

# Asociación entre la contaminación del ambiente laboral y las enfermedades respiratorias en una empresa minera

Guillermo López Espinosa,<sup>1</sup> Isis Yera Alós,<sup>2</sup> Grisel Aparicio Manresa,<sup>3</sup> Mariela Valdés Mora,<sup>4</sup> Eddy Milvia Hernández González<sup>5</sup> y Evelyn González Ramírez<sup>6</sup>

## RESUMEN

Se realizó un estudio observacional en la Mina-Planta de Zeolita, perteneciente al municipio de Ranchuelo, provincia de Villa Clara, en el año 2003, que tuvo como objetivo demostrar la asociación existente entre la contaminación del ambiente laboral y las enfermedades respiratorias en los trabajadores. Para ello se recolectó información de la morbilidad laboral y se efectuó el estudio químico sanitario de la zona de trabajo, donde se encontró que el polvo de zeolita en el aire sobrepasaba los límites admisibles de exposición. El 61,9 % de los certificados médicos emitidos por enfermedades respiratorias fueron en los meses de alta producción, y un 76,4 % correspondió a trabajadores del área de mayor exposición al polvo, en la que además el 69,3 % de los trabajadores mantiene de 7 a 14 años de labor en el centro. En el área de menor exposición el riesgo de tener incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias es de 5,50 veces. La contaminación del ambiente laboral constituyó un factor favorecedor para el desarrollo de afecciones respiratorias, por lo que recomendamos mejorar las condiciones de operación en los procesos tecnológicos con relación al sistema de despolvorización.

**Palabras clave:** Mina-planta de zeolita, contaminación del ambiente laboral, enfermedades respiratorias.

Por contaminación del aire se entiende la presencia en la atmósfera de sustancias en concentraciones y por períodos capaces de afectar la salud de las personas, los animales y las plantas; así como causar perjuicios económicos o deterioro del entorno, o ambos.<sup>1</sup> Las principales fuentes de contaminación del aire en Cuba son, al igual que en otros países, el tránsito automotor y los procesos industriales, principalmente las termoeléctricas, las industrias químicas, las fábricas de cemento y las de materiales de construcción (Ibarra F de la. Polvos de origen ocupacional. Determinación y evaluación de la exposición ocupacional a sustancias nocivas. La Habana : INSAT; 2000. p. 58-9).<sup>2</sup>

Las alteraciones a la salud más notorias ocasionadas por estos contaminantes son: la disminución de la función respiratoria, el incremento de las infecciones respiratorias agudas, así como el agravamiento de enfermedades respiratorias crónicas y de las enfermedades cardiovasculares. Los grupos más vulnerables a estos efectos son los niños, los ancianos, los enfermos de afecciones coronarias y enfermedad pulmonar obstructiva, así como también la población trabajadora expuesta a riesgo químico, como es el caso del polvo industrial.<sup>3-5</sup> Este es un aerosol formado por partículas sólidas en suspensión, susceptibles de ser inhaladas por el hombre. El riesgo para la salud originado por el polvo de una sustancia dada depende en cierto grado del tamaño de sus partículas, y son las de 0,5-5 micras las más dañinas, pues pueden ser retenidas en los pulmones.<sup>6-8</sup>

En la provincia de Villa Clara, en el municipio de Ranchuelo, específicamente a 1 ½ Km del poblado de San Juan de los Yeras se encuentra ubicada la Mina-Planta de Zeolitas Naturales, en la que sus trabajadores se exponen de una forma directa o

indirecta al polvo, dado que su sistema de extracción no es eficiente, por dificultades en su tecnología.

