

Gestión de la calidad del aire en Varadero

Autor: OSVALDO CUESTA SANTOS, ARNALDO COLLAZO ARANDA, MARÍA GONZÁLEZ GONZÁLEZ, PEDRO SÁNCHEZ NAVARRO, RAIDA COMAS MORENO, ANTONIO WALLO VÁZQUEZ Y ROBERTO LABRADOR MONTERO

Centro de Contaminación y Química Atmosférica. Instituto de Meteorología. E-mail: osvaldo_cuesta@yahoo.com

Resumen.

Para caracterizar el medio ambiente atmosférico en la zona turística de Paradiso - Puntarena - Kawama en Varadero, Matanzas se realizaron mediciones experimentales a través de una estación fija (Hotel Paradiso) y otra estación móvil que realizó mediciones experimentales en seis puntos de interés. Se determinaron las concentraciones en el aire de los siguientes elementos: SO_2 , H_2S , NO_x ($NO_2 + NO$) y NH_3 . Se dan las recomendaciones necesarias para mitigar el deterioro de la calidad del aire y se propone la realización de un estudio integral en la localidad Varadero - Cárdenas para armonizar el desarrollo del turismo y la explotación petrolera hacia un desarrollo sostenible.

Introducción

En los últimos años la comunidad científica y la opinión pública en general están brindando gran atención a los problemas vinculados con la protección del medio ambiente atmosférico. Actualmente los problemas relacionados con el calentamiento global, los gases de efecto invernadero, el agujero de la capa de ozono, la deposición ácida de contaminantes desde la atmósfera y los daños que provocan sobre la salud humana, los diversos ecosistemas acuáticos y terrestres provocan que numerosos recursos se inviertan en control de las emisiones de los contaminantes a la atmósfera.

Los trabajos de diagnóstico de la contaminación atmosférica revisten una importancia primordial para la selección e instrumentación de medidas que permitan una adecuada armonía entre las diversas actividades que se ejecutan en un territorio de forma tal que no se perjudique el medio ambiente y sean compatibles las diferentes actividades socioeconómicas como son el turismo y la explotación petrolera.

La armonización del desarrollo petrolero y turístico junto a la protección de la población de los centros urbanos cercanos no resulta una tarea fácil por lo que se impone la realización de un conjunto de investigaciones que permitan la búsqueda de soluciones y alternativas que minimicen los efectos nocivos hacia el medio ambiente, Alvarez, O., et al (1994), López, C., et al (1988), Cuesta, O., et al (1998). El presente trabajo caracteriza la calidad del aire de forma experimental durante 1998 en el sector Paradiso - Puntarena - Kawama, en Varadero y propone medidas con el fin de mitigar los efectos de la contaminación del aire en esta zona de interés turístico.

Materiales Y Métodos

Para la caracterización de la calidad del aire de la zona Paradiso - Puntarena - Kawama en Varadero, Matanzas se emprendieron las siguientes tareas: Se organizó una expedición a la zona de estudio que posibilitó la obtención de una valiosa información. La fase experimental contó con un punto fijo de mediciones en el Hotel Paradiso y otro móvil, para caracterizar seis zonas. Las mediciones se realizaron de forma instantánea (20 minutos) cada tres horas de forma continua durante un periodo de 15 días en el mes de marzo de 1998.

Los puntos de muestreo cumplieron el programa de trabajo siguiente: Determinación de las concentraciones en el aire de sulfuro de hidrógeno (H_2S), dióxido de azufre (SO_2), Oxidos de nitrógeno ($NO_2 + NO$) y amoníaco (NH_3).

Los ramilletes de pozos y los centros colectores así como las instalaciones de medición y separación están muy próximos al poblado de Santa Marta y de los hoteles de la zona PARADISO-PUNTARENA-KAWAMA lo que está provocando la afectación de esta zona con perjuicios a la salud de los pobladores y turistas, Moya (1996). Las mediciones experimentales se realizaron con el fin de conocer las concentraciones actuales de estos contaminantes en los puntos seleccionados.

