

EFFECTOS IRRITANTES EN PIEL, MUCOSAS RESPIRATORIAS Y OCULARES EN TRABAJADORES EXPUESTOS A HUMOS DE ASFALTO DE UNA EMPRESA DE INFRAESTRUCTURA VIAL – CUNDINAMARCA, COLOMBIA¹

IRRITANT EFFECTS ON THE SKIN, RESPIRATORY AND EYE MUCOUS, IN WORKERS EXPOSED TO ASPHALT FUMES OF A ROAD INFRASTRUCTURE COMPANY - CUNDINAMARCA, COLOMBIA

EFEITOS IRRITANTES NA PELE E MUCOSAS RESPIRATÓRIAS E OCULARES EM TRABALHADORES EXPOSTOS À FUMAÇA DE ASFALTO, ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA, CUNDINAMARCA, COLÔMBIA

² Jennifer Cuesta Martínez,

³ Lorena Martínez Pérez,

⁴ María Teresa Espinosa Restrepo

Resumen

Objetivo: identificar los posibles factores de riesgo del individuo y ocupacionales asociados a la presencia de efectos irritantes en piel y mucosas de trabajadores expuestos a asfalto en una empresa de infraestructura vial en el 2012. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio de prevalencia analítica mediante la aplicación de cuestionarios de síntomas respiratorios, dermatológicos, autoreporte de síntomas oculares y realización de un examen médico de participación voluntaria a trabajadores expuestos que elaboran y aplican asfalto. Se utilizó la regresión logística en el análisis estadístico. **Resultados:** de 24 trabajadores dedicados a la elaboración de asfalto, 22 (95,8%) presentaron diferentes síntomas irritantes, cinco (20,8%) efectos irritantes de la piel, 12 (50,0%) signos de irritación ocular y 9 (37,5%) efectos en las vías respiratorias bajas. De 111 trabajadores que aplican asfalto, 108 (97,3%) presentaron diferentes síntomas irritantes, 61 (55,0%) efectos irritantes de la piel, 93 (83,8%) presentaron signos oculares, 20 (18,0%) efectos en las vías respiratorias bajas. La antigüedad en el oficio de 5 a 10 años se asoció con la presencia de síntomas oculares, OR=15,9 (IC 95% 1,63-154,53) y con síntomas de irritación en piel (OR= 4,1 (IC 95% 1,45-11,96). La antigüedad en el oficio mayor a 10 años en los trabajadores que elaboran el asfalto y la jornada laboral mayor a 10 horas en trabajadores que aplican el asfalto se asoció a efectos respiratorios (OR=15,0 (IC 95% 1,03-218,3), OR= 15,7 (2,05-120,67 respectivamente) **Conclusión:** los efectos en salud se presentaron en los trabajadores clasificados en niveles de exposición Alto o Muy Alto y en aquellos con tiempo en el oficio mayor a cinco años, lo que sugiere una probable relación ocupacional entre estos síntomas y niveles de exposición. Se recomendó a la empresa medidas específicas para reducir la exposición y mejorar la vigilancia médica, y una valoración de las concentraciones por exposición a humos de asfalto.

Palabras clave: Alquitrán, Industria de la construcción, Irritantes, Piel, Mucosa Respiratoria.

Recibido el 02/12/2015 Aprobado el 12/04/2016

1. Artículo de investigación.

2. Ingeniera industrial especialista en higiene industrial, docente cátedra Universidad El Bosque. jcuesta@unbosque.edu.co.

