

**Condiciones de trabajo y morbilidad percibidas entre mineros de carbón en Guachetá, Colombia**

**Perceived work conditions and morbidity among coal miners in Guachetá, Colombia**

**Título corto:** Percepción de mineros del carbón

**Autores:** Claudia P. Jiménez-Forero,<sup>1,2</sup> Alvaro J. Idrovo.<sup>3</sup>

**Afiliaciones institucionales:**

<sup>1</sup> Programa de Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario. Bogotá, DC, Colombia.

<sup>2</sup> Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad, Universidad Militar. Bogotá, DC, Colombia.

<sup>3</sup> Departamento de Salud Pública, Escuela de Medicina, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander, Colombia.

**Correspondencia:**

Claudia P. Jiménez-Forero. Programa de Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario. Bogotá, DC, Colombia. Carrera 24 N° 63C - 69 Tercer Piso. Bogotá, DC, Colombia. Teléfono 3005677551 - (57-1) 4635260; Correo electrónico:

[jimenezf.claudia@ur.edu.co](mailto:jimenezf.claudia@ur.edu.co)

**Introducción:** En Colombia la investigación sobre condiciones de trabajo y salud en minería carbonífera es escasa y no considera la percepción de la población expuesta y sus comportamientos frente a los riesgos inherentes.

**Objetivo:** Determinar la asociación entre las condiciones de trabajo y morbilidad percibidas entre trabajadores de minas de carbón en Guachetá, Cundinamarca.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio transversal con 154 trabajadores seleccionados aleatoriamente del total registrado en la alcaldía municipal. Se indagó sobre características sociodemográficas, condiciones de trabajo y salud en las minas. Se estimaron prevalencias de los trastornos respiratorios,

osteomusculares y auditivos, y se exploraron las asociaciones entre algunas condiciones de trabajo y los eventos con prevalencia superior a 30% de forma bivariada y múltiple, con regresiones Poisson con varianza robusta. **Resultados:**

Los trabajadores fueron en su mayoría hombres, con edades entre 18 y 77 años de edad. Los problemas de salud más frecuentemente reportados fueron dolor lumbar (46,10%), dolor del miembro superior (40,26%), dolor del miembro inferior (34,42%), trastornos respiratorios (17,53%) y problemas auditivos (13,64%).

Existen diferencias importantes en la percepción dependiendo de la antigüedad laboral y las condiciones subterráneas o no del trabajo. **Conclusión:** Los riesgos más reconocidos por los trabajadores son los relacionados con trastornos osteomusculares, al parecer por ser más evidentes en su cotidianidad. Las acciones en salud ocupacional podrán considerar estos hallazgos en sus planes de prevención de la enfermedad en las minas del carbón colombianas.

**Palabras Clave:** Condiciones de trabajo; morbilidad; minas de carbón; salud ocupacional; percepción social; Colombia.

**Introduction:** In Colombia research on working conditions and health in coal mining is scarce, and does not consider the perception of the exposed population and its behavior against the inherent risks. **Objective:** To determine the association between perceived working conditions and morbidity among coal miners in Guachetá, Cundinamarca. **Materials and methods:** A cross-sectional study was conducted with 154 workers randomly selected from the total of registered miners at the municipal government. We inquired about sociodemographic characteristics and working and health conditions in mines. Prevalence of respiratory, musculoskeletal and hearing disorders were estimated, and bivariate and multiple associations between certain conditions and events (with prevalence greater than 30%) were explored with Poisson regressions with robust variance. **Results:** Workers were mostly men, aged 18 and 77 years old. The health problems most frequently reported were back pain (46.10%), upper limb pain (40.26%), lower limb pain (34.42%), respiratory (17.53%) and hearing disorders (13.64%). There are significant differences in perception depending on the seniority and underground/non-underground work. **Conclusion:** The most recognized risks were related with musculoskeletal disorders that appear evidently in their daily lives. Further activities in occupational health may consider these findings in their plans for prevention of disease in Colombian coal mines.

**Key words:** Work conditions; morbidity; coal mining; occupational health; social perception; Colombia

## Introducción

En las últimas décadas los modelos económicos han favorecido la explotación del carbón en países en desarrollo como Colombia (1). Esto resulta evidente en diversos informes donde el país resulta ser atractivo para los inversionistas extranjeros, gracias al incremento de la seguridad y pese a las incertidumbres generadas por las políticas ambientales cada vez más exigentes (2,3). A pesar de la importancia de la extracción carbonífera en Colombia, las estadísticas sobre enfermedad laboral y accidentes de trabajo en el sector no son confiables y se supone existe una alta subestimación, en gran medida por la informalidad con la que se trabaja en gran número de minas (4,5).

La investigación sobre condiciones de trabajo y salud en la minería carbonífera y sus alrededores es escasa a nivel nacional. Por un lado están los estudios de higiene industrial que han empezado a brindar información sobre los niveles de exposición a material particulado (6-9); otro grupo de investigadores se ha dedicado a evaluar los efectos citogenéticos en humanos (10,11) y animales (12-16). Por su parte, los estudios epidemiológicos han sido mayoritariamente descriptivos, dejando de lado la exploración de asociaciones que podrían permitir acciones que promuevan mejoras en el ambiente laboral. Por ejemplo, hay estudios que exploran globalmente las condiciones de trabajo y salud (17), características socioeconómicas y de riesgo laboral (18). Los estudios de asociación han reportado una mayor prevalencia de asma entre menores de edad residentes en las cercanías de las minas (19), mayor ocurrencia de neumoconiosis entre las actividades con mayor exposición a material particulado (20), la

capacidad predictiva de la espirometría y la oximetría para detectar daño pulmonar (21) y algunos factores asociados con alteraciones osteomusculares (22).