Las zeolitas, como todo polvo mineral, se caracteriza por su efecto acumulativo pronunciado, y son precisamente las partículas de tamaño inferior a 10 micras las que pueden penetrar en el aparato respiratorio (por la nariz y la boca) y una porción quedar retenida, que es denominada *fracción inhalable*. Aquellas capaces de alcanzar la región alveolar, por tener un tamaño menor de 5 micras, son las consideradas como *fracción respirable*, que serán las responsables del origen de ciertas enfermedades respiratorias de carácter laboral, como las neumoconiosis (Cabrera CN. Morbilidad laboral. Ciudad de La Habana: INSAT; 2001 p. 1-14).<sup>9</sup> Teniendo todo esto en cuenta, nos sentimos motivados a determinar la cantidad y calidad del polvo de zeolita a que se expone el trabajador en su puesto de trabajo en este centro, y demostrar su repercusión en la aparición de enfermedades respiratorias.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, en el que se tomó como universo a los 86 trabajadores que tienen la condición de ser personal fijo y llevan 1 o más años laborando en la Mina-Planta de Zeolita, ubicada en San Juan de los Yeras, municipio de Ranchuelo, provincia de Villa Clara. Consideramos como área de trabajo el lugar donde se ubica el puesto de trabajo del individuo, y a su vez, esta se clasificó según el grado de exposición al polvo del mineral como *área de mayor exposición* aquella donde los trabajadores se encuentran estrechamente vinculados a la producción (planta, mantenimiento de planta y mina); y como *área de menor exposición*, allí donde los obreros no están relacionados directamente con la producción (administración, economía, servicio general, abastecimiento, autoconsumo, cocina-comedor y taller automotor).

La escala de clasificación fue *categorica*, y para determinar la cantidad y calidad del polvo inhalado por el trabajador en su puesto de trabajo, se utilizaron filtros que miden el polvo en mg/m<sup>3</sup> de aire. En el laboratorio de química se estudia la concentración de sílice libre. La escala de clasificación fue *numérica*.

Acerca de los certificados médicos, se investigó el número de certificados médicos otorgados a los trabajadores y registrados en la empresa, con una escala de clasificación *numérica*; y como tiempo de exposición se consideró la cantidad de años que el trabajador se encuentra laborando de manera fija en la empresa, con una escala de clasificación numérica.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se revisó el Registro de Certificados Médicos emitidos desde el año 2000 al 2002, la historia clínica de cada trabajador y la historia del grupo o colectivo, así como el Análisis de la Situación de Salud, para conocer la morbilidad por enfermedades respiratorias. El estudio químico sanitario de la zona de trabajo donde el trabajador permanece durante la jornada laboral, se llevó a cabo por parte de la Sección de Química del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología con la cooperación del Instituto Nacional de Salud y Atención al Trabajador. La técnica y el material utilizados fueron los establecidos en la Norma Cubana 19-01-03. Aire de la zona de trabajo: determinación total del polvo. Los datos fueron procesados mediante el programa EPINFO versión 6.0 para el análisis

estadístico, el riesgo relativo (RR) como medida de la fuerza de asociación, así como el riesgo relativo de Mantel Haenszel en el caso de análisis estratificado. La prueba de  $X^2$  fue utilizada para valorar la significación estadística de la asociación y la prueba de Fisher. Los resultados se presentan en tablas.

## RESULTADOS

Se realizó el estudio químico sanitario de la zona de trabajo para obtener las concentraciones de polvo en los diferentes puestos de trabajo. En el área de mayor exposición (planta y mantenimiento de planta) a nivel de la ensacadora, se obtuvo de polvo total 337,8 mg/m<sup>3</sup> y una fracción respirable de 8,2 mg/m<sup>3</sup> para resultar el puesto de trabajo con mayor concentración, seguido del arenero (142,6 mg/m<sup>3</sup>) con una fracción de 13,3 mg/m<sup>3</sup>. De los puestos de trabajo correspondientes al área de menor exposición se eligió el taller automotor, por ser el más alejado de dicha área, y fue considerado como representativo de exposición no directa al polvo por los trabajadores; se encontraron 15,1 mg/m<sup>3</sup>, con una fracción respirable de 3,4 mg/m<sup>3</sup> (tabla 1).

**TABLA 1.** Concentración de polvo en diferentes puestos de trabajo

Áreas de trabajo	Concentración de polvo en el aire	
	Polvo total (mg/m <sup>3</sup> )	Fracción respirable (mg/m <sup>3</sup> )
* Mayor exposición		
Planta y Mantenimiento de Planta		
Molino (martillo quija)	44,8	2,2
Arenero	142,6	13,3
Zaranda (torre)	5,4	2,0
Ensacadora	337,8	8,2
Almacén (productos terminados)	36,4	8,2
* Menor exposición		
Taller automotor	15,1	3,4

Fuente: Informe del estudio químico sanitario de la zona de trabajo.

Revisamos los certificados médicos emitidos a los trabajadores, para medir específicamente el comportamiento de las enfermedades respiratorias, y se comprobó que en los años 2000 hasta el 2002 se extendieron 168 certificados médicos, y de ellos, 63 fueron por enfermedades respiratorias para un 37,5 %. Existió un incremento del número de certificados por estas afecciones a partir del año 2000 (tabla 2).