3. Médico especialista en salud ocupacional. Lorena_mzpz@yahoo.com.

4. Médico especialista en epidemiología, profesor asociado Universidad El Bosque. espinosamaria@unbosque.edu.co

Abstract

Objective: to identify potential risk factors and occupational individual associated with the presence of irritating effects on skin and mucous membranes of workers exposed to asphalt in road infrastructure company in 2012. **Materials and Methods:** a study of analytical prevalence is performed by applying questionnaires respiratory and dermatological symptoms, ocular symptoms by self-reported and undergo a medical examination. With voluntary participation of workers exposed to road infrastructure company. **Results:** 24 workers dedicated to the production of asphalt, 22 (95.8%) presented different irritative symptoms, five (20.8%) with skin irritating effects, 12 (50.0%) with signs of irritation ocular and 9 (37.5%) with effects on the lower respiratory tract. 111 workers applying asphalt, 108 (97.3%) had different irritative symptoms, 61 (55.0%) with skin irritating effects, 93 (83.8%) had ocular signs, 20 (18,0 %) with effects on the lower respiratory tract. Relationship between seniority in the task from 5 to 10 years with the presence of ocular symptoms was found, OR = 15.9 (95% CI 1.63 to 154.53), and presence of symptoms of skin irritation (OR = 4.1 (95% CI 1.45 to 11.96). A seniority in task upper to 10 years in the workers elaborating the asphalt and a workday upper to 10 hours in workers applying asphalt was associated with respiratory effects ((OR = 15.0 (95% CI 1 03-218.3), (OR = 15.7 (2.05 to 120.67) respectively). **Conclusion:** health effects occurred in workers classified in high or very high exposure levels and those with time on the job more than 5 years, which may indicate a probable occupational relationship between these symptoms and exposure levels. Specific measures to reduce exposure and improve medical surveillance, as well as assessment of concentrations of exposures to asphalt fumes.

Key Words: Coal tar, construction Industry, Irritants, Skin, Respiratory Mucosa.

Resumo

Objetivo: Identificar possíveis fatores de risco para o indivíduo e ocupacionais, associados à presença de efeitos irritantes na pele e mucosas de trabalhadores expostos à fumaça de asfalto em uma empresa de infraestrutura rodoviária em 2012. **Materiais e Métodos:** Foi realizado um estudo de prevalência analítica mediante aplicação de questionários sobre sintomas respiratórios, dermatológicos e auto reporte de sintomas oculares; além disso foram realizados exames médicos de participação voluntária para tais trabalhadores. A análise foi realizada mediante regressão logística da análise estatística.

Resultados: De 24 trabalhadores dedicados à elaboração de asfalto, 22 deles (95,8%) apresentaram sintomas irritantes, 5 deles (20.8%) efeitos irritantes na pele, 12 trabalhadores (50%) tinham signos de irritação ocular e 9 deles (37,5%) efeitos nas vias respiratórias baixas. De 111 trabalhadores dedicados à aplicação do asfalto, 108 (97,3%) apresentaram diferentes sintomas irritantes, 61 (55,0%) efeitos irritantes na pele, 93 (83,8%) apresentaram signos oculares, 20 (18,0%) efeitos nas vias respiratórias baixas. A antigüidade no ofício resultou uma variável crucial: o período entre 5 e 10 anos realizando esse trabalho foi associado à presença de sintomas oculares, OR=15,9 (IC 95% 1,63-154,53) e com sintomas de irritação na pele (OR= 4,1 (IC 95% 1,45-11,96). O período de antigüidade maior de 10 anos em uma jornada de trabalho maior a 10 horas diárias aplicando asfalto foi associado a efeitos respiratórios (OR=15,0 (IC 95% 1,03-218,3), OR= 15,7 (2,05-120,67 respectivamente).

Conclusão: Os efeitos na saúde se apresentaram nos trabalhadores classificados em níveis de exposição Alto ou Muito Alto, mesmo como em aqueles realizando o ofício por mais do que cinco anos, isto sugere uma provável reação ocupacional entre os mencionados sintomas e níveis de exposição. Foi então recomendado à empresa tomar medidas para reduzir a exposição dos trabalhadores e melhorar a vigilância médica neles, com valorações das concentrações de exposição à fumaça de asfalto.

Palavras chave: alcatrão, indústria da construção, irritantes, pele, mucosa respiratória, mucosa ocular

INTRODUCCIÓN

El asfalto, comúnmente llamado bitumen, es una mezcla de sustancias de color marrón oscuro a negro; puede encontrarse en estado semisólido, sólido o líquido viscoso; se puede encontrar en la naturaleza

por yacimientos naturales o puede ser obtenido por la destilación de petróleo crudo durante su refinación (1) (2). Tiene una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la pavimentación de calles.

El asfalto que se utiliza para pavimentar las calles y las carreteras procede principalmente de los residuos de destilación del petróleo. Su composición refleja una mezcla compleja de compuestos alifáticos, cicloalcanos, hidrocarburos aromáticos, e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHAS por sus siglas en inglés), contienen además nitrógeno, oxígeno, compuestos de azufre y metales (3) (4). En algunos casos, este asfalto se mezcla con alquitrán de hulla lo que aumenta el riesgo de exposición a PAHs cuando se trabaja con el asfalto caliente (1) (5).