La playa de Varadero se encuentra en la península de Hicacos en la costa norte de la provincia de Matanzas en la región físico geográfica de alturas y llanuras norte de la Habana - Matanzas. En esta zona y sus alrededores convergen en la actualidad dos de las actividades económicas vitales para el mantenimiento y desarrollo de la economía de nuestro país:

la explotación turística y la extracción de petróleo. El desarrollo turístico en la zona muestra un crecimiento significativo en los últimos años, crecimiento que debe continuar en el futuro, incrementándose el aporte de esta rama a la economía del país, todo lo anterior hacen necesario mantener en la zona condiciones de calidad ambiental acorde con la actividad turística. Por su parte el incremento de la explotación petrolera es una necesidad, y en los últimos años ha sido una realidad, y los planes más ambiciosos en función de las necesidades del país, auguran un mayor crecimiento de esta explotación. Con el desarrollo de ésta última rama en la zona cobra mayor importancia el cuidado del medio ambiente puesto que efectos derivados de la extracción y utilización del petróleo pueden provocar daños que afecten las relaciones entre los diversos componentes del medio.

En la actualidad las fuentes principales de los contaminantes gaseosos vinculadas a la explotación petrolera son: Ramilletes de pozos (extracción), Cargadores de petróleo, Centros colectores (Flares) y Batería central. Otras afectaciones de la calidad del aire en la zona lo constituyen desde el punto de vista antropico:

- Aumento del contenido de polvo en suspensión en la atmósfera, producto de la intensa actividad constructiva que se desarrolla en la zona. Aumento de las emisiones de óxidos de nitrógeno y Monóxido de carbono debido al crecimiento del transporte automotor.

Las metodologías utilizadas en este trabajo son las recomendadas por la Red de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y son las oficialmente empleadas por el Centro de Contaminación y Química atmosférica (GECONT), del Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

Resultados y Discusión

El tiempo de permanencia del SO_2 y del H_2S en la atmósfera es relativamente pequeña, debido a múltiples reacciones catalíticas, fotoquímicas y otras que producen su oxidación y transformación en sulfatos, principalmente en regiones industriales en presencia de amoníaco. La concentración máxima admisible (Cma) para muestras instantáneas (20 minutos) para el SO_2 y el H_2S es de 500 y 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (NC 39: 1999).

Entre las fuentes antropogenicas, la industria química y de fertilizantes son las principales productoras de amoníaco, mientras que el transporte vehicular y la industria energética lo es del óxido nítrico, estos dos compuestos de nitrógeno son fuentes importantes de NO_2 , ya que ambos son transformados por múltiples reacciones en la atmósfera. El NO y el NH_3 también provocan efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente atmosférico cuando sus concentraciones están por encima del nivel natural. La Cma del NO y el NH_3 es 600 y 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, mientras para el NO_2 es de 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para muestras instantáneas de 20 minutos (NC 39: 1999).

En la Tabla 1, se presentan las características principales de los contaminantes gaseosos evaluados. Según estos valores, el H_2S presenta las concentraciones más elevadas alcanzado valores medios entre 50 y 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en todos los puntos analizados, lo que supera entre 6 y 12 veces la concentración máxima admisible establecida por la Norma Cubana 39 de 1999. La concentración máxima alcanzada en el Hotel Paradiso fue de 178,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual supera en más de 22 veces la Cma. Los demás contaminantes presentan valores típicos para localidades con buena calidad del aire.

Tabla 1. Valores de concentraciones medidas en los diferentes puntos de muestreo en la zona de estudio.

CONTAMINANTE	CMA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹	Hotel Paradiso	Hotel Punta Blanca	Hotel Bellamar	Hotel Kawama	Hotel Villa la Mar	Ramillete K6	Centro Colector K10
H_2S	8	61,6	97,0	61,2	49,9	69,7	69,6	92,2
SO_2	500	7,2	8,6	12,0	18,5	11,2	9,4	7,4
NO_2	85	5,4	5,4	5,3	3,3	11,0	9,2	55,1
NO	600	4,5	0,6	1,1	0,9	1,9	1,3	51,7
NH_3	200	14,3	2,6	4,5	9,2	2,2	18,8	26,9

¹ Concentración Máxima Admisible según la Norma Cubana

El H_2S en el Ramillete de pozos K6 registró la mayor concentración (337,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que supera en más de 42 veces a la Cma. Este valor estuvo asociado a condiciones meteorológicas de calma, lo

cual provocó la acumulación de éste contaminante en el punto de muestreo. En el punto de muestreo ubicado en el Hotel Kawama, se encontraron los máximos valores de SO_2 , lo cual se debió a la pre-

sencia de una pequeña fuente (caldera), que provocó estos valores. Esta fuente ha provocado quejas por parte de los turistas, debido a su poca altura, así como su cercanía a las cabañas de huéspedes.