**TABLA 2.** Morbilidad laboral por enfermedades respiratorias

Años	Total de certificados médicos emitidos	Certificados por enfermedades respiratorias	%
2000	42	17	40,4
2001	57	21	36,8
2002	69	25	36,2
Total	168	63	37,5

Fuente: Registro de certificados médicos.

El 61,9 % de los certificados expedidos por enfermedades respiratorias durante estos 3 años se otorgaron en los meses de mayor productividad de la fábrica, y guardan relación con el incremento de la contaminación del ambiente laboral por el polvo del mineral. Existen 51 trabajadores que han adquirido al menos un certificado por afecciones respiratorias en esos 3 años. De estos pacientes, 39 (76,4 %) pertenecen al área de mayor exposición al polvo del mineral zeolita, y solo 12 (23,5 %) al área de menor exposición. Se obtuvo una asociación muy significativa entre el área de exposición y la incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias ( $p = 0,000$ ). Es aproximadamente 3 veces más probable recibir certificado médico si se labora en el área de mayor exposición ( $RR = 2,70$ ) (tabla 3).

**TABLA 3.** Áreas de exposición al polvo e incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias

Áreas de exposición	Incapacidad laboral temporal					
	Sí		No		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Mayor	39	76,4	8	22,8	47	54,6
Menor	12	23,5	27	77,1	39	45,3
Total	51	100,0	35	100,0	86	100,0

Fuente: Formulario.  
 $RR = 2,70$  (1,66 – 4,39)  
 $X^2 = 24,09$   
 $p = 0,000$

Al verificar la historia laboral en la empresa, se halló que de los 86 trabajadores, el 59,3 % (51 trabajadores) han recibido certificado médico por enfermedad respiratoria, mientras que el 69,3 % (43 trabajadores) llevan entre 7 y 14 años de exposición al polvo del mineral. Solo el 33,3 % (8 trabajadores) llevan un tiempo entre 1 a 6 años. Se demostró que es aproximadamente 2 veces más probable tener incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias, si se lleva laborando 7 o más años en el centro ( $RR = 2,08$ ), por lo que existe asociación significativa entre años de exposición e incapacidad laboral ( $p = 0,02$ ) (tabla 4).

**TABLA 4.** Años de exposición al polvo e incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias

Áreas de exposición	Incapacidad laboral temporal					
	Sí		No		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
7-14	43	69,3	19	30,7	62	100,0
1-6	8	33,3	16	66,7	24	100,0
Total	51	59,3	35	40,6	86	100,0

Fuente: Formulario.  
 RR = 2,08 (1,15 – 3,75)  
 $X^2 = 9,30$   
 $p = 0,02$

Sin embargo, este comportamiento es diferencial según las áreas de exposición. Tanto es así, que de los 47 trabajadores que laboran en el área de mayor exposición, 39 han recibido al menos un certificado médico por enfermedades respiratorias. De estos, 32 (82,0 %) llevan de 7 a 14 años de exposición. El valor de RR arrojó que es 1,40 veces más probable recibir al menos un certificado por enfermedad respiratoria, si se llevan 7 o más años laborando en esta área (tabla 5 A ). En el área de menor exposición, de los 12 obreros que en alguna oportunidad fueron incapacitados temporalmente por enfermedades respiratorias, 11 (91,6 %) presentan 7 o más años de exposición. El RR arrojó un valor de 5,50, y existe una asociación significativa entre años de exposición al polvo y la incapacidad laboral ( $p = 0,02$ ) (tabla 5 B). Al controlar el efecto confusor que ejerce el área de exposición, se aprecia que es aproximadamente 2 veces más probable recibir un certificado médico por enfermedad respiratoria si se lleva laborando en la empresa 7 o más años (RR MH = 1, 85).

