

## ***“La industria cementera en Paraguay, en busca de una propuesta sustentable”***

Lic. Mirian Rosana Portelli Britez<sup>1</sup>  
Dra. Norma Angélica Oropeza García<sup>2</sup>

### **Introducción**

La investigación que se aborda a continuación tiene como objetivo principal elaborar un Plan de Gestión Ambiental para la industria cementera en Paraguay, específicamente para la ciudad de Villeta, Departamento Central. La Industria Nacional de Cemento (INC) es una paraestatal, creada en 1969 y que actualmente abastece más del 60% del mercado nacional y genera importantes fuentes de empleo. Desde su creación, la empresa ha recibido escasa inversión, acumulando tecnología que está obsoleta por al menos 25 años.

Uno de los principales problemas tiene que ver con la contaminación atmosférica derivada de las emisiones de polvos, que se combina con otros factores tales como: la cercanía con los hogares y la ubicación de la fábrica instalada en el norte de la ciudad que lleva el material particulado hasta la misma y genera condiciones que afectan la salud y el bienestar de la población.

Los primeros pobladores de la ciudad, revelaron a través de la encuesta, que en 1982 cuando los directivos de la INC decidieron apostarse en la ciudad de Villeta, ésta ya se encontraba poblada, sin embargo, aun así decidieron instalar la fábrica en el sitio en donde se encuentra actualmente, que es al norte de la ciudad, sabiendo a priori que el viento predominante en la ciudad es de norte a sur (Encuesta, 2017).

Según datos de la Environmental Protection Agency (EPA), la industria cementera es una de las fuentes más importantes de contaminación del aire; la exposición a sus componentes está asociado a efectos adversos en la salud, incluidos el cáncer, enfermedades respiratorias, del sistema nervioso, dermatológicos, retrasos en el desarrollo y efectos negativos en la salud reproductiva (EPA, 2006).

EPA considera a las emisiones del cemento portland como peligrosos contaminantes atmosféricos (hazardous air pollutants 'HAPs'), y sus reglas están encauzadas a regular las emisiones que generalmente se encuentran en las plantas industriales, que son el arsénico, cadmio, cromo, plomo, benceno, tolueno, dioxinas/furanos, hexano y formaldehído de las plantas de cemento portland. Toman también en cuenta las emisiones de hidrocarburos, que hacen funcionar los hornos.

La fabricación de cemento implica un proceso intensivo de energía, durante el cual el cemento se fabrica moliendo y calentando una mezcla de materias primas, como la piedra caliza, arcilla, arena y mineral de hierro en un gran horno rotatorio, que a su vez puede estar alimentado por carbón, petróleo, gas, coque o varios materiales de desecho. El clínker (producto que se obtuvo en un primer proceso) se enfría, se muele y luego se mezcla con una pequeña cantidad de yeso para producir el cemento portland (EPA, 2006).

---

<sup>1</sup> Programa de Posgrado en Planeación, Universidad de Quintana Roo, correo electrónico 0910001@uqroo.mx

<sup>2</sup> Programa de Posgrado en Planeación, Universidad de Quintana Roo. Blvd. Bahía s/n, Col Del Bosque, Chetumal, Quintana Roo, Tel. (983) 83 50 300, ext 298 C.P. 77109.

Todo este proceso, realizado al aire libre, en las cercanías de la ciudad, con escasa o hasta en ocasiones nula mitigación, hacen que esta industria tenga incidencias sobre la calidad del aire, debido a la emisión de material particulado. De acuerdo con García y otros (2002: 476) “En este tipo de plantas se ha reportado una emisión de 0,07 kg de partículas generadas por cada kg de cemento manufacturado diariamente”.

En cuanto al polvo principalmente existen varios puntos de colapso dentro de la fábrica, sin embargo, Martínez Jara (1997) identifica tres áreas principales:

- área de descarga de clínker, materias primas y aditivos
- área de molienda y almacenamiento de cemento, y
- área de embolsado y expedición de cemento.

El autor remite en el primer punto, que el clínker es el componente causante de una mayor contaminación ambiental debido a un sistema de descarga continua, desde los contenedores en las barcas hasta ser depositado en los silos de clínker. Las partículas de polvo son arrastradas así por las corrientes de aire y la velocidad del viento, dejando caer dichas partículas sobre la zona urbana inmediata, afectando de esta forma a las personas que ahí viven.

En cuanto al almacenamiento, se genera polvo al momento de la descarga de clínker a cielo abierto, durante el removido de la puzolana para su aireación y secado, y también durante el removido de cal y yeso. El autor describe que la acción del viento del cuadrante norte es el que posee un mayor arrastre de partículas sólidas hacia el área urbana.

