acumulados permitirán en el futuro, la aplicación de modelos matemáticos: de correlación, difusión, etc., para predecir la evolución de los niveles de contaminación, la evaluación de los efectos contaminantes de nuevos focos emisores como por ejemplo: la futura instalación de plantas industriales dentro del área donde existe un nivel conocido de inmisión de contaminantes estudiados.

Los resultados obtenidos permitirían también efectuar recomendaciones a todos los niveles legislativos para corregir o modificar reglamentaciones vigentes susceptibles de perfeccionarse o modernizarse. Asimismo, y a través del asesoramiento permanente, los entes oficiales y privados podrían acceder al conocimiento actualizado del nivel de la contaminación. Esto les permitiría planificar acciones tendientes a minimizar las perturbaciones en un lapso razonable, manteniendo la calidad ambiental dentro de niveles que permitan prevenir daños a la salud de las personas, bienes en general como así también a la fauna y flora de la zona.

#### BIBLIOGRAFIA

- Stern Arthur. 1976. Air Pollution. Third Edition Vol V. Air Quality Management.
- Del Giorgio J. A. 1977. Contaminación Atmosférica. Métodos de medida y redes de vigilancia. Editorial Alhambra S.A. Madrid.
- Wark Kenneth y Waener Cecil F. 1992. Contaminación del Aire, Origen y Control. Editorial Limusa S. A. de C. V. Méjico.
- Esteban Bolea M. Teresa. 1989. Evaluación del Impacto Ambiental. Fundación Mapfre. Madrid.
- Secanez Calvo M. 1985. Planificación y Control de la Contaminación Ambiental. Fundación Mapfre. Madrid.
- Marsico Alfredo. 1978. Estudio de las Condiciones de Higiene del aire de la Ciudad de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires.
- Edner H., Ragnarson P., Spannare S., and Svanberg. 1993. Differential optical absorption spectroscopy (DOAS) system for urban atmospheric pollution monitoring. Vol 32 n° 3 / Applied Optics (327 a 333)
- Ley 11.459/93 de Radicación Industrial de la Provincia de Buenos Aires. Decreto Reglamentario 1.601/95.

\* U.T.N.-Facultad Regional La Plata. \*\* Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET-CIC ).  
\*\*\*Observatorio Astronómico de La Plata. ( J. R. A. y D.S.; Investigadores C.I.C.)

ESPECTROSCOPIA OPTICA DE ABSORCION DIFERENCIAL

$$I = I_0 \cdot e^{-\sigma x}$$

- $I_0$ : Luz emitida por la fuente
- $I$ : Luz recibida en el telescopio
- $\sigma$ : Concentración
- $x$ : Distancia

RESUMEN

El presente trabajo tiene como marco de referencia el Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) "Detección de la contaminación atmosférica por medio del desarrollo y uso de un sistema de detección de la contaminación atmosférica por medio del uso de la energía del centro de la ciudad de San Luis de Mendoza". El presente trabajo se desarrolla en el marco del PID sobre la base del análisis de la contaminación atmosférica por medio del uso de la energía del centro de la ciudad de San Luis de Mendoza. Las conclusiones principales de este trabajo son: establecer una serie de observaciones en cuanto a la contaminación atmosférica por medio del uso de la energía del centro de la ciudad de San Luis de Mendoza en la morfología urbana generadas en el tiempo intermedio entre las situaciones de contaminación y las situaciones de limpieza del estudio.

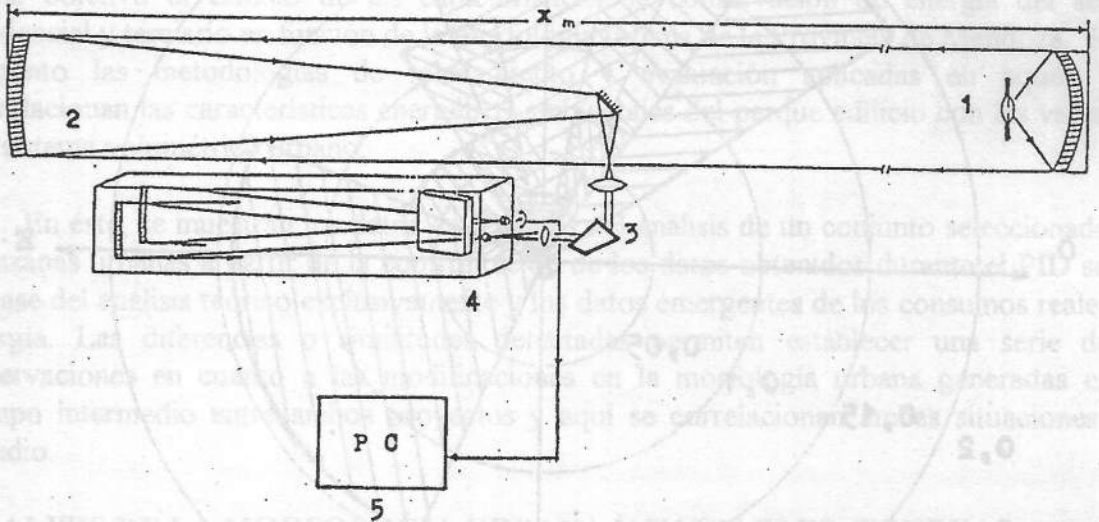


Figura 1

- 1 Telescopio emisor
- 2 Telescopio receptor
- 3 Prisma de 90°
- 4 Monocromador con red de difracción con motor de barrido y fotomultiplicador
- 5 Placa digitalizadora y P C