Los PAHs son compuestos orgánicos formados por tres o más anillos aromáticos condensados, en donde algunos átomos de carbono son comunes a dos o tres anillos. Además el término hidrocarburo indica que la molécula contiene solo carbono e hidrógeno. Entre los PAHs se encuentran cientos de compuestos que han sido objeto de gran atención por ser muchos de ellos carcinógenos, especialmente aquellos que contienen entre cuatro y seis anillos aromáticos (2) (6) (7) (8).

Aunque los PAHs se liberan en forma de vapores, debido a sus bajas presiones de vapor la mayoría de ellos se condensan instantáneamente sobre partículas de hollín o forman ellos mismos partículas muy pequeñas. Los PAHs liberados a la atmósfera en forma de vapor son adsorbidos por las partículas presentes en ella, por ello, se producirá una diseminación de aerosoles que contienen PAHs que pueden ser transportados a grandes distancias por los vientos (7).

Durante la aplicación de asfalto, los trabajadores están expuestos a la mezcla caliente de estos químicos a través de inhalación de humos, vapores, nieblas, material particulado o a través del contacto directo con la piel o las mucosas, ya sea por los compuestos mencionados o por las superficies contaminadas (3) (9) (10).

Como valores límites permisibles para la exposición a humos de asfalto se encuentran los descritos por la Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial (ACGIH, por sus siglas en inglés) en Estados Unidos relaciona niveles promedio del aerosol benceno-soluble o aerosol inhalable de 0.5 mg/m³ con notaciones de afectación de irritación de ojos, irritación de vías respiratorias altas y clasificación de carcinogenicidad de A4 (11). Para el Reino Unido las normas de exposición ocupacional son de 5 mg/m³ como TWA y 10 mg/m³ como STEL (para exposiciones máximas de 15 minutos y 4 veces al día con 1 hora de recuperación entre una y otra exposición). El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH en Estados Unidos), al igual que los Países Bajos, han recomendado un límite de

exposición en 5 mg/m³. En Alemania el betún (vapor y aerosol) se clasifica como carcinógeno de la categoría 2, con notación en piel (12).

Los efectos en salud generados por la exposición a humos de asfalto caliente están relacionados con la irritación de la piel y de los ojos. Estos humos pueden causar dermatitis y lesiones parecidas al acné, así como queratosis ligera en caso de exposiciones repetidas y prolongadas (6). Los humos amarillo-verdosos, desprendidos por el asfalto al hervir, también pueden causar fotosensibilización y melanosis. Tras la exposición prolongada pueden producir cáncer cutáneo (escroto y cara), cáncer broncogénico, cáncer de vejiga, leucemia y linfomas (13) (14) (15) (16) (17) (18).

Norseth et al [1991] (19) realizaron un estudio de auto-reporte en trabajadores expuestos a humos de asfalto (ayudantes y en un grupo trabajadores de mantenimiento), encontrando una mayor incidencia en la frecuencia de los síntomas como fatiga, disminución del apetito, irritación de ojos, laringe y faringe en los trabajadores expuestos a humos de asfalto en comparación con los controles.

Otros efectos incluyen la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquitis, enfisema (PMR 250/1570) y asma (SMR 207, 95% CI (95-393)); así como otros tipos de bronquitis y tos crónica (20) (21) (22).

Un estudio de mortalidad en 29.820 trabajadores de asfalto en Europa, reportó un riesgo relativo de 1.36 (IC 95% 1.06 – 1.74) de muertes por enfermedad respiratoria (EPOC y neumonía); excluyendo cáncer (16). Otro estudio reportó incremento de la mortalidad por enfermedades respiratorias entre trabajadores expuestos a asfalto, con una tasa de mortalidad de 207 por 100.000 trabajadores por bronquitis, asma y enfisema (20).

Estudios concernientes a los efectos tóxicos agudos de la exposición a humos de asfalto, describen irritación de la conjuntiva en 33% de los trabajadores evaluados (23) (24). En trabajadores de pavimentación vial de industrias danesas, encontraron un significativo aumento en la prevalencia de prurito ocular (25). Otros efectos encontrados están relacionados con lagrimeo, fotofobia, edema de párpados e hiperemia conjuntival (2) (26).