El área de molienda y almacenamiento de cemento, son dos puntos cruciales en el proceso productivo y también focos de grandes emisiones de polvo y gases. En la molienda, se utiliza fueloil, que emite gases de efecto invernadero y durante el almacenamiento, el cual se realiza en seco, se pierde gran cantidad de material particulado. Esto se pudo constatar de igual manera durante la visita a la planta.

La EPA (2006) refiere que la principal fuente de emisiones tóxicas de una planta de cemento portland es horno. Las emisiones se originan por la quema de combustibles y la calefacción que utilizan los materiales. Los agentes tóxicos también se emiten durante la molienda, el enfriamiento y el manejo de materiales en el proceso de fabricación.

En cuanto a los procesos de embolsado y expedición de cemento, cabe recalcar que se emite gran cantidad de polvo, debido principalmente a problemas en la tolva de alimentación de la máquina, por la antigüedad, y es allí en donde se escapa gran cantidad de producto. Sin embargo, cabe mencionar que gran parte de las partículas emitidas, permanecen suspendidas en el aire dentro de los edificios del sector de forma continua, y ocurre un arrastre únicamente cuando existen fuertes ráfagas del norte.

### **Estrategia metodológica**

A lo largo de la investigación se utilizó metodología mixta (cualitativa y cuantitativa). En una primera etapa se aplicaron encuestas para identificar las afectaciones y enfermedades comunes que se presentan en la población, como consecuencia del proceso productivo de dicha industria. Se aplicaron un total de 125 encuestas, en el antiguo casco urbano de la ciudad. Para realizar un análisis de los resultados la ciudad fue segmentada en cuatro zonas

y los resultados asociados mediante georreferenciación al mapa de la ciudad, como se observa en la siguiente imagen.

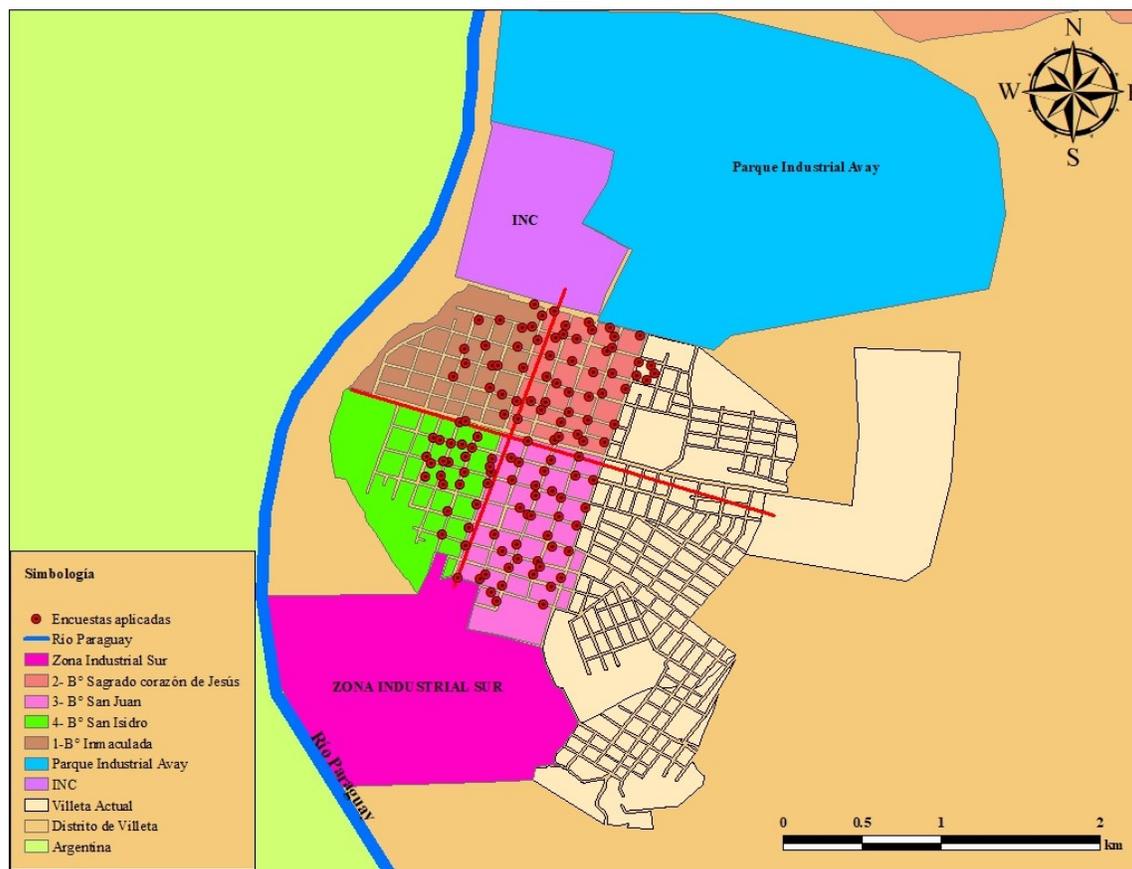


Figura 1. Mapa de la ciudad de Villeta, zonificación y encuestas aplicadas, 2017.

