

## EVALUACIÓN AMBIENTAL DE UNA FÁBRICA DE CEMENTO CUBANA

Pedro Julio Villegas Aguilar<sup>1</sup>, Bernardo Bucki Wasserman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Licenciatura en Química. Facultad de Química-Farmacia. Universidad Central de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, 54830, CUBA. Teléfono: 53 42 211825 - Email: [pjva@uclv.edu.cu](mailto:pjva@uclv.edu.cu)

<sup>2</sup>Grupo de Estudios sobre Energía (GESE), Unidad Académica Confluencia. UTN. Plaza Huinca, 8318, Neuquén, ARGENTINA. Teléfono: 54 299 4963292 - Email: [ingbucki@speedv.com.ar](mailto:ingbucki@speedv.com.ar)

### RESUMEN

En este trabajo se presenta un resumen de la evaluación ambiental realizada a la Fábrica de Cemento "Siguaney" situada en la Provincia de Sancti Spiritus, Cuba. La política ambiental de esta empresa está orientada al desarrollo de sistemas y mecanismos que tiendan a una actuación perdurable en el tiempo. Con éste propósito, la empresa reemplaza materiales nocivos por otros alternativos en el proceso de fabricación y mantiene un firme política de mejora de la calidad ambiental. Dentro de esta tendencia, la cementera aplica su Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14000 con una política consecuente, lo que ayuda a propiciar una mayor comunicación y fomento de las relaciones con la comunidad cercana a la planta.

La empresa reconoce y acepta sus responsabilidades respecto al cuidado del medio ambiente, en lo relacionado con las actividades de elaboración y comercialización de sus productos y servicios. Han mostrado disposición para resolver sus problemas ambientales, colaborando con las autoridades gubernamentales e instituciones científicas. Asimismo, mantienen el compromiso de cumplir con la legislación y normativas ambientales aplicables a su actividad, haciendo un uso racional de los portadores energéticos y los recursos naturales.

Al ser la actividad cementera una producción que genera un impacto ambiental importante, esta Fábrica busca de manera permanente nuevas alternativas que minimicen ese impacto, para ello la empresa desarrolló un plan de mejoramiento ambiental, con el fin de implementarlo en sus distintas áreas de trabajo, de manera que se tanto en las instalaciones, como en el equipo de control y monitoreo, se encuentran accionado las gestiones que darán un nuevo rumbo a la propuesta ecológica, acrecentando su interés por una mejor seguridad tecnológica, salud ocupacional y protección ambiental.

**Palabras claves:** contaminación atmosférica, gestión ambiental, producción de cemento

### INTRODUCCIÓN

La idea de esta evaluación ambiental es la de contextualizar los conflictos y jerarquizarlos, de manera de que surjan con claridad las anticipaciones de cambios, las medidas a adoptar y a considerar con relación a la gestión ambiental de una cementera cubana. <sup>(2)</sup>

El trabajo realizado tiende a orientar el proceso de toma de decisiones. De esta forma, su destinatario, el poblado de Siguaney en general, y el gobierno local en particular, lograrán una mayor asignación de recursos a través de estudios, acciones y medidas involucradas en este informe. Se conoce de los beneficios económicos y sociales, pero también de las restricciones que tiene esta actividad dentro del marco del desarrollo sostenible, con un ecosistema que tiene una limitada capacidad de absorción de estos factores antrópicos. <sup>(3, 7)</sup>

En la realización del balance de la evaluación ambiental se partió de la base que toda modificación del medio natural era un efecto negativo, debido a que la actividad industrial asociada con el proceso de fabricación de cemento redundaba en una peor calidad de vida. Esta condición, a pesar de que implica un castigo en la evaluación institucional, por otra parte asegura el desarrollo de medidas de mitigación y vigilancia ambiental consecuentes. <sup>(1, 4)</sup> Los mismos tienden a disminuir tales cambios cuando son no deseados, a promover su maximización cuando los efectos son positivos y a desarrollar una tarea de monitoreo y vigilancia continua. <sup>(5)</sup>

### ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### *Condiciones climáticas*

En el área que ocupa la Fábrica de Cemento "Siguaney" la temperatura media anual es de 24°C con valores máximos de 36°C en los meses de julio y agosto; y mínimo de hasta 8°C en los meses de diciembre a febrero.

Las precipitaciones varían desde los 1200 a 1800 mm, diferenciándose bien dos períodos durante el año, uno lluvioso que habitualmente tiene lugar de mayo a octubre, al que corresponde el 75% de las precipitaciones y otro seco en el periodo de noviembre a abril, con el 25% del total de las lluvias, con una posible variación anual del 8%. La humedad relativa media anual es del 78%. Los valores inferiores se reportan en el mes de abril con un 70%, mientras que los más elevados que se han alcanzado son del 95% y se reportan en los meses de julio y agosto, los que se encuentran dentro del periodo lluvioso.