**TABLA 5.** Años de exposición al polvo, incapacidad laboral temporal por enfermedades respiratorias y áreas de exposición

Áreas de exposición	A) Área de mayor exposición					
	Incapacidad laboral temporal					
	Sí		No		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
7-14	32	82,0	4	50,0	36	76,5
1 - 6	7	17,9	4	50,0	11	23,4
Total	39	100,0	8	100,0	47	100,0
RR = 1,40 Fisher = 0,07						
Años de exposición	B) Área de menor exposición					
	Incapacidad laboral temporal					
	Sí		No		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
7-14	11	91,6	15	55,5	26	66,6
1 - 6	1	8,3	12	44,4	13	33,3
Total	12	100,0	27	100,0	39	100,0
RR = 5,50 Fisher p = 0,02						

Fuente: Formulario.  
 RR MH = 1,85  
 $X^2$  MH = 6,88  
 $p = 0,008$

## DISCUSIÓN

En la Norma Cubana 19-01-63 se relacionan los niveles de las sustancias más frecuentes en nuestro medio laboral, pero no se hace referencia al polvo del mineral zeolita, y señala que para polvos de origen mineral (cuando se desconoce el contenido de dióxido de silicio) se le calculará la concentración promedio admisible (CPA) por la expresión siguiente:<sup>10</sup>

$$CPA = \frac{30}{\% \text{ SiO}_2 + 3}$$

Para ello se determinó el porcentaje de dióxido de silicio libre que contiene el polvo de zeolita en 3 puestos de trabajo (específicamente la clinoptilolita, que es el tipo de zeolita natural más frecuente de este yacimiento), y se obtuvo una media de 10,2 %.

Posteriormente se desarrolló la fórmula, y se supo que la concentración promedio admisible a la que se pueden exponer los trabajadores en este centro no debe sobrepasar los 2 mg/m<sup>3</sup>.

El Ministerio de la Industria Química de la URSS (1979) estableció que la concentración límite admisible del polvo de zeolita (clinoptilolita) en el aire de los locales de producción no debe sobrepasar 6 mg/m<sup>3</sup>.<sup>11</sup> Por su parte, el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad Ocupacional (NIOSH) de los EE.UU. en 1994, recomendó 10 mg/m<sup>3</sup> como límite de exposición para polvo molesto en el aire de la zona de trabajo, expresado como concentración promedio admisible (TLV-TWA); sin embargo, la OSHA establece 15 mg/m<sup>3</sup>.<sup>12</sup> La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Estatales (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists ACGIH*) sugiere como límite de exposición para partículas no clasificadas de otra forma la siguiente:<sup>13</sup>

- Partículas inhalables (1989) 10 mg/m<sup>3</sup>.
- Partículas respirables (1997) 3 mg/m<sup>3</sup>.

Como vemos, con cualquier norma internacional que se aplique, los valores hallados en la Mina-Planta se encuentran por encima de los recomendados. Las enfermedades respiratorias clasificadas como altas, es decir, aquellas que afectan las vías respiratorias superiores, en particular la rinofaringe o estructuras por encima de la epiglotis, son las que con mayor frecuencia han afectado a estos pacientes luego de comenzar en el centro.

*Molina Esquivel*<sup>1</sup> refiere que la exposición a la contaminación atmosférica industrial puede señalarse como factor de riesgo asociado a los mayores índices de morbilidad por afecciones respiratorias. Por su parte, *Martínez y Quero*<sup>14</sup> en un estudio efectuado en una empresa minera de España encontró que dentro de las enfermedades de origen laboral u ocupacional, las afecciones de la piel y del aparato respiratorio fueron las más frecuentes. Con respecto a esta última, el 75 % de los certificados médicos por afecciones respiratorias fueron expedidos a trabajadores con mayor exposición al polvo, y existió una relación directamente proporcional entre la exposición al polvo, los años de trabajo y las enfermedades respiratorias.

Los trabajadores del área de menor exposición, a pesar de no estar donde existen las más altas concentraciones de polvo, reciben también gran cantidad por las corrientes de aire que generalmente soplan en dirección a los locales o puestos de trabajo de estos obreros.

Podemos concluir que la exposición mantenida y durante varios años al polvo en el medio laboral es un factor predisponente para adquirir cualquier tipo de enfermedad respiratoria, situación que coincide con otros autores.<sup>15,16</sup>

## **SUMMARY**

### **Association between the working environment pollution and the respiratory diseases in a mining enterprise**

An observational study was conducted in the Zeolite Mine-Plant of Ranchuelo municipality, province of Villa Clara, in 2003, aimed at showing the association existing between the working environment pollution and the respiratory diseases in the workers. To this end, information on working morbidity was collected and a chemical sanitary study of the working zone was undertaken. It was found that zeolite dust exceeded the admissible levels of exposure. 61.9 % of the medical certificates for respiratory diseases were issued in the months of high production. 76.4 % corresponded to workers from the area most exposed to dust, where 69.3 % of them have worked for 7-14 years. In the area of less exposure, the risk for presenting temporary working disability due to respiratory diseases is of 5.50 times. As the pollution of the working environment favored the development of respiratory affections, it is recommended to improve the operation conditions in the technological processes as regards the dusting system.