La mayoría de los estudios han tenido una aproximación técnica, sin considerar la percepción de la población expuesta y sus comportamientos frente a los riesgos inherentes de trabajar en minas de carbón. Existen atributos individuales y sociales que construyen la percepción del riesgo e influyen en la forma en que se actúa frente al riesgo. Es así como la definición de qué es un riesgo, su potencial de generar daño, el tiempo entre la exposición y la manifestación del daño, el origen antropogénico o natural, la equidad (distribución del riesgo-beneficio entre la sociedad), sus efectos potenciales sobre las generaciones futuras, la capacidad de control, la familiaridad, la habituación, y si la exposición es voluntaria o no, los valores ambientales, entre otros, se relacionan con la percepción del riesgo (23-26). En este contexto, el objetivo de este estudio fue determinar la asociación entre la percepción de las condiciones de trabajo y morbilidad en trabajadores de minas de carbón en Guachetá, Boyacá, Colombia, con miras a tener evidencia sobre cómo los trabajadores mineros conciben su actividad laboral.

## **Materiales y métodos**

**Contexto del estudio.** Guachetá está ubicado 118 Km al norte de Bogotá. La explotación de carbón inició hace aproximadamente 40 años con unidades empresariales de tipo familiar; posteriormente, se instalaron empresas de mayor envergadura generando gran demanda de mano de obra no calificada, lo que ha generado la migración de trabajadores desde otras regiones, haciendo que la

población trabajadora minera en un importante porcentaje sea flotante.

Actualmente el sector se caracteriza por proliferación de pequeñas empresas de tipo familiar con explotación rudimentaria, que genera altos costos para los dueños debido a la cada vez mayor profundidad de la explotación, las tarifas de la energía eléctrica y el precio del producto en el mercado.

**Modelo conceptual del estudio.** El estudio partió de aceptar el conocimiento de los trabajadores como válido e importante para la toma de decisiones que promuevan la prevención de eventos adversos asociados con el trabajo. Por ello es un estudio que puede enmarcarse dentro de enfoques metodológicos como la “epidemiología popular” (27), la aproximación ecosistémica en salud (28) y la investigación participativa basada en la comunidad (29), las cuales han sido integradas exitosamente en estudios previos (30).

**Diseño y participantes.** Se realizó un estudio transversal con trabajadores de las minas de carbón de tres veredas de Guachetá. Mediante muestreo aleatorio simple, se seleccionó una muestra representativa de la población minera trabajadora (N=787), de acuerdo a la base de datos de 2012 suministrada por la alcaldía municipal. El tamaño de muestra fue de n=154, considerando una prevalencia esperada de 13%, un alfa de 0,05, un poder de 0,90 y una ocurrencia alterna de 23% (31). Los criterios de inclusión fueron ser mayor de 18 años de edad, estar laborando en una mina y tener capacidad mental para responder. Este estudio fue aprobado como parte del macro proyecto “Diagnóstico y caracterización de las condiciones laborales de cierta población minera del Municipio de Guachetá” por los comités de la Universidad Militar Nueva Granada.

**Recolección de los datos.** Antes de proceder a la recolección de datos se usaron 3 instrumentos; un instrumento de origen español reconocido internacionalmente para identificación de condiciones de trabajo y salud (32), del cual se eliminaron preguntas por carecer de relevancia para el estudio o por usar lenguaje desconocido para los trabajadores del subsector. Una encuesta semiestructurada de percepción del riesgo y morbilidad sentida, y un instrumento de observación directa de las condiciones de trabajo. Previo a salidas de campo, se realizó entrenamiento para la aplicación de los instrumentos a 9 estudiantes del semillero de investigación del programa Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad Militar Nueva Granada, quienes participaron en la recolección de los datos.

Posteriormente se realizó primer viaje al municipio para aplicación de prueba piloto a un grupo de trabajadores, que no fueron incluidos en la muestra. El trabajo de campo se realizó en 5 jornadas en las que se aplicaron los instrumentos a los trabajadores seleccionados que consintieron participar en el estudio. Para la observación directa de las condiciones de trabajo se realizó ingreso guiado a bocamina, previo consentimiento verbal del dueño y análisis de seguridad estructural y de gases *in situ*. Como criterios para no ingresar a la mina se consideraron la realización de labores de voladura o mantenimiento del inclinado principal y la presencia de inundación.

Los eventos de salud explorados con el instrumento de percepción inician por enfermedad reportada general y, posteriormente, se especificaron tres grupos: respiratorios, auditivos y osteomusculares. Los respiratorios incluyeron trastornos respiratorios, neumonía y diagnóstico de acumulación de polvo de carbón en

pulmones; en los auditivos se indagó por problemas auditivos y alteraciones auditivas diagnosticadas y en los osteomusculares incluyeron dolor de espalda, dolor de miembro superior, dolor de miembro inferior y enfermedad osteomuscular diagnosticada.