La evaporación desde la superficie del suelo como promedio anual es de 1200 mm. Con relación al viento la máxima velocidad se alcanza en el mes de Abril, con una media histórica de 14 km/h y dirección variable entre ENE. Estos datos no consideran la ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales severas entre otros de fenómenos meteorológicos, los que alteran los registros históricos, principalmente los referidos a vientos y lluvias.

## II.2. Localización geográfica

En la Figura 1, se ofrece una fotografía satelital de la zona de estudio en la cual se distingue la fábrica estudiada, situada al nordeste de la provincia de Sancti Spiritus, aproximadamente a unos 35 km del centro de la ciudad y a escasos dos kilómetros de la Autopista Nacional. Asimismo, se ofrecen algunas instantáneas de la instalación en la Figura 2.



*Figura 1. Localización del área de estudio.*



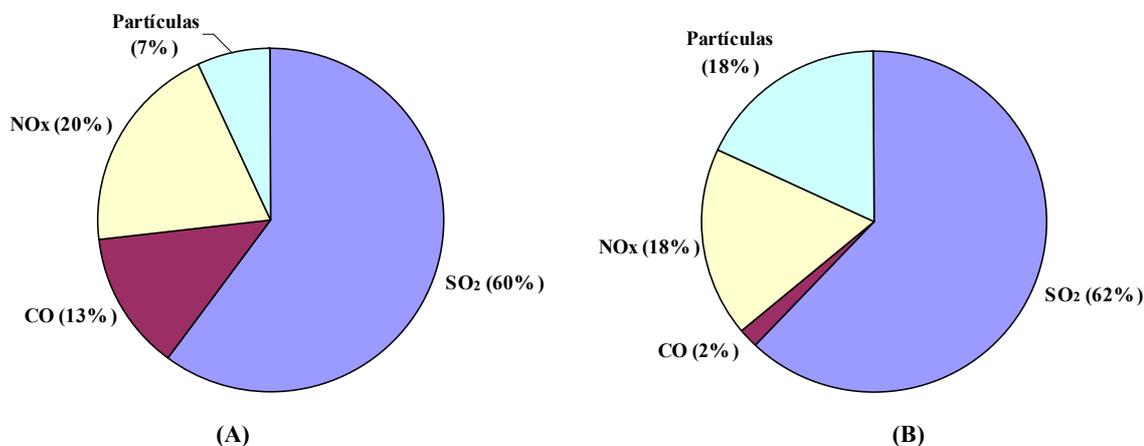
*Figura 2. Instantáneas de la Fábrica de cemento Siguaney de Sancti Spiritus.*

Esta entidad que con su accionar diario reafirma su compromiso con la protección del entorno natural, posee un fuerte compromiso en cuanto a la reducción del impacto ambiental de sus actividades a través del aumento en la responsabilidad respecto al cuidado del hábitat natural. La fábrica se compone de seis instalaciones fundamentales, son éstas: el edificio administrativo, el comedor obrero, el edificio de mantenimiento, la planta de producción con cuatro líneas paralelas de cemento Pórtland tanto blanco como gris, el depósito de materias primas y la zona de empaque y despacho. El proceso de producción es por vía húmeda y su producto final está entre los de más reconocida calidad en el país.

El poblado de Siguaney se encuentra ubicado aproximadamente un kilómetro hacia el oeste de la instalación, de manera que los humos y polvos emitidos por las chimeneas no lo afectan, siempre que el viento sople en su dirección predominante. Es una comunidad de alrededor de 10 000 habitantes, donde habita la fuerza de trabajo fundamental de ésta y otras industrias próximas situadas en el mismo municipio de la provincia esperituana, en ella se ofertan los principales servicios que demanda la población como hospital y consultorios médicos de la familia, salas de video y computación, centros nocturnos, entidades comerciales, de servicio y administrativas.

### MONITOREO DE LOS CONTAMINANTES

Luego del análisis y caracterización de la zona de estudio se realizó un diagnóstico de la composición de las emisiones características, en cada uno de los puestos claves de la institución donde se quemaba combustible, siendo éstos la caldera de precalentamiento del fuel oil y los hornos cementeros. Este estudio permitió detectar la generación de óxidos nocivos y partículas sólidas, por el empleo de ineficientes sistemas de combustión. La distribución de estos óxidos se ofrece en la Figura 3.