El análisis de la variación diaria del nivel de concentración de contaminantes del aire tiene una gran importancia en las evaluaciones de impacto de la contaminación especialmente sobre las zonas habitables influenciadas por las fuentes. Este análisis, es también un complemento necesario para la valoración del promedio anual pues permite mayor detalle de los niveles de contaminación que reciben las diferentes zonas con relación al horario del día. Las variaciones cíclicas de la calidad del aire (diarias, anuales) en la zona pueden ser atribuidas a varios factores entre los que destacan:

- a) Variaciones en las expulsiones de las fuentes.
- b) Cambios en las condiciones y variables meteorológicas.
- c) Procesos de remoción atmosférica.

Estos factores cuando actúan de forma combinada producen tipos específicos de variaciones cíclicas cuya manifestación depende también de factores geográficos (ubicación del receptor con relación

a la fuente, tipo de superficie etc.) así como de las horas de día. Influye también el tipo de contaminante pues estos ciclos aparecen más definidos para las concentraciones de los gases que para las partículas.

En la Figura 1 se puede apreciar la marcha diaria de las concentraciones de los compuestos de azufre (S), en el Hotel Paradiso. El SO_2 presenta los máximos valores a las 07:00 horas coincidiendo estos con otras marchas diarias halladas para zonas industriales y urbanas, Cuesta et al (1991, 1996). Durante el resto del día las concentraciones del SO_2 se mantienen estables sin el mínimo típico asociado a las horas de la tarde cuando aumenta la fuerza del viento y la turbulencia que provoca su dispersión.

Durante los días del experimento el H_2S presentó una marcha diaria con máximas concentraciones a las 10:00 horas y a las 19:00 horas y mínimos entre las 13:00 y 16:00 horas; y entre las 22:00 y 01:00 horas. Esta marcha no es típica al compararla con otros contaminantes según Cuesta et al (1993, 1995), en estaciones con influencia urbana - industrial, donde se presenta un máximo entre las 06:00 y 09:00 horas y un mínimo entre las 13:00 y 16:00 horas.

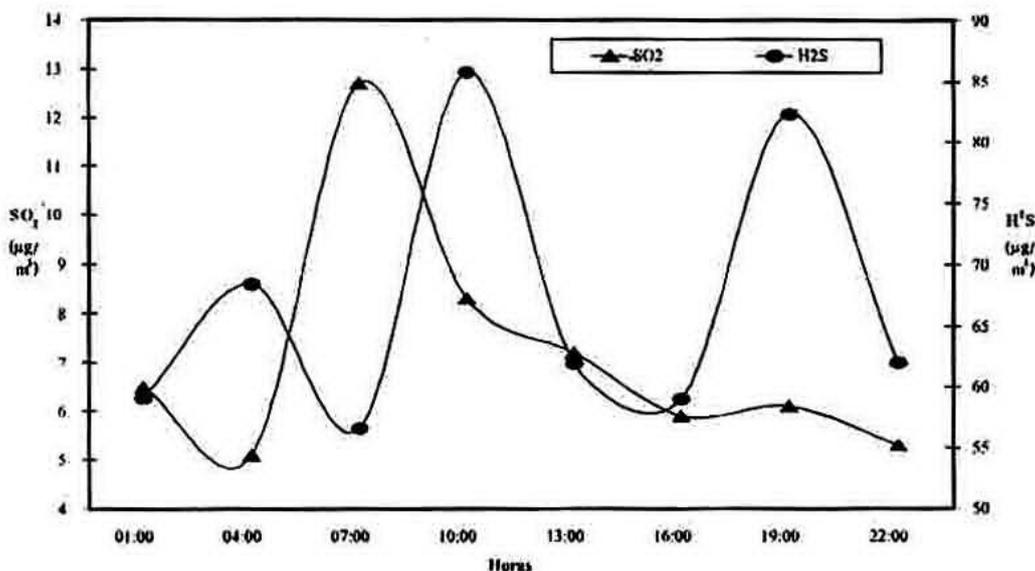


Fig. 1 Marcha diaria de las concentraciones de los compuestos del azufre.