Los efectos en la piel por la exposición de mezclas de asfalto están asociados con dermatitis crónica, síntomas de quemazón, picor y edema. La exposición prolongada causa hiperpigmentación en las zonas de la piel expuesta, con cornificación de las capas superficiales y telangiectasias (20) (21) (22).

En Colombia el uso del asfalto se encuentra relacionado con la pavimentación vial; para el año 2010, según Fasecolda (27) se encontraban afiliados al sistema general de seguridad social 330.360 trabajadores en dicha actividad económica, y en Bogotá, según el Instituto de Desarrollo Urbano, contaba con 1256 trabajadores (28) vinculados en diferentes empresas de infraestructura vial. Según el consolidado del Fondo de Riesgos Profesionales para el año 2010 (29) se habían reconocido 9410 enfermedades laborales principalmente relacionadas con Desórdenes Músculo Esqueléticos, Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido, y Dermatitis en todos los sectores económicos.

El objetivo de este estudio es identificar los efectos irritantes en la piel y mucosas respiratorias y oculares, y los factores asociados a estos efectos en los trabajadores expuestos a humos de asfalto en una empresa de infraestructura vial, pues aun cuando se conocen algunos de los efectos por la exposición es necesaria la valoración de los signos y síntomas de manera preventiva que permita orientar la debida protección del trabajador durante su jornada laboral.

METODOLOGÍA

El presente estudio es de prevalencia analítica. Se estudiaron 135 trabajadores de una empresa de infraestructura vial, que estaban expuestos a humos de asfalto por desempeñar actividades de elaboración y aplicación de asfalto, durante el primer semestre del 2012.

La población objeto de estudio la conformaron todos los trabajadores que se encargaban de elaborar el asfalto en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) y aquellos que laboraban en la aplicación de la mezcla en pistas de aterrizaje del Aeropuerto El Dorado y en la infraestructura vial para las localidades de Engativá y Fontibón de la ciudad de Bogotá.

Para establecer una caracterización básica de las actividades de elaboración de mezcla asfáltica y de aplicación en frentes de trabajo, se tomaron los resultados del estudio "Valoración cualitativa de la exposición a asfalto durante su elaboración y aplicación en una empresa de infraestructura vial 2012" (30), en la cual se recolectó la información por medio de: visitas de trabajo de campo; inspección de actividades, observación de tareas y controles implementados; entrevistas a coordinadores, inspectores y trabajadores; revisión de matriz de peligros y riesgos de los centros de trabajo y revisión de listados de trabajadores de cada centro

de trabajo. En dicho estudio se construyeron los GES y mediante la utilización de la matriz de calificación cualitativa del riesgo del Doctor Enrique Guerrero y el Ingeniero José Manuel López de la Universidad El Bosque, se clasificó el riesgo de exposición en niveles bajo, medio, alto y muy alto de acuerdo con la intensidad, tiempo de exposición y el daño potencial de los humos de asfalto para la salud de las personas.

En los niveles bajos se clasificaron los oficios de conductores de camioneta, coordinadores de obra y maquinaria, así como también los ayudantes de oficios varios. En un nivel de riesgo medio se encontraban los GES que conformaban los oficios de operadores de equipo liviano, auxiliares de tráfico y las brigadas de orden aseo y limpieza. El nivel de riesgo alto de exposición estuvo conformado por GES que agrupaban oficios como el despachador, conductores de volqueta y los auxiliares de laboratorio, así como topógrafos, inspectores de obra y técnicos de mantenimiento. Finalmente el nivel de riesgo muy alto estuvo conformado por los GES de oficios como ayudante de planta, operarios de maquinaria pesada y ayudantes de aplicación de asfalto.

Todos los trabajadores expuestos (100%) en los diferentes centros de trabajo participaron de forma voluntaria para la segunda fase orientada a identificar los efectos irritantes de piel y mucosas; todos firmaron el consentimiento informado.

En cuanto a la recolección de la información de las condiciones de salud se examinó cada trabajador por el médico del equipo de investigación con el fin de elaborar la historia clínica, incluyendo la valoración de la piel, las mucosas nasales y oculares. También se registró la información de la historia laboral, con el objetivo de identificar exposiciones anteriores (antigüedad en el oficio) y actuales (antigüedad en la empresa) a humos de asfalto y otros agentes irritantes.