**Figura 3.** Distribución de las emisiones gaseosas en la Fábrica de Cemento Siguaney. (A): Caldera de precalentamiento del combustible. (B): Hornos de producción de cemento.

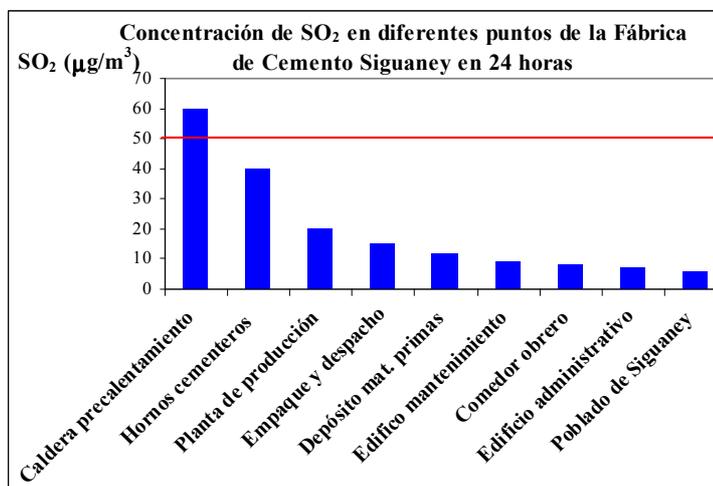
El estudio realizado posibilitó detectar las cuantiosas pérdidas económicas que previo al estudio se producían debido a la ineficiente combustión del fuel oil, sobre todo en la caldera de precalentamiento del fuel oil, la que posibilita que se alcance una adecuada temperatura del combustible antes de quemarse en los hornos cementeros. La empresa actuó con eficiencia reemplazando las boquillas de los quemadores de la mencionada caldera y con ello el mejoramiento significativo del proceso de combustión con el correspondiente ahorro de combustible. En el caso de los hornos de producción del material de construcción, las emisiones de partículas se debían al cemento arrastrado por los gases de la combustión, mientras que en la caldera de precalentamiento se debía a las pérdidas por incombustión mecánica volátiles debido a la ineficiente calidad del trabajo de los quemadores.

### DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES

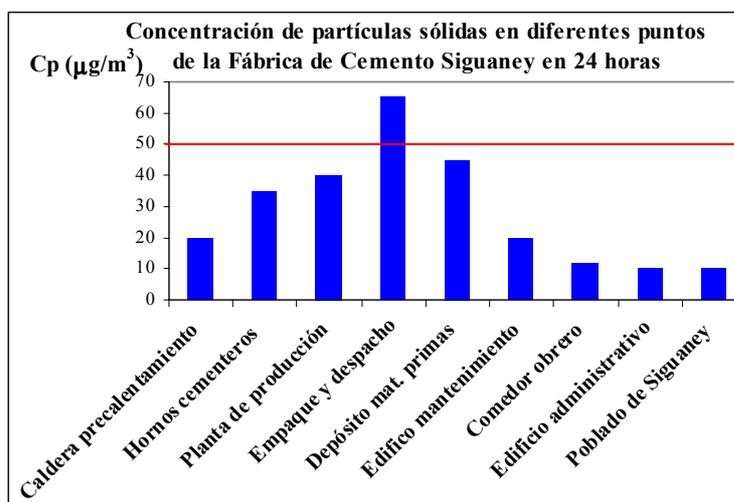
#### El aire y su contaminación

Planteada como la amenaza ambiental más fuerte de esta cementera, debido a que la polución generada durante la operación de la misma muestra valores que exceden los máximos fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el CITMA, sobre todo los referidos a las emisiones de dióxido de azufre y óxidos nitrosos, las que representan el 80% de la contaminación producida. Y por otro lado, si bien el problema es considerablemente menor –solo el 20%–, la contaminación debida a otro efluente gaseoso como el monóxido de carbono y al polvo, es también motivo de preocupación. <sup>(6)</sup>

En pos de una solución al flagelo, se evaluó la contaminación puntual en los diferentes puntos clave con el auxilio de estaciones de monitoreo móviles y fijas que registraron el grado de la contaminación y sus efectos sobre la salud de los trabajadores y habitantes del poblado de Siguaney. En la Figuras 4 y 5 se ejemplifican los valores medios de algunos de los registros realizados. En los gráficos se incluyen otros lugares importantes que se suman a las seis instalaciones fundamentales previamente declaradas, son éstas: la caldera de precalentamiento del combustible, los hornos cementeros (forman parte de la planta de producción) y el poblado de Siguaney.