**Métodos estadísticos.** En un primer momento se describieron las variables categóricas mediante porcentajes y medidas de tendencia central y dispersión, según su distribución evaluada con la prueba de Shapiro-Wilk. Para medir la exposición acumulada, se construyó una matriz con base en el tiempo de trabajo en la mina y la ocupación dentro o fuera, teniendo en cuenta que los cargos piquero, frentero y cochero desarrollan su labor dentro de bocamina y para los cargos que desarrollan su función en superficie se consideraron malacatero, patiero, ministro, administrador o jefe de mina, almacenista y otros, y se compararon por terciles de tiempo en la mina y ocupaciones usando las pruebas de  $\chi^2$ , exacta de Fisher o de Kruskal-Wallis. Posteriormente para los eventos en salud con prevalencia superior a 30% se calcularon razones de prevalencia (RP) con las variables de condiciones de trabajo y sociodemográficas, y finalmente se realizaron regresiones de Poisson con varianza robusta (33) para obtener RP ajustadas. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Stata 11 (Stata Corporation, College Station).

## **Resultados**

Algunas características de los participantes se resumen en el Cuadro 1. Como se puede apreciar, hubo una mayoría de hombres (94,81%) con edades entre los 18 y 77 años (mediana 31,5). El origen de 64,29% de los participantes



fue la vereda Santuario, seguidos por 20,78% y 14,94% procedentes de las veredas Peñas y Rabanal, respectivamente. La experiencia de trabajo en minas varía entre menos de uno a 46 años (mediana 6 años), siendo el tiempo de vinculación a la mina donde se entrevistó variable, desde un mes hasta 13 años (mediana 12,5 meses). El tipo de contratación predominante es el directo con 92,86% y la subcontratación a través de una empresa temporal es baja (1,30%); sin embargo, 5,84% de los trabajadores desconocen la forma de contratación bajo la cual se encuentran vinculados. La percepción de seguridad alta sobre la continuidad del contrato laboral es cercana a la mitad (48,05%) de los trabajadores; un 16,88% tiene seguridad media, mientras 12,99% reporta una seguridad baja y 22,08% no tiene conocimiento sobre este tópico.

Los cargos más frecuentes fueron los de piquero (36,36%), cochero (18,83%) y frenteros (14,29%), siendo éstos los que pasan la mayoría de la jornada laboral en profundidad (69,5%). Esto se relaciona con el hecho de que el lugar de trabajo habitual es reportado como cerrado en 70,13% y semi-cerrado (16,94%). Respecto a la jornada laboral todos refirieron trabajar 8 horas diarias; 69,48% trabajan de lunes a sábado, 15,58% de lunes a viernes y excepcionalmente sábados, domingos y/o festivos (feriados). La jornada predominante es de turnos rotatorios con el de noche (31,82%), jornada partida (mañana y tarde) en un 25,97% y turnos rotatorios excepto la noche (18,18%).

Dentro de la frecuencia de exposición a condiciones del trabajo percibidas durante la jornada laboral, las más relevantes fueron ruido (97,4%), respiración de sustancias químicas en el aire como polvos y otros (81,82%), además del grupo de condiciones asociadas como causantes de trastornos osteomusculares; éstas

presentan frecuencias superiores a 61%. Las posiciones adoptadas dependen depende del cargo, siendo los piqueros los que refieren con mayor frecuencia tener posturas forzadas y menos espacio que les permita realizar movimientos necesarios o cambiar de postura; los cocheros, frenteros y patieros tienen una posición habitual de pie, mientras los malacateros trabajan sentados. En todos estos cargos se manipulan cargas y se realizan movimientos repetitivos.

Al comparar los tres grupos formados por los terciles de tiempo laborado en minas, se observan diferencias en relación a la edad, el sexo (más mujeres en el tercil menor), los cargos relacionados con actividades subterráneas, la antigüedad en la última mina, la frecuencia de exposición a contaminantes en el aire, las labores con proyección de partículas a la cara y el uso o almacenamiento de productos inflamables. Con la matriz construida para explorar la exposición acumulada (Cuadro 2) se observó que entre los cuartiles había diferencias en las variables sociodemográficas y de exposiciones ocupacionales. Nuevamente resalta que las mujeres laboran muy poco tiempo en las minas o están ingresando como trabajadoras de las minas. En relación con las exposiciones hay una tendencia a que los trabajadores con menos tiempo y trabajo subterráneo se expongan más; sobresalen como excepciones la exposición a tóxicos en el aire y el trabajo habitual de rodillas.

En el Cuadro 3 se observa la distribución de los problemas de salud auto-reportados. Como se puede apreciar, los trastornos osteomusculares son los más frecuentes (superiores al 30%), seguidos por los espiratorios y auditivos. Entre todos, el dolor lumbar resulta ser importante porque afecta a cerca de la mitad de los trabajadores. También se aprecia que la enfermedad diagnosticada apenas

corresponde a aproximadamente una cuarta parte del total reportado, en los casos de los trastornos osteomusculares y los auditivos, mientras que en el caso de los respiratorios aumenta a algo menos de la mitad.