**Key words:** Zeolite mine-plant, working environment pollution, respiratory diseases.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Puerto QC, Molina EE. La contaminación del aire y sus riesgos para la salud. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1992. p. 1-15. (Serie Salud Ambiental).
2. Álvarez SR, Álvarez CMR, Toledo VH. Asociación entre manifestaciones respiratorias atópicas y contaminantes primarios de la atmósfera. Rev Cubana Med Gen Integr. 1997; 13 (13): 212-21.
3. Álvarez SR. Infecciones respiratorias agudas. En: Temas de Medicina General Integral. La Habana : Editorial Ciencias Médicas; 2001. p. 495-6.
4. Rodríguez M, Rojas M, Squillante G. Relación entre áreas de trabajo y efectos a la salud en una empresa minera de Venezuela. Mapfre Med 2003; 14 (1): 19-25.
5. Martínez GC, Rego FG. Enfermedades respiratorias de origen ocupacional. Arch Bronconeumol 2000; 36 (11): 631-44.
6. Puerto QC. Riesgos químicos. Higiene. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1989. p. 230-4.
7. Ameille J , Pauli G, Calastreng A, Vervloet D, Iwatsubo Y. Reported incidence of occupational asthma in France. J Occup Environ Med. 2003; 60 (2): 136-41.
8. Gómez MM, Zimerman VN, Alday FE, Maqueda BJ, Ojeda FP. Importancia de la patología laboral sensibilizante, respiratoria y dermatológica en el mundo laboral. Mapfre Med 2002; 13 (4): 227-40.

9. Tetrai E, Unguary G. Study on carcinogenicity of clinoptilolite in Wistars rats. *Pol J Occup Med Environ Health* 2001; 6 (1): 27-34.
10. Comité Estatal de Normalización "SNPHT". Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas, NC 19-01-63: 91.
11. Ministerio de la Industria Química de la URSS. Requerimientos de seguridad. Moscú 1979, GOST 13496.0-70, GOST 13496.13-75.
12. National Institute for Occupational Safety and Health. Particulate not otherwise regulated. Cincinnati: NIOSH Publications; 1994.p. 240.
13. American Conference of Governmental Industrial Hygienist. TLVs Valores límites para sustancias químicas en el ambiente de trabajo. BEIs Indices biológicos de exposición. Valencia: Consultoría de Trabajo y Asuntos Sociales; 1997.p. 41.
14. Martínez C, Quero A, Isidro I, Rego G. Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos. *Med Hum* 2001; 61: 34-9.
15. Fernández AR, Gullón BJA. Enfermedades pulmonares de tipo ocupacional. *Med Clín* 2002; 78 (8): 4182-87.
16. Laborda GR, Velazco OJ. El riesgo químico. Valoración higiénica de contaminantes químicos en el medio laboral. Madrid: Editorial Folio; 2000. p. 1-22.

Recibido: 30 de marzo de 2004. Aprobado: 15 de noviembre de 2005.

Dr. *Guillermo López Espinosa*. Leoncio Vidal No.1, entre Calixto García y Antonio Maceo, municipio Ranchuelo, Villa Clara, Cuba. Email: [gle@capiro.vcl.sld.cu](mailto:gle@capiro.vcl.sld.cu)

<sup>1</sup>Especialista de II Grado en Medicina General Integral. Máster en Salud Ocupacional. Facultad de Ciencias Médicas de Villa Clara.

<sup>2</sup>Especialista de II Grado en Bioestadística. Centro de Desarrollo Farmacoterapéutico. La Habana.

<sup>3</sup>Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Policlínico "Juan B. Contreras", Ranchuelo.

<sup>4</sup>Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Filial de Salud Pública de Villa Clara.

<sup>5</sup>Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Máster en Salud Pública. Facultad de Ciencias Médicas de Villa Clara.

<sup>6</sup>Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Dirección Provincial de Salud Villa Clara.