**Figura 4.** Concentración diaria promedio de SO<sub>2</sub> en diferentes puntos de la Fábrica de Cemento Siguaney.



**Figura 5.** Concentración diaria promedio de partículas sólidas suspendidas en diferentes puntos de la Fábrica de Cemento Siguaney.

Debe notarse en las Figura 4 y 5, como todos los valores medios obtenidos, excepto uno, están por debajo del límite máximo permitido de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que evidencia un aire relativamente poco contaminado y por tanto un medio ambiente laboral aceptable, a pesar de que este valor se rebasó algunos días y en algunos lugares, lo cual se comprobó estaba determinado por condiciones climáticas desfavorables, como lo son bajísimas velocidades del viento y humedad relativa mínima, lo que redundaba en una acumulación de las emisiones en el lugar de medición, sin que estas sean propagadas por el viento o arrastradas por las lluvias, siendo altamente preocupante la situación, ya que la cantidad de días fue significativa. Luego de realizada esta evaluación se minimizaron todos estos valores, de manera que ninguno sobrepasó el máximo permisible.

#### **El ruido**

La exposición prolongada a un ruido superior a los 90 decibeles (dB) resulta perjudicial para la salud. Puede provocar: trauma acústico, sordera de diversa variedad, perturbaciones psicológicas y alteraciones fisiológicas del sistema circulatorio. <sup>(5)</sup> En esta institución los trabajadores del área productiva están expuestos a un promedio de 80 dB diarios y sufren de por lo menos siete picos sonoros, de los cuales algunos superan los 100 dB, esto se amortigua un poco utilizando adecuadamente los medios de protección exigidos, pero algunos indisciplinados no cumplen con las regulaciones establecidas, con el consecuente deterioro de su salud, no obstante se mantiene una estricta vigilancia para minimizar los accidentes laborales por esta causa.

#### **El agua**

Esta industria utiliza en sus actividades importantes volúmenes de agua y cerca de ella corren uno de los ríos más importantes de la zona, por lo que los volúmenes de polvo emitidos inevitablemente provocan la contaminación de los cursos de agua – ríos y arroyos–, además de que algunos pobladores inconscientes utilizan estos cauces de agua como vertederos de sólidos y líquidos y de residuos sólidos domiciliarios y comerciales, además de los industriales ya mencionados, poniendo en peligro la calidad de estas aguas.

La actividad fabril de una industria como esta provoca también daños de consideración en los suelos y visual, las que no son objeto de este trabajo. La regulación de térmica e hídrica y la asimilación de que la disminución de la contaminación es un deber de todos y cada uno de los integrantes de la comunidad es y será el mecanismo más factible para eliminar todos estos problemas.

### **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ENTORNO ESTUDIADO**

La incuestionable necesidad de que una industria como ésta mantenga sus niveles productivos, por la diversidad de funciones sociales que desempeña, lo que hace que la empresa día a día acometa acciones en pos de un mejor desempeño ambiental, para ello se perfeccionan y complementan los sistemas de monitoreo de emisiones gaseosas y de calidad del aire y de verificación de condiciones adecuadas de medio ambiente laboral.

La política desarrollada por esta institución está orientada hacia varios aspectos claves:

- Creación de la Oficina de Gestión Ambiental de la Empresa.
- Tomar las medidas preventivas para reducir a la mínima expresión practicable los impactos sobre el aire, el agua y el suelo.
- La implementación de indicadores de desempeño medioambiental, higiene y seguridad ocupacional en sus establecimientos industriales;
- Control de la contaminación ambiental mediante reciclado y reutilización de los residuos.
- Difusión y educación sobre la temática ambiental, lo que permitirá reconocer la validez de las propuestas contenidas en el concepto de desarrollo sostenible y en el desarrollo humano, considerándolos parte esencial en la conducción integral de sus actividades.

Este escenario le confiere a la empresa un enfoque innovador y por sobre todo la continua tenacidad del compromiso adherido con el pueblo de una mejor práctica ambiental. Para ello sus especialistas continuamente, diseñan, desarrollan e implementan alternativas para mejorar su eco-eficiencia, redundando en su mejor gestión ambiental a través del correcto

ordenamiento tecnológico. El fortalecimiento institucional logrado ha acrecentado el incentivo en aquellas áreas que aún no están involucradas en la gestión del medio ambiente.

Su firma convicción en la necesidad de implementar tareas que apoyen el crecimiento del desarrollo sustentable, le valió para lanzarse a nuevos planes de acción: monitoreo y control de la calidad del medio, manejo de los recursos naturales y remediación de áreas deterioradas. Esto hace que la empresa se interesa por el cuidado del medio ambiente en igual magnitud que lo hace con la calidad de sus productos y utilidades.