En el cuadro 4 se exploraron las asociaciones bivariadas entre algunas condiciones de trabajo y la ocurrencia de dolor lumbar, del miembro superior y del miembro inferior. Allí se pudo observar que la edad, el ser hombre, el tipo de jornada de trabajo, el lugar de trabajo y la frecuencia con la que hacían algunos movimientos o asumían algunas posturas se asociaron con la ocurrencia de uno o varios de estos eventos. En el Cuadro 5, se exploraron otras condiciones de trabajo mediante regresiones de Poisson ajustadas, observando que algunos factores se mantienen asociados y otros dejan de serlo al considerar las demás variables al mismo tiempo.

## **Discusión**

Este estudio identificó y cuantificó la ocurrencia de los principales problemas de salud percibidos por los mineros carboníferos de Guachetá; de lejos los problemas osteomusculares fueron los más frecuentes, seguidos de los trastornos respiratorios y los auditivos. Adicionalmente permitió identificar algunas condiciones de trabajo que se perciben asociadas con la ocurrencia de los trastornos osteomusculares. En general, las condiciones de trabajo que evidentemente son más precarias fueron asociadas con mayor ocurrencia de trastornos osteomusculares.

Algunos estudios en Colombia han tenido resultados similares que permiten validar los aquí presentados. Las características sociodemográficas similares de

los mineros de Gachetá y los de otras regiones en los que se han realizado estudios (5,6,10,11,16-22) permiten inferir que los atributos exigidos o buscados por los reclutadores de los trabajadores son los mismos sin importar el lugar. Las asociaciones observadas entre condiciones de trabajo y de salud indican que los trabajadores tienen mayor capacidad de identificar como riesgoso aquellas condiciones que pueden llevarles a un accidente o un dolor inmediato; las condiciones que requieren un mayor periodo de latencia entre la exposición y la aparición del evento, o que requieren una exposición acumulada durante periodos de tiempo prolongados, no son percibidos como riesgosos. Esto conlleva a posibles acciones diferenciales según el evento, y sobre todo a la concientización de los trabajadores de los peligros silentes y a largo plazo.

Los hallazgos de este estudio deben interpretarse teniendo en cuenta las limitaciones del estudio y su enfoque basado en la percepción de los propios trabajadores. El estudio es transversal y por tanto la temporalidad entre las exposiciones y los eventos no está garantizada; además, las asociaciones observadas pueden estar mediadas por problemas metodológicos, principalmente el sesgo de selección. En este caso es posible que se haya presentado el efecto del trabajador sano que conlleva a una subestimación de la asociación (34). Este tipo de problemas son frecuentes en estudios de salud ocupacional en el sector minero (35,36). De otro lado, el usar el auto-reporte de las condiciones de trabajo y salud como fuente de información suele verse como un problema de medición (37), pero en este caso debe entenderse como propio de la aproximación conceptual y metodológica usada, por lo cual no es una debilidad sino un

elemento que muestra la coherencia entre la aproximación conceptual y el método.

En conclusión, los hallazgos de este estudio resaltan la importancia que los mineros le dan a los trastornos osteomusculares, por encima de los problemas respiratorios y auditivos. En otros contextos esto podría explicarse por cambios recientes relacionados con el incremento en el uso de tecnología que conlleva mejoras en la seguridad de los trabajadores (38), pero en el caso estudiado es posible que sea más porque los trabajadores, por diversas razones, tienden a reconocer como riesgosos aquellos eventos más inmediatos a su cotidianidad (24,39). La importancia de estudios que permiten conocer la forma en que las comunidades legas, como en este caso los mineros del carbón, cada vez es más reconocida en diversos ámbitos de la salud pública (40). El reto ahora es incorporar estos conocimientos en las acciones de los técnicos de salud ocupacional y quienes ejercen la rectoría de los lugares de trabajo.

### **Agradecimientos**

A los trabajadores participantes del estudio, estudiantes del Semillero de Investigación ASSO y personal administrativo de las minas participantes. Los hallazgos aquí presentados hacen parte del macro proyecto “Diagnóstico y caracterización de las condiciones laborales de cierta población minera del Municipio de Guachetá”, patrocinado por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad de la Universidad Militar Nueva Granada, la Alcaldía Municipal de Guachetá, Cundinamarca, y los empresarios mineros del mismo municipio.

### **Contribución de los autores:**

Claudia P. Jiménez-Forero: concepción y diseño del estudio, análisis e interpretación de los datos, escritura y aprobación de la versión final del manuscrito; Álvaro J. Idrovo: análisis e interpretación de los datos, escritura y aprobación de la versión final del manuscrito.

### **Referencias**

1. **Morrice E, Colagiuri R.** Coal mining, social injustice and health: a universal conflict of power and priorities. *Health Place*. 2013;19:74-9.  
<http://10.1016/j.healthplace.2012.10.006>.
2. **Wilson A, Cervantes M.** Fraser Institute annual survey of mining companies 2013. Vancouver: Fraser Institute; 2014.
3. **Willat T, Timson S, Pichard S, Furuvald M, Avila-Sánchez L.** Introduction to Colombian mining. A new opportunity based on political stability and increasing security. *Eng Min J*. 2011; Dec:80-6.
4. **Ministerio de Minas y Energía.** Política Nacional de Seguridad Minera. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía; 2009.
5. **Ospina Díaz JM, Manrique Abril FG, Guío Garzón JA.** Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *Avances en Enfermería* 2010;28(1):107-115.
6. **Vega AF.** Estudio de medición de gases en las minas de carbón del Salitre de Paipa. Tunja: SENA Regional Boyacá; 2001.