Fuente: elaboración propia, basado en cartografía de la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo (DGEEC) y encuestas aplicadas.

En un segunda etapa se visitó la planta industrial, para verificar los puntos más críticos de emisiones a lo largo del proceso e identificar las medidas de mitigación con las que cuenta, tanto al interior como al exterior. Complementariamente se tomaron muestras de polvo en suspensión, en los lugares en donde se detectó un mayor número de respuestas asociadas a las emisiones de polvo. Posteriormente se realizó un análisis comparativo en materia de legislación ambiental que rige a la industria cementera en México con la finalidad de tener un referente legal e identificar vacíos que se encuentra en la legislación paraguaya, sobre todo en cuanto a reglamentación y normatividad. Por último, se realiza el análisis de documentos relativos a las buenas prácticas en la industria cementera, para obtener referentes que puedan ser aplicadas en el caso de estudio.

### Resultados preliminares

Como resultados preliminares de la encuesta, se encontró que al menos el 43% de los encuestados presenta algún daño en la salud, que puede ser relacionado con la emisión de polvo. El 66% de los hogares encuestados afirma que el principal problema ambiental que los aqueja es la emisión de polvo.

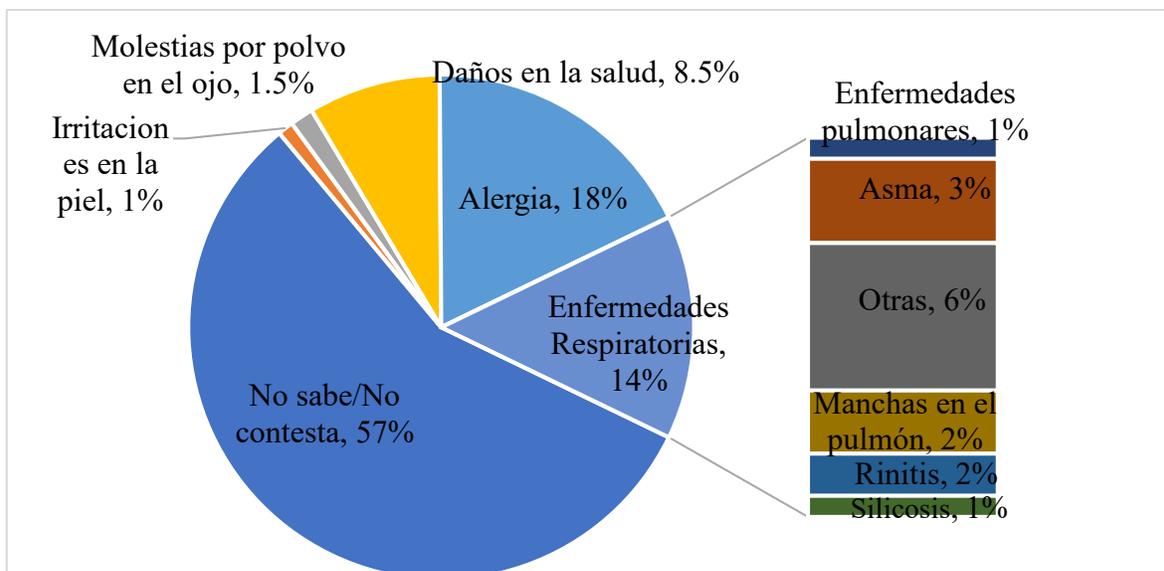


Figura 2. Enfermedades manifestadas por los encuestados, agosto/2017.

Fuente: elaboración propia, a partir de encuestas aplicadas en la ciudad de Villeta, en agosto del 2017.

En la figura anterior, se puede observar que el 43% de los encuestados, manifestó tener alguna molestia de salud que pudiera ser relacionada con la contaminación ambiental que genera la empresa cementera. Se observa la presencia de alergias en mayor proporción, seguida de enfermedades respiratorias, que engloba al asma, manchas en el pulmón, rinitis, silicosis y otras enfermedades pulmonares.

Durante el trabajo de campo, en entrevista con el Dr. Domitilo Ramos, director del Centro de Salud Distrital de Villeta, al cuestionamiento sobre la mayor causa de muerte en la ciudad, éste respondió que la segunda causa de muerte en la población, eran las patologías pulmonares, la primera son enfermedades cardiovasculares. En dicha entrevista, afirmó además, que los trabajadores de este rubro, después de 10 años de trabajo pueden presentar silicosis y que al jubilarse tienen una expectativa de vida muy baja.

La Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, referente a Salud ambiental, señala que la exposición a PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> está directamente relacionado con el incremento en la mortalidad por causas cardiovasculares y respiratorias (2014).