## CONCLUSIONES

El estudio realizado permitió trazar algunas perspectivas de la institución de manera de incrementar su desempeño en la protección de la salud humana y del medio ambiente, los principales pasos van encaminados a:

- Fijar objetivos y metas ambientales que permitan un exitoso cumplimiento de la legislación ambiental nacional.
- Generar acciones correctivas y preventivas para minimizar la contaminación atmosférica producto de sus actividades, especialmente la originada por emisiones indeseables.
- Poner en práctica programas de cuidado de la salud y de seguridad industrial acorde con las normas, eliminando las condiciones indebidas de trabajo que pudieran afectar la seguridad o salud, o impactar al medio ambiente.
- Control de la eficiencia energética, promoviendo la reducción del consumo de portadores energéticos y la disminución de los residuos generados.
- Realizar auditorías frecuentes al sistema ambiental.

Su compromiso incluye la capacitación y motivación del personal respecto al cuidado medioambiental, así como la evaluación periódica del cumplimiento de la política ambiental, incorporando nuevos objetivos, con la expectativa de mejorar de forma continua su desempeño ambiental.

La modificación del ordenamiento ambiental que requiere de un cuerpo de normas y proyectos específicos, concurre a terminar con una situación inercial, que en el momento actual es crítica en el sector industrial cubano, por la falta de criterios normativos en el área de incidencia directa. Anticipar estas modificaciones en el entorno permite un conocimiento total de las consecuencias ambientales negativas que trae aparejado la obtención de tan necesario material de construcción a escala industrial. La idea final es que este estudio se someta a un proceso de concertación pública en el que cada ciudadano que se sienta afectado solicite las explicaciones que considere pertinentes.

## REFERENCIAS

- Allacker, K.; De Troyer, F. (2006) Evaluation of the environmental impact of buildings, including quality and financial cost. *Proceeding of International Symposium on Life Cycle Experiences (LCE' 2006)* Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. pp 49-54.
- Cabello González, J. M.; Cano Capurro, A. M. (2000) Un método para la resolución de los estudios de impacto ambiental en la industria del cemento. *Economía industrial* (ISSN 0422-2784), 332, pp. 139-147.
- Estrategia Nacional del Medio Ambiente. (1999) Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Cuba.
- Hess, A. A. (2005) Impacto Ambiental de Componentes y Materiales de Edificios. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- Morimoto, K. Yamamoto, R. Honda, T. Ying Wang Nguyen, H.X. (2005) Environmental Impact Evaluation of Zero Emission System: A case study of Cement Production. *Proceeding of Fourth International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 2005. Eco Design 2005*. pp. 529- 530, ISBN: 1-4244-0081-3..
- Norma Cubana 39/1999. Calidad de Aire. Requisitos higiénico-sanitarios. Modificativa de la NC 93-02-202:1987. Requisitos higiénico-sanitarios: Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria.
- Sobrini, I. M.; Martín, C.; Gaité, B. (2006) Evaluación de impacto ambiental de una molinera de clínker y fábrica de cemento, por un método de escenarios comparados *Informes de la Construcción* (ISBN 0020-0883), 58,504, pp. 19-27.

## ENVIRONMENTAL EVALUATION OF A CUBAN CEMENT FACTORY

### ABSTRACT

In this work a summary of the environmental evaluation carried out to the Cement Factory "Siguaney" locate in the Cuban Province of Sancti Spiritus, is presented. The environmental politics of this company is guided to the development of systems and mechanisms that spread to a lasting performance in the time. With this purpose, the company replaces noxious materials for other alternative in the production process and maintains a firm politics of improvement of the environmental quality. Into this tendency, the cement plant applies its Environmental Management System under the ISO 14000 norm with a consequent politics, what helps to propitiate a better communication and development of the relationships with the community near to the plant.

The company recognizes and accepts its responsibilities regarding to the environment care, relating with the elaboration activities and commercialization of its products and services. They have shown disposition to solve their environmental problems, collaborating with the government authorities and scientific institutions. Also, they maintain the commitment of fulfilling the legislation and environmental normative applicable to their activity, making a rational use of the energy payees and the natural resources.

The cement activity is a production that generates an important environmental impact, this Factory is permanently searching new alternatives that minimize this impact, for it the company developed an environmental improvement plan, with the purpose of implementing it in its different workspaces, so the facilities and the control and monitoring equipment, are auctioning the managements that will give a new way for the ecological proposal, increasing its interest for a better technological security, occupational health and environmental protection.

**Keywords:** atmospheric contamination, environmental management, cement production