7. **Huertas JI, Huertas ME, Izquierdo S, González ED.** Air quality impact assessment of multiple open pit coal mines in northern Colombia. *J Environ Manage.* 2012;93(1):121-9. <http://10.1016/j.jenvman.2011.08.007>
8. **Huertas JI, Camacho DA, Huertas ME.** Standardized emissions inventory methodology for open-pit mining areas. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2011;19(7):2784-94. <http://10.1007/s11356-012-0778-3>
9. **Huertas JI, Huertas ME, Solís DA.** Characterization of airborne particles in an open pit mining region. *Sci Total Environ.* 2012;423:39-46. <http://10.1016/j.scitotenv.2012.01.065>
10. **León-Mejía G, Espitia-Pérez L, Hoyos-Giraldo LS, Da Silva J, Hartmann A, Henriques JA, Quintana M.** Assessment of DNA damage in coal open-cast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus test and the comet assay. *Sci Total Environ.* 2011;409(4):686-91. <http://10.1016/j.scitotenv.2010.10.049>
11. **León-Mejía G, Quintana M, Debastiani R, Dias J, Espitia-Pérez L, Hartmann A, Pêgas Henriques JA.** Genetic damage in coal miners evaluated by buccal micronucleus cytome assay. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2014;107:133-9. <http://10.1016/j.ecoenv.2014.05.023>
12. **León G, Pérez LE, Linares JC, Hartmann A, Quintana M.** Genotoxic effects in wild rodents (*Rattus rattus* and *Mus musculus*) in an open coal mining area. *Mutat Res.* 2007;630(1-2):42-9.
13. **Cabarcas-Montalvo M, Olivero-Verbel J, Corrales-Aldana H.** Genotoxic effects in blood cells of *Mus musculus* and *Iguana iguana* living near coal

mining areas in Colombia. *Sci Total Environ.* 2012;416:208-14.

<http://10.1016/j.scitotenv.2011.11.080>

14. **Guerrero-Castilla A, Olivero-Verbel J, Marrugo-Negrete J.** Heavy metals in wild house mice from coal-mining areas of Colombia and expression of genes related to oxidative stress, DNA damage and exposure to metals. *Mutat Res.* 2014;762:24-9. <http://10.1016/j.mrgentox.2013.12.005>
15. **Coronado-Posada N, Cabarcas-Montalvo M, Olivero-Verbel J.** Phytotoxicity assessment of a methanolic coal dust extract in *Lemna minor*. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2013;95:27-32. <http://10.1016/j.ecoenv.2013.05.001>
16. **Jiménez NMG, Abril FGM, Díaz JMO, Cubaque MAR, Villamil EH.** Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en Paipa-Boyacá. *Rev Fac Med (Bogotá)* 2009;57:100-110.
17. **Abril Bolaños, J. & González Cáceres, M.** Condiciones de salud y trabajo en la mina de carbón El Saman, Municipio de Sardinata (Norte de Santander), [Tesis]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2009.
18. **Estrada J, Rendón I, Valero SC.** Algunos aspectos socioeconómicos, de salud y de riesgo laboral de los mineros del carbón de los municipios de Amagá y Angelópolis. *Rev Fac Nac Salud Pública.* 1997;15(1):11-36.
19. **Quiroz-Arcenales I, Hernández-Flórez LJ, Agudelo-Calderón CA, Medina K, Robledo-Martínez R, Osorio-García SD.** Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del Cesar, Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá).* 2013;15(1):66-79.



20. **Rendón O, Iván D.** Neumoconiosis en la minería subterránea del carbón, Amagá, 1995. Rev Fac Nac Salud Pública. 1997;14:46-67.
21. **Ospina JM, González NM, Fernández LJ.** Evidencia temprana de alteración funcional por exposición respiratoria: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. Rev Fac Nac Salud Pública 2011;29(4):445-453.
22. **Velandia EH, Muñoz JJ.** Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el Valle de Ubaté. Rev Cienc Salud. 2004;2(1):24-32.
23. **Keller C, Bostrom A, Kuttschreuter M, Savadori L, Spence A, White M.** Bringing appraisal theory to environmental risk perception: a review of conceptual approaches of the past 40 years and suggestions for future research. J Risk Res. 2012;15:237-56.
24. **Slovic P.** Perception of risk. Science. 1987; 236: 280-5.
25. **de Groot JIM, Steg L, Poortinga W.** Values, perceived risks and benefits, and acceptability of nuclear energy. Risk Anal. 2013;33: DOI: 10.1111/j.1539-6924.2012.01845.x
26. **Douglas M.** La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales: Barcelona: Paidós Studio; 1996.
27. **Brown P.** Popular epidemiology and toxic waste contamination: lay and professional ways of knowing. J Health Soc Behav. 1992; 33:267-81.
28. **Forget G, Lebel J.** An ecosystem approach to human health. Int J Occup Environ Health. 2001; 7(2 Suppl):S3-38.
29. **Cook WK.** Integrating research and action: a systematic review of community-based participatory research to address health disparities in environmental and

occupational health in the USA. *J Epidemiol Community Health*.