La marcha diaria de los compuestos de nitrógeno (Figura 2) en el Hotel Paradiso, presenta un máximo relativo a las 07:00 horas que es cuando se acumulan los contaminantes producto a la poca dispersión que ocurre en horas tempranas de la mañana, mientras que el mínimo concuerda con las horas de la tarde donde si ocurre la mayor dispersión por el aumento de la fuerza del viento y la turbulencia.

De interés es la ocurrencia del máximo de concentraciones de los NO_x alrededor de las 22:00 y las 01:00 horas, mientras que para el NH_3 , este máximo ocurre entre las 19:00 y las 22:00 horas. Se debe profundizar sobre las causas que producen estos máximos.

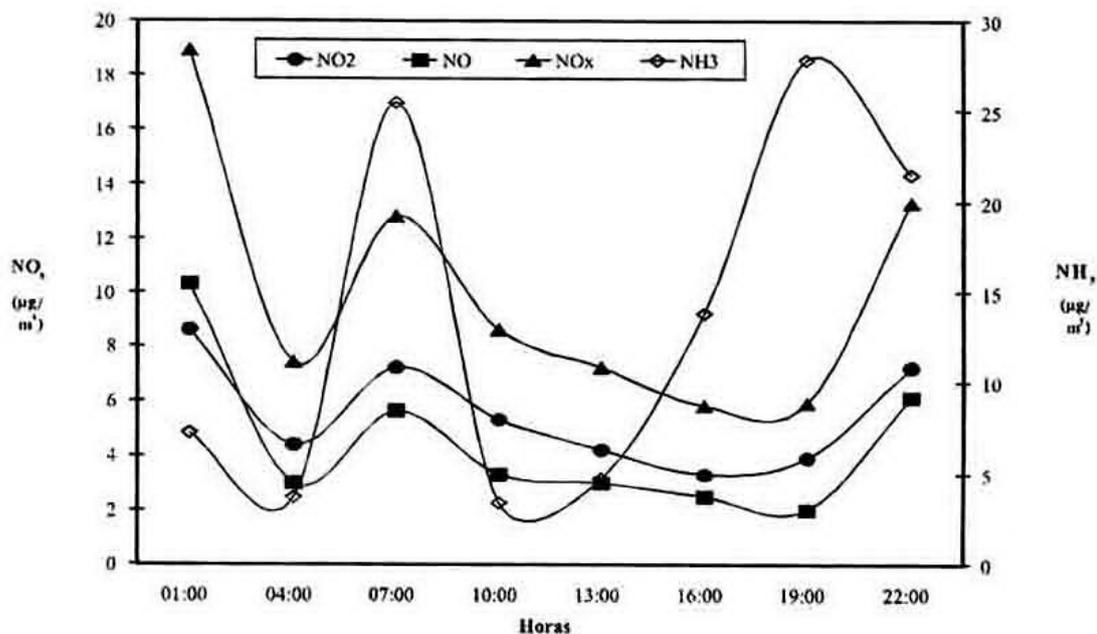


Fig. 2. Marcha de las concentraciones de los compuestos de nitrógeno.

Posible mitigación de las expulsiones

La búsqueda de alternativas que conlleven a la reducción y mitigación de los impactos potenciales detectados pasa por la instrumentación de diversas medidas correctivas las que de forma general pudieran agruparse en los siguientes sectores: a) Medidas tendientes a la reducción de expulsiones y al aumento de la dispersión atmosférica de los contaminantes. b) Reorganización paulatina y perspectiva del territorio.

La reducción y mitigación de impactos pasa entre otros aspectos por la combinación de una mejora de la calidad del aire y del alejamiento de las zonas habitables de aquellas con concentraciones superiores a la Cma. Las medidas de carácter tecnológico para minimizar las emisiones de contaminantes al aire que está adoptando la EPEP - Centro son:

- Un nuevo centro colector en la península llamada de Tío Pancho.
- Un Flear de mayor altura y eficiencia de combustión en áreas alejadas de las zonas turísticas.
- Mejoras en: centros colectores, oleoductos y gasoductos para garantizar la explotación segura con el funcionamiento de la planta de gas; en esto se incluye la introducción de nuevos equipos de automatización para reducir al mínimo la posibilidad del error humano.
- Nuevos equipos y dispositivos de avanzada para hacer más resistentes las instalaciones de superficie de los pozos de tal manera que se reduzca la frecuencia de salideros en éstos.

- La construcción de una planta desulfuradora de gas.