\*Doctora Posdoctoral CONICET  
 \*\*Becario de Perfeccionamiento CONICET  
 \*\*\* Investigador Independiente CONICET

CONCENTRACION MAXIMA DE SO<sub>2</sub> EN ppm.  
SEGUN LA DIRECCION DEL VIENTO  
DESDE EL 31-8-95 al 4-10-95

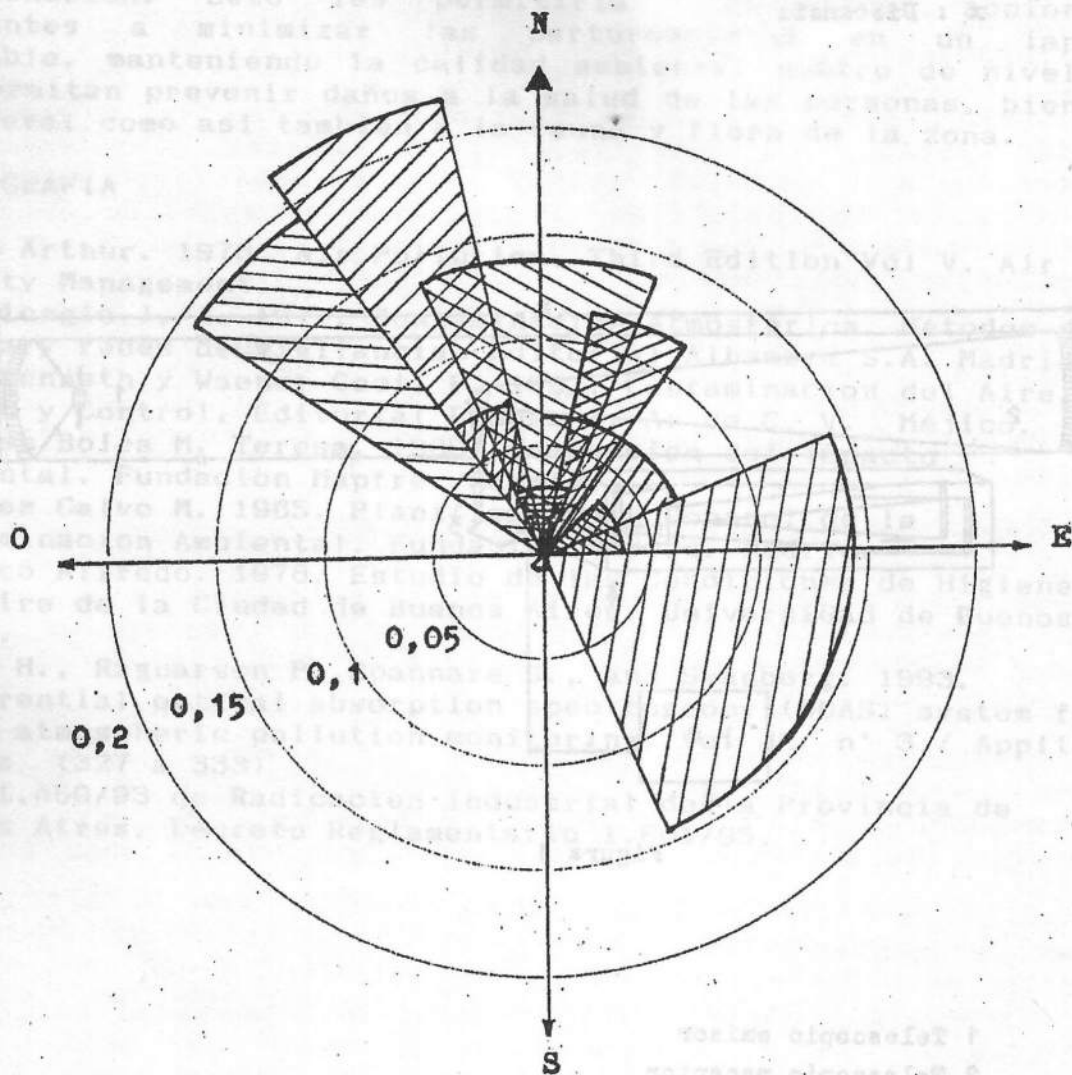


Figura 2