2008;62(8):668-76. <http://10.1136/jech.2007.067645>

30. **Pacheco-Magaña LE, Idrovo AJ, Arenas-Monreal L, Cortez-Lugo M, Sánchez-Zamorano LM.** Validación del auto-reporte de la localización de residuos sólidos con análisis de Procusto en el contexto de una iniciativa comunitaria participativa. *Cad Saude Publica*. 2013;29(1):195-201.
31. **Pagano M, Gauvreau K.** Principles of biostatistics. 2<sup>nd</sup> ed. Belmont, CA: Duxbury. 2000: 332.
32. **Benavides FG, Zimmermann M, Campos J, Carmenate L, Baez I, Nogareda C, Molinero E, Losilla J, Pinilla J.** Conjunto mínimo básico de ítems para el diseño de cuestionarios sobre condiciones de trabajo y salud. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2010;13(1):13-22.
33. **Barros AJD, Hirakata VN.** Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Med Res Methodol*. 2003; 3:21. <http://10.1186/1471-2288-3-21>
34. **Farrow A, Reynolds F.** Health and safety of the older worker. *Occup Med (Lond)*. 2012;62(1):4-11. <http://10.1093/occmed/kqr148>
35. **Naidoo R, Robins TG, Becklake M, Seixas N, Thompson ML.** Cross-shift peak expiratory flow changes are unassociated with respirable coal dust exposure among South African coal miners. *Am J Ind Med*. 2007;50(12):992-8.
36. **Graber JM, Cohen RA, Basanets A, Stayner LT, Kundiev Y, Conroy L, Mukhin VV, Lysenko O, Zvinchuk A, Hryhorczuk DO.** Results from a Ukrainian-US collaborative study: prevalence and predictors of respiratory

- symptoms among Ukrainian coal miners. Am J Ind Med. 2012;55(12):1099-109. <http://10.1002/ajim.21997>
37. **Wacholder S.** When measurement errors correlate with truth: surprising effects of nondifferential misclassification. Epidemiology 1995; 6:157-61. <http://10.1097/00001648-199503000-00012>
38. **McPhee B.** Ergonomics in mining. Occup Med (Lond). 2004;54(5):297-303. <http://10.1093/occmed/kqh071>
39. **Weber EU.** Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: why global warming does not scare us (yet). Climatic Change. 2006;77:103-120. <http://10.1007/s10584-006-9060-3>
40. **Fernández-Niño JA, Idrovo AJ, Giraldo-Gartner V, Molina-León HF.** Los dominios culturales de la malaria: una aproximación a los saberes no institucionales. Biomedica. 2014;34(2):250-9. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.1629>

**Cuadro 1.** Condiciones de trabajo de los mineros de acuerdo al tiempo de trabajo (terciles) en la mina en Guachetá, Colombia, 2012

Variables	Tiempo de trabajo (años)			Valor p	
	0 a 4 (n=55)	5 a 10 (n=50)	11 a 46 (n=49)		
Edad (años cumplidos)					
	18 a 28	23 (18-28)	26 (19-28)	27 (24-28)	0.0001**
	29 a 38	33 (30-37)	34 (29-38)	32,5 (29-37)	
	39 a 77	43,5 (40-52)	41 (39-58)	48,5 (39-77)	
Sexo: Hombres		48	49	49	0.006*
Cargo actual					
	Piquero	13	27	16	0.003*
	Frentero	8	5	9	
	Cochero	16	10	3	
	Patiero	1	2	7	
	Malacatero	5	2	3	
	Ministro, supervisor, jefe o administrador	6	1	7	
	Otro (Almacenistas, técnicos S.O)	6	3	4	
Antigüedad (en meses) en última mina					
	1 a 6	5 (1-6)	2 (1-6)	1,5 (1-6)	0.0196**
	7 a 24	15 (7-24)	18 (8-24)	18 (9-24)	
	25 a 96	30 (30-31)	48 (27-60)	36 (25-96)	
Lugar de trabajo habitual					
	A la intemperie	7	3	12	0.023*
	Cerrado	37	43	28	
	Semi-cerrado	11	4	9	
Frecuencia de exposición a tóxicos en aire					
	Siempre	25	27	17	0.022*
	Muchas veces	3	4	13	

	Algunas veces	12	11	9	
	Solo alguna vez	2	3	0	
	Nunca	13	5	10	
<hr/>					
Frecuencia de manipulación de cargas					
	Siempre	25	21	13	0.149
	Muchas veces	5	12	10	
	Algunas veces	10	9	16	
	Solo alguna vez	10	4	5	
	Nunca	5	4	5	
<hr/>					
Frecuencia de realización de fuerzas					
	Siempre	17	17	13	0.149
	Muchas veces	11	12	19	
	Algunas veces	19	10	10	
	Solo alguna vez	1	6	4	
	Nunca	7	5	3	
<hr/>					
Exposición a ruido					
	Continuo	34	21	29	0.079
	Intermitente	8	18	7	
	Momentáneo y fuerte (impacto)	6	7	9	
	No lo percibe	7	4	4	
<hr/>					
Tiempo en la posición corporal más frecuente					
	De 10 a 30 minutos	17	21	22	0.085
	2 horas	8	3	7	
	De 3 a 5 horas	5	12	5	
	Más de 5 horas	23	14	15	
<hr/>					
Labor con proyección de partículas a la cara		31	40	33	0.037*
Uso o almacenamiento de productos inflamables		14	12	22	0.047*