De igual manera, se aplicaron los cuestionarios de información en salud para síntomas respiratorios de ATS (31), de síntomas de afectación dermatológica (32) y el autoreporte de síntomas oculares.

El análisis consistió en establecer proporciones de los efectos en salud estudiados, y la proporción de estos en relación con los niveles de exposición y la antigüedad en el cargo. Se recodificó la variable nivel de exposición en categorías baja (que incluyó los niveles de exposición bajo y medio) y alta (que incluyó los niveles de exposición alto y muy alto) para los análisis de regresión. Se utilizó la regresión logística para calcular los OR y su intervalo de confianza (IC 95%); en el

grupo de trabajadores que elaboran el asfalto, la relación entre los síntomas respiratorios, dermatológicos y oculares con las variables ocupacionales y el hábito de fumar se obtuvieron a través de la regresión logística univariada, teniendo en cuenta el número pequeño de trabajadores; en el grupo de trabajadores que aplican el asfalto se obtuvieron OR ajustados por las variables ocupacionales y el hábito de fumar entre sí; se incluyeron en el modelo multivariado los factores que en el análisis logístico univariado tuvieron una $p \leq 0,20$. Los resultados se presentan en forma separada para las actividades de elaboración de asfalto en la planta y de aplicación en dos proyectos de la empresa. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 19.0.

RESULTADOS

Se analizaron 135 trabajadores expuestos a humos de asfalto: 24(18%) en las actividades de elaboración de la mezcla asfáltica y 111 (82%) en las de aplicación en la infraestructura vial.

Se evidenció, durante las visitas a planta y a los sitios de aplicación, la utilización de elementos de protección individual para nivel respiratorio (tapabocas de libre mantenimiento y mascarilla con filtro para vapores orgánicos), ocular (gafas de seguridad contra impacto y radiación solar) y dérmico (guantes de vaqueta o de carnaza forrado, pantalón y camisa manga larga elaborados en dril). Algunos trabajadores utilizaban crema humectante y protector solar por cuenta propia, como medida de control adicional. Durante las actividades de valoración cualitativa, se observó la realización del mantenimiento a los equipos en la cual se garantizaba una combustión adecuada. Vale la pena resaltar que este tipo de controles solo se mencionan para describir las condiciones de trabajo.

En 22 (95,8%) trabajadores de elaboración de asfalto y en 108 (97,3%) trabajadores de aplicación de asfalto se documentó algún efecto irritante en la piel o en las mucosas de las vías respiratorias u oculares.

En la tabla 1 se presentan las características de la muestra para las actividades de elaboración y aplicación de asfalto.

	Elaboración n = 24	Aplicación n = 111
Edad	Media (años)	36
	Desviación estándar (años)	10

	Elaboración n = 24	Aplicación n = 111
Sexo	Masculino n (%)	22 (92,0)
	Femenino n (%)	2 (8,0)
Antigüedad en empresa	Media (Años)	1,41
	Desviación estándar (años)	1,5
Antigüedad en el oficio	Media (años)	7
	Desviación estándar (años)	6
Jornada Laboral	4 horas	1(4.2)
	10 horas	3(12.5)
	12 horas	19(79.1)
	14 horas	1(4.2)
Nivel de exposición a humos de asfalto	Bajo n (%)	3(13,0)
	Media n (%)	2(8,0)
	Alto n (%)	18(75,0)
	Muy alto n (%)	1(4,0)

Tabla 1. Características de la población de estudio
Fuente: los autores.

Elaboración de asfalto

Efectos respiratorios: en 12 (50,0%) trabajadores se registraron síntomas de las vías respiratorias altas y en 9 (37,5%) de las vías respiratorias bajas. De acuerdo con la clasificación de exposición, los trabajadores expuestos en niveles Medio y Muy Alto no presentaron síntomas respiratorios. Los síntomas respiratorios de las vías respiratorias altas que se presentaron con mayor frecuencia fueron catarro, moqueadera y estornudos seguidos [2 personas (11,1%)], seguido por otros síntomas diferentes en igual proporción, 1(5,6%) en los trabajadores expuestos a nivel Alto; y en las vías respiratorias bajas la disnea fue el síntoma con mayor frecuencia, 5 (27,8%). En cuanto a la antigüedad en el oficio, los síntomas se presentan con mayor frecuencia en los trabajadores con más de diez años en el oficio y se describen en la Tabla 2.