Durante la visita a la fábrica se encontró maquinarias obsoletas seriamente dañadas que emitían gran cantidad de material particulado. Las muestras de partículas suspendidas revelan mediciones superiores a las permitidas por la legislación local y por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en informes realizados por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, sobre todo en áreas como la embolsadora, el molino y el área de expedición de cemento, para los meses de marzo, julio y septiembre, correspondiente a las estaciones de verano, otoño e invierno respectivamente.

Tabla 1. Comparativo de niveles máximos permitidos

<b>Nomenclatura</b>	<b>Nombre</b>	<b>OMS</b>	<b>Resolución SEAM N° 259/15</b>	<b>México</b>
Ozono	<b>O<sub>3</sub></b>	100 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h	120 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h	140 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h
Dioxido de Nitrógeno	<b>NO<sub>2</sub></b>	200 µg/m <sup>3</sup> de media en 1 h	200 µg/m <sup>3</sup> de media en 1 h	395 µg/m <sup>3</sup> de media en 1 h
Dióxido de azufre	<b>SO<sub>2</sub></b>	20 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	20 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	104.8 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h*
Monóxido de Carbono	<b>CO</b>	10 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h	10 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h	12,595 µg/m <sup>3</sup> de media en 8 h
Partículas en suspensión con diámetro de 2.5 µm	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	25 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	30 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	45 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h
Partículas en suspensión con diámetro de 10 µm	<b>PM<sub>10</sub></b>	50 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	150 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h	75 µg/m <sup>3</sup> de media en 24 h

Nota: \*Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-SSA1-2017, salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

Fuente: elaboración propia con información de la OMS, Resolución SEAM N°259/15 y Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la tabla, las medidas para ozono, dióxido de nitrógeno y partículas suspendidas, se tiene un parámetro ligeramente homogéneo, sin embargo, para dióxido de azufre y monóxido de carbono para el caso del comparativo con México, se observa una gran diferencia.

## Referencias

- Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos. (Octubre de 2015). Paraguay - Proyección de la población por sexo y edad, según distrito. Revisión 2015. Fernando de la Mora, Paraguay: DGEEC. Obtenido de DGEEC: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/proyeccion%20nacional/Proyeccion%20Distrital.pdf>
- EPA. (21 de diciembre de 2006). *Technology Transfer Network Air Technical Web site*. Recuperado el 26 de octubre de 2017, de Environmental Protection Agency (EPA): [http://www.epa.gov/ttn/atw/pcm/portf\\_fs.html](http://www.epa.gov/ttn/atw/pcm/portf_fs.html)
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción. (julio, 2017). *Informe sobre las mediciones de polvo en suspensión y concentración de gases – Industria Nacional de Cemento (INC – Villeta)*. San Lorenzo: FACEN.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción. (marzo, 2017). *Informe sobre las mediciones de polvo en suspensión y concentración de gases – Industria Nacional de Cemento (INC – Villeta)*. San Lorenzo: FACEN.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción. (septiembre, 2017). *Informe sobre las mediciones de polvo en suspensión y concentración de gases – Industria Nacional de Cemento (INC – Villeta)*. San Lorenzo: FACEN.
- García, N., Machado, A., García, C., Socorro, E., Hernández, H., & Granda, N. (septiembre de 2002). Concentraciones atmosféricas de PTS y su contenido de metales en una zona adyacente a una planta de cemento. *Interciencia*, 27(9), 476-481. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33907206>
- Jefes de familia de la población de Villeta. (Julio-Agosto de 2017). Encuesta. (R. Portelli, Entrevistador)
- Julio Salvador, S. (26 de julio de 2017). *ACLARACIONES Exención MIR NOM-022-SSA1-2017*. Secretaría de Salud. Obtenido de <http://www.cofemersimir.gob.mx/mirs/43117>
- Martínez Jara, A. (1997). *Memorandum: "Contaminación ambiental producida por la Planta Industrial de la INC, ubicada en la ciudad de Villeta"*. Comisión de Derechos Humanos: H. Cámara de Senadores.
- NOM-020-SSA1-2014. (2014). *NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. SEGUNDA SECCIÓN*. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-021-SSA1-1993. (1993). *NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO)*. Diario Oficial de la Federación.

- NOM-022-SSA1-2010. (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)*. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-023-SSA1-1993. (1993). *NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la*. Diario Oficial de la Federación.
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *Guías para la calidad del aire*. Lima: Traducción realizada por CEPIS.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005*. OMS.
- PROY-NOM-022-SSA1-2017. (2017). *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-022-SSA1-2017, salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Salud, S. d. (20 de agosto de 2014). *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente y criterios para su evaluación. NOM-025-SSA1-2014*. Diario Oficial de la Federación.