- Revisar y tomar las medidas necesarias en el área de protección o seguridad de los pozos y otras instalaciones industriales respecto a la zona de viviendas, pues muchos pozos colindan con las viviendas (apenas escasos metros los separan a uno de otros).

Conclusiones

1. Los resultados obtenidos en esta caracterización permiten definir que las expulsiones (organizadas y no organizadas) producto de la explotación petrolera provoca el deterioro de la calidad del aire en la zona de estudio.

2. El H₂S es el principal contaminante en la zona, encontrándose las concentraciones promedio en un rango entre 8 y 12 veces por encima de la concentración máxima permisible (Cma). Al final de la tarde y primeras horas de la noche fue el momento en que más molestias (olor desagradable) causó este contaminante durante los días del experimento.

3. Según los valores medidos el H₂S, es el contaminante que mayor impacto nocivo está produciendo sobre la salud humana y la corrosión de los materiales. El efecto simultáneo de este compuesto más el SO₂ y los NO_x, así como las partículas de sulfato deben incrementar estos efectos.

4. La contaminación atmosférica en el área es motivada en gran parte por el mal estado de las instalaciones relacionadas con la explotación petro-

ra, provocando un sin número de expulsiones no organizadas que pueden tener solución tecnológica.

5. Los asentamientos humanos cercanos a las instalaciones petroleras, sobre todo en Santa Marta están sometidos a un fuerte estrés debido a la contaminación atmosférica por sulfuro de hidrógeno, lo cual requiere de controles ambientales.

6. La cercanía de los pozos a las viviendas viola las normas de seguridad industrial, así como las normas relacionadas con la zona de protección sanitaria.

Recomendaciones

Se propone la realización de un estudio integral del medio ambiente atmosférico en la zona de explotación petrolera. Lo cual permitirá proponer las medidas tecnológicas necesarias para reducir las emisiones de estos contaminantes a la atmósfera. Además se podrá diseñar una red de monitoreo del medio ambiente atmosférico.

Bibliografía

Alvarez O., et al., (1994): Estudio químico - climatológico de la región de Varadero asociado al desarrollo petrolero. Informe científico, pp. 92 , La Habana.

Cuesta, O. (1991): Incidencia de los factores meteorológicos geográfico en el dióxido de nitrógeno en una localidad rural. Revista Cubana de Meteorología, La Habana.

Cuesta, O; A. Rodríguez; L. González y O. Alvarez (1993): Casco histórico de La Habana. Contaminación atmosférica por nitrógeno. Presentado en la Reunión Internacional Red de Trabajo de Clima Tropical. CENCREM, La Habana.

Cuesta, O. (1995): Caracterización de las concentraciones de los principales compuestos del nitrógeno atmosférico en Cuba y su relación con los tipos de situaciones sinópticas. Tesis en Ciencias Meteorológicas, pp.104, La Habana.

Cuesta, O., et al., (1996): Estudio de las concentraciones de los principales compuestos gaseosos del nitrógeno a nivel regional en Cuba, sus relaciones químico - meteorológicas y su aplicación a la protección del medio ambiente. Informe científico - técnico, pp.48, La Habana.

Cuesta, O.; Collazo, A. y Moya, V. (1998): Caracterización preliminar del medio ambiente atmosférico en la zona Paradiso - Puntarena - Kawama en Varadero, Matanzas. Informe científico Técnico, INSMET, La Habana 52 pp

López, C., et al (1988): Caracterización y pronóstico de la contaminación atmosférica asociada al desarrollo petrolero en la región Varadero - Cardenas. Informe Final tema 42304, La Habana, 60 pp.

Moya V. (1996): Estudios Climáticos, químico - atmosférico de Varadero. Instituto de Meteorología. Matanzas pp 1-4.

NC 39: 1999 Calidad del Aire. Requisitos higiénico - sanitarios.

Abstract:

To characterize the air quality in the tourist zone of Paradiso - Puntarena - Kawama in Varadero, Matanzas were accomplished experimental measurements through a fixed station (Paradiso Hotel) and other mobile station that accomplished experimental measurements in six interest points. They were determined the concentrations in the air of the following elements: SO₂, H₂S, NO_x (NO₂ + NO) and NH₃. They are given the necessary recommendations to mitigation the deterioration of air quality and is proposed the accomplishment of an integral study in the Varadero - Cardenas locality to harmonize the development of tourism and oil extraction industries toward a sustainable development.