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 3			Alto 18		
Antigüedad en el oficio (Años)		< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Síntomas		n (%)					
Vías respiratorias altas	Nariz tapada o dolor garganta o catarro o carraspera o moqueadera				1 (5,6)	2 (11,1)	1 (5,6)
	Catarro, moqueadera +ardor nariz			1 (33,3)	1 (5,6)	1 (5,6)	
	Catarro, moqueadera y estornudos seguidos						2 (11,1)
	Catarro, moqueadera, carraspera +otro						1 (5,6)
	Nariz tapada + otros					1 (5,6)	
	Estornudos seguidos + otro						1 (5,6)
	Ninguno	1 (33,3)	1 (33,3)		3 (16,6)	4 (22,2)	
Vías respiratorias bajas	Sibilancias		1 (33,3)				
	Disnea			1 (33,3)	1 (5,6)	1 (5,6)	3 (16,6)
	Tos, tos y esputo					1 (5,6)	1 (5,6)
	Ninguno	1 (33,3)			4 (22,2)	6 (33,3)	1 (5,6)

Tabla 2. Síntomas respiratorios de las vías respiratorias según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en trabajadores que elaboran el asfalto
Fuente: los autores.

El 94% (22) de los trabajadores utilizaron su elemento de protección respiratoria, a excepción de los trabajadores con exposición Baja, quienes presentaron catarro y *moqueadera*, o disnea.

El riesgo de presentar síntomas, tanto en vías respiratorias altas como bajas, aumenta en 15 veces, OR= 15,0 (1,03-218,3), cuando la antigüedad en el oficio es superior a diez años.

Efectos dermatológicos: al analizar la afectación en piel por anamnesis y síntomas manifestados, se presentan cinco casos (20,8%), uno de ellos con síntomas simultáneos. Las características de dichos casos se presentan en la tabla 3.

Nivel de exposición (número trabajadores)		Medio 2		Alto 18	
Antigüedad en el oficio (Años)		> 10	< 5	5 a 10	> 10
Síntomas		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Síntomas referidos	Descamación + eczema		1 (5,6)		
	Ninguno	1 (50,0)	4 (22,2)	8 (44,4)	5 (27,8)

Nivel de exposición (número trabajadores)	Medio 2	Alto 18		
	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Antigüedad en el oficio (Años)				
Signos valorados	Eritema	1 (50,0)	1 (5,6)	1 (5,6)
	Lesión dermatológica			1 (5,6)
	Eczema + eritema + prurito + descamación		1 (5,6)	
	Ninguno		4 (22,2)	7 (38,9)

Tabla 3. Síntomas y signos dermatológicos según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en trabajadores que elaboran el asfalto
Fuente: los autores.

De los cuatro trabajadores con exposición Alta que manifestaron efectos en la piel, dos tenían más de 10 años de antigüedad en el oficio (Tabla 3). Los trabajadores clasificados en los niveles de exposición Baja y Muy Alta no manifestaron ni presentaron alteraciones dermatológicas en el examen físico.

Efectos oculares: síntomas irritantes en la mucosa ocular se reportaron en 16 (66,7%) de los trabajadores, y en 12 (50,0%) signos de irritación (hiperemia). Los síntomas referidos por los trabajadores se concentran especialmente en ardor y enrojecimiento (33,4%) en el nivel de exposición Alta; el signo encontrado con mayor frecuencia en la valoración fue hiperemia (37,5%) en todos los niveles de exposición (Tabla 4), donde cuatro de los trabajadores manifestaron no usar regularmente las gafas de seguridad, mientras que aquellos que dicen usarlas regularmente (86%) presentaron síntomas de ardor y enrojecimiento.