\* Prueba exacta de Fisher \*\* Prueba de Kruskal-Wallis

**Cuadro 2.** Condiciones de trabajo de los mineros de acuerdo a la experiencia y ocupación subterránea (cuartiles de matriz) en la mina en Guachetá, Colombia, 2012

Variables	Matriz experiencia/ocupación subterránea				Valor p
	0 (n=48)	1 a 4 (n=36)	5 a 8 (n=33)	9 a 35 (n=37)	
Edad (años cumplidos)					
18 a 27	22,5 (18-27)	23 (18-27)	25 (23-27)	27 (27-27)	0.0001**
28 a 31	29 (28-31)	29 (28-31)	28,5 (28-30)	30 (28-31)	
32 a 41	39 (34-40)	36 (34-41)	37 (32-41)	37 (32-41)	
42 a 77	51 (43-64)	45 (42-52)	0	51,5 (42-77)	
Sexo: Hombres	40	36	33	37	0.000*
Frecuencia de exposición a tóxicos en aire					
Siempre	18	18	18	15	0.010
Muchas veces	3	3	2	12	
Algunas veces	15	7	7	3	
Solo alguna vez	0	2	2	1	
Nunca	12	6	4	6	
Frecuencia de trabajo habitual de rodillas					
Siempre	2	2	2	6	0.040
Muchas veces	4	4	5	7	
Algunas veces	6	12	10	12	
Solo alguna vez	8	5	7	4	
Nunca	28	13	9	8	
Frecuencia de manipulación de cargas					
Siempre	13	20	16	10	0.005
Muchas veces	9	2	7	9	
Algunas veces	10	7	5	13	
Solo alguna vez	6	7	3	3	

	Nunca	10	0	2	2	
<hr/>						
Frecuencia de movimientos repetitivos						
	Siempre	20	24	14	20	0.022
	Muchas veces	9	5	12	8	
	Algunas veces	6	6	6	6	
	Solo alguna vez	6	0	0	1	
	Nunca	7	1	1	2	
<hr/>						
Frecuencia de realización de fuerzas						
	Siempre	8	15	10	14	0.000
	Muchas veces	12	7	8	15	
	Algunas veces	15	13	8	3	
	Solo alguna vez	1	1	5	4	
	Nunca	12	0	2	1	
<hr/>						
Frecuencia con que el espacio del que dispone permite hacer los movimientos necesarios						
	Siempre	33	18	15	17	0.008*
	Muchas veces	4	2	5	8	
	Algunas veces	11	9	4	7	
	Solo alguna vez	0	5	7	5	
	Nunca	0	2	2	0	
<hr/>						
Frecuencia de iluminación adecuada						
	Siempre	34	20	14	27	0.025*
	Muchas veces	8	4	4	4	
	Algunas veces	6	5	7	3	
	Solo alguna vez	0	4	6	3	
	Nunca	0	3	2	0	
<hr/>						
Exposición a ruido						
	No está expuesto	5	3	1	0	0.028
	Menos de 8 horas	19	21	18	21	
	8 horas	12	11	12	13	
	Más de ocho horas	12	1	2	3	

Fuente percibida como más ruidosa						
Compresores	6	1	3	1	0.000	
Equipo de perforación	4	11	6	4		
Malacate	16	0	1	0		
Picado de carbón	0	0	0	1		
Camiones y tractores	1	0	0	0		
Ventilador	9	6	2	3		
Martillo	12	18	21	28		
Área libre por trabajador > 2 m						
Si	24	16	12	11	0.014	
No	23	15	16	14		
No se ingresó a mina	1	5	5	12		
Altura de techo < 2						
Si	25	17	18	21	0.001	
No	22	14	10	4		
No se ingresó a mina	1	5	5	12		
Ancho de pasillo < 1 m						
Si	0	0	1	0	0.004	
No	47	31	27	25		
No se ingresó a mina	1	5	5	12		

\* Prueba exacta de Fisher \*\* Prueba de Kruskal-Wallis



**Cuadro 3.** Prevalencia de problemas de salud auto-reportados por los trabajadores de la mina de carbón.

<b>Problemas de Salud Auto-reportados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Grupo de eventos respiratorios</b>			
<b>Trastornos respiratorios</b>			
No	127	82.47	82.47
Si	27	17.53	100
<b>Neumonía</b>			
No	150	97.40	97.40
Si	4	2.60	100
<b>Exámenes en pulmón con DX de acumulación de Polvo de Carbón</b>			
No	141	91.56	91.56
Si	13	8.44	100
<b>Grupo de eventos auditivos</b>			
<b>Problemas Auditivos</b>			
No	133	86.36	86.3
Si	21	13.64	100
<b>Alteración Auditiva diagnosticada</b>			
No	148	96.10	96.10
Si	6	3.90	100
<b>Grupo de eventos osteomusculares</b>			
<b>Dolor de espalda</b>			
No	83	53.90	53.90
Si	71	46.10	100
<b>Dolor miembro superior</b>			
No	92	59.7	59.7
Si	62	40.26	100
<b>Dolor miembro inferior</b>			
No	101	65.6	65.6
Si	53	34.42	100
<b>Enfermedad osteomuscular diagnosticada</b>			
No	141	91.56	91.56
Si	13	8.44	100

**Cuadro 4.** Razones de prevalencia cruda de los eventos osteomusculares (dolor) entre mineros del carbón de Guachetá, Colombia, 2012.