Nivel de exposición (número trabajadores)	Bajo 3			Medio 2		Alto 18			Muy alto 1
	< 5	5 a 10	> 10	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5
Antigüedad en el oficio (Años)									
Síntomas	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
	Prurito + lagrimeo o ardor	1 (33,3)			1 (50,0)			1 (5,6)	
Síntomas referidos	Ardor		1 (33,3)		1 (50,0)		2 (11,1)	2 (11,1)	
	Ardor, enrojecimiento + prurito o lagrimeo					4 (22,2)	1 (5,6)	1 (5,6)	
	Enrojecimiento							1 (5,6)	
	Ninguno		1 (33,3)				1 (5,6)	4 (22,2)	1 (5,6)
Signos valorados	Hiperemia	1 (33,3)				1 (5,6)	2 (11,1)		1 (100,0)
	Pterigio					1 (5,6)		1 (5,6)	
	Pterigio, hiperemia		1 (33,3)				1 (5,6)	1 (5,6)	
	Otros						1 (5,6)		
	Ninguno			1 (33,3)	1 (50,0)		2 (11,1)	5 (27,8)	3 (16,6)

Tabla 4. Síntomas y signos oculares según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en trabajadores que elaboran el asfalto
Fuente: los autores.

Aplicación de asfalto

La valoración cualitativa de la exposición a humos de asfalto ubicó 58% de estos trabajadores según su oficio en niveles de exposición Alta y Muy Alta (Tabla 1).

Efectos respiratorios: de los 111 trabajadores, 63 (56,8%) presentaron síntomas de las vías respiratorias altas y 20 (18,9%) síntomas de las vías respiratorias bajas. Los trabajadores con exposición Baja presentaron síntomas respiratorios de las vías respiratorias altas como catarro, moqueadera y carraspera, 3 (50,0%). En los trabajadores con exposición Media, los síntomas presentados con mayor frecuencia fueron catarro, moqueadera y ardor en la nariz, 8 (19,5%) (Tabla 5), los síntomas se presentan con mayor frecuencia en los trabajadores con menos de cinco años de antigüedad, 12 (29,0%).

Los principales síntomas reportados por los trabajadores del nivel de exposición Muy Alto fueron simultáneamente catarro, moqueadera, carraspera, 12 (21,4%), con una antigüedad en el oficio de cinco a diez años (Tabla 5).

En las vías respiratorias bajas la tos y esputo fueron los síntomas con mayor frecuencia en todos los niveles de exposición, 12(10,8%). La disnea se presentó en el nivel de exposición Medio 4 (9,7%) mientras que las sibilancias se presentaron en el nivel de exposición Muy Alto 2 (3,5%). El mayor número de casos se presentaron en trabajadores con menos de cinco años de antigüedad en el oficio 7(17,0%) (Tabla 5).

De 72 trabajadores con síntomas respiratorios en vías altas o bajas, 63(87,5%) dicen utilizar regularmente su elemento de protección respiratoria; cinco dicen no utilizarla y manifiestan síntomas relacionados con catarro, moqueadera y carraspeadera (6,9%) y un trabajador tos y esputo (1,4%).

Se encontró un aumento de 15,7 veces el riesgo de presentar síntomas en las vías respiratorias bajas para aquellos trabajadores que tiene una jornada laboral superior a 10 horas en comparación de aquellos que trabajan menos tiempo, OR=15,7 (2,05-120,67). De igual manera, aumenta en 166 veces el riesgo de presentar síntomas respiratorios de las vías bajas el hecho de fumar más de un paquete de cigarrillos al día, OR=166,6 (4,19-621,37).

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6			Medio 41			Alto 8			Muy alto 56		
		< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Antigüedad en el oficio (Años)		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Vías respiratorias altas	Síntomas												
	Nariz tapada o dolor garganta o catarro o carraspera o moqueadera		1 (16,6)	1 (16,6)	2 (4,9)		2 (4,9)	1 (12,5)		1 (12,5)	2 (3,5)	2 (3,5)	
	Catarro y moqueadera + ardor nariz				5 (12,2)		3 (7,3)		1 (12,5)		4 (7,1)	3 (5,4)	
	Catarro, moqueadera y estornudos seguidos					1 (2,4)		1 (12,5)				4 (7,1)	1 (1,8)
	Catarro, moqueadera y carraspera +otro	1 (16,6)		2 (33,3)	3 (7,3)	3 (7,3)		1 (12,5)			3 (5,4)	4 (7,1)	5 (8,9)
	Nariz tapada + otros	1 (16,6)			2 (4,9)						1 (1,8)	1 (1,8)	
	Estornudos seguidos + otro					1 (2,4)							
	Ninguno				12 (29,3)	4 (9,8)	3 (7,3)			3 (37,5)	9 (16,1)	12 (21,4)	5 (8,9)