Variables	Lumbar		Miembro superior		Miembro inferior	
	RP	IC 95%	RP	IC 95%	RP	IC 95%
Edad (años cumplidos)	1.03	1.01 - 1.04				
Sexo: hombres	3.43	1.88 - 6.24				
Trabajo en minería subterránea					0.85	0.73 - 1.00
Jornada u horario de trabajo						
Turno fijo/jornada continua matutina	2.09	1.16 - 3.75			1.15	0.62 - 2.15
Turno fijo/jornada continua vespertina	3.75	1.73 - 8.11			2.58	1.18 - 5.59
Turnos rotatorios con el nocturno	1.92	1.06 - 3.48			1.02	0.52 - 1.99
Horario irregular	2.18	1.23 - 3.85			1.42	0.82 - 2.45
Lugar de trabajo habitual						
Cerrado	1.93	1.06 - 3.52				
Semicerrado	2.05	1.06 - 3.98				
Frecuencia de manipulación de cargas						
Muchas veces			1.33	0.73 - 2.43	1.72	1.14 - 2.58
Algunas veces			0.83	0.42 - 1.67	1.16	0.68 - 1.96
Sólo alguna vez			0.60	0.26 - 1.34	1.03	0.52 - 2.06
Nunca			1.98	1.00 - 3.94	0.75	0.37 - 1.50
Frecuencia de movimientos repetidos						
Muchas veces	0.69	0.42 - 1.11				
Algunas veces	1.58	1.00 - 2.49				
Sólo alguna vez	0.35	0.06 - 2.00				
Nunca	0.38	0.15 - 0.95				
Frecuencia teniendo espacio para movilidad						
Muchas veces			0.57	0.30 - 1.09	1.40	0.69 - 2.84
Algunas veces			1.66	0.92 - 2.96	0.74	0.47 - 1.19
Sólo alguna vez			1.45	0.79 - 2.65	2.12	1.29 - 3.49

	Nunca		1.92	0.80 - 4.60	0.99	0.54 - 1.84
Frecuencia con iluminación adecuada						
	Muchas veces	1.95	1.25 - 3.05		0.88	0.47 - 1.64
	Algunas veces	1.11	0.65 - 1.90		1.68	1.02 - 2.78
	Sólo alguna vez	1.17	0.67 - 2.04		1.16	0.68 - 1.99
	Nunca	2.97	1.80 - 4.87		1.29	0.78 - 2.14
Altura de techo superior a 2 metros		0.64	0.42 - 0.98			

**Cuadro 5.** Razones de prevalencia ajustadas para condiciones de trabajo y los eventos osteomuscular entre mineros del carbón de Guachetá, Colombia, 2012

Variables	Dolor lumbar		Dolor de miembro superior		Dolor de miembro inferior	
	RP	IC95%	RP	IC95%	RP	IC95%
Exposición a vibraciones						
Muchas veces	1.18	0.57 - 2.48	0.49	0.27 - 0.91	0.78	0.47 - 1.28
Algunas veces	1.19	0.65 - 2.19	1.13	0.78 - 1.63	0.48	0.29 - 0.77
Nunca	0.70	0.34 - 1.47	0.68	0.44 - 1.06	0.44	0.26 - 0.73
Posición habitual: de pie						
Muchas veces	0.58	0.29 - 1.15	0.36	0.22 - 0.59	0.38	0.21 - 0.66
Sólo alguna vez	0.38	0.09 - 1.57	0.33	0.13 - 0.81	0.97	0.52 - 1.82
Posición habitual: sentado						
Algunas veces	1.11	0.37 - 3.32	3.47	1.25 - 9.61	1.11	0.55 - 2.22
Sólo alguna vez	1.05	0.35 - 3.15	3.22	1.16 - 8.93	1.08	0.54 - 2.15
Posición habitual: inclinado						
Muchas veces	0.92	0.47 - 1.80	0.49	0.27 - 0.88	0.79	0.44 - 1.43
Sólo alguna vez	0.16	0.04 - 0.68	0.48	0.25 - 0.91	0.68	0.35 - 1.34
Nunca	0.53	0.29 - 0.99	0.84	0.57 - 1.24	1.04	0.66 - 1.63
Manipulación de carga						
	0.64	0.25 - 1.63	1.91	1.23 - 2.96	0.69	0.34 - 1.39
Frecuencia teniendo espacio para movilidad						
Algunas veces	1.44	0.82 - 2.50	1.86	1.31 - 2.64	1.80	1.21 - 2.68
Sólo alguna vez	0.86	0.37 - 1.98	1.23	0.75 - 2.01	2.06	1.29 - 3.28
Nunca	2.58	1.06 - 6.26	2.94	1.66 - 5.19	0.99	0.36 - 2.76
Altura de techo superior a 2 metros						
No	0.79	0.47 - 1.30	0.74	0.53 - 1.04	0.60	0.42 - 0.86