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6			Medio 41			Alto 8			Muy alto 56		
		< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Antigüedad en el oficio (Años)		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Vías respiratorias bajas	Síntomas												
	Sibilancias									1 (1,8)	1 (1,8)		
	Disnea				2 (4,9)	2 (4,9)					1 (1,8)		
	Tos, tos y esputo	2 (33,3)			4 (9,8)				1 (12,5)	1 (12,5)	2 (3,5)	1 (1,8)	1 (1,8)
	Tos, sibilancia y disnea				1 (2,4)								
Ninguno			1 (16,6)	3 (50,0)	17 (41,5)	7 (17,1)	8 (19,5)	3 (37,5)		3 (37,5)	16 (28,5)	21 (37,5)	12 (21,4)

Tabla 5. Síntomas respiratorios de las vías respiratorias según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en los trabajadores que aplican el asfalto
Fuente: los autores.

Efectos dermatológicos: en 61 (55,0%) trabajadores se presentaron efectos dermatológicos. El mayor número de síntomas dermatológicos reportados se encontraron en el nivel de exposición Muy Alto, 4 (7,1%). La mayor frecuencia se presenta para el nivel de exposición Medio, donde 2(4,8%) de los trabajadores reportaron eritema o eczema. En cuanto a los signos evidenciados en la valoración médica, el mayor número de hallazgos se presentaron en el nivel de exposición Muy Alto 32 (57,1%), donde la mayor frecuencia se encontró para el caso de eritema 12

(21,4%) con una antigüedad en el oficio de cinco a diez años (Tabla 6).

De 61 trabajadores con síntomas o signos dermatológicos dicen utilizar regularmente su overol y guantes 59 (96,7%); diariamente crema humectante 26 (42,6%) y bloqueador solar 19 (31,1%). La antigüedad en el oficio entre 5 y 10 años, aumenta en cuatro veces el riesgo de presentar signos dermatológicos, OR=4,1(1,45-11,96), comparado con las personas que tienen menos de cinco años de antigüedad en el oficio.

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6		Medio 41			Alto 8			Muy alto 56		
		< 5	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Antigüedad en el oficio (Años)		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Síntomas referidos	Síntomas											
	Eritema o eczema				1 (2,4)	1 (2,4)					1 (1,8)	
	Prurito											1 (1,8)
	Descamación + eczema							1 (12,5)			1 (1,8)	
	Miderqueratosis											1 (1,8)
Ninguno		2 (33,3)	3 (50,0)	24 (58,5)	8 (19,5)	7 (17,1)	3 (37,5)		4 (50,0)	19 (33,9)	22 (39,2)	11 (19,6)

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6			Medio 41			Alto 8			Muy alto 56			
		Antigüedad en el oficio (Años)		< 5	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Síntomas		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Signos valorados	Eritema			3 (7,3)	3 (7,3)	3 (7,3)	1 (12,5)				4 (7,1)	12 (21,4)	1 (1,8)	
	Descamación		1 (16,6)	4 (9,8)					1 (12,5)		2 (3,5)	1 (1,8)	1 (1,8)	
	Bronceado			1 (2,4)	3 (7,3)	1 (2,4)						2 (3,5)	1 (1,8)	
	Prurito	2 (33,3)		2 (4,9)	1 (2,4)									
	Lesión dermatológica			1 (2,4)										4 (7,1)
	Eczema + eritema + prurito + Descamación						1 (2,4)			1 (12,5)	1 (1,8)	2 (3,5)	1 (1,8)	
	Ninguno		2 (33,3)	13 (31,7)	2 (4,9)	3 (7,3)	2 (25,0)			3 (37,5)	12 (21,4)	7 (12,5)	5 (38,5)	

Tabla 6. Síntomas y signos dermatológicos según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en trabajadores que aplican el asfalto Fuente: los autores.

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6			Medio 41			Alto 8			Muy alto 56			
		Antigüedad en el oficio (Años)		< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10
Síntomas		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Síntomas referidos	Prurito + lagrimeo o ardor				3 (7,3)	1 (2,4)	1 (2,4)	1 (12,5)		1 (12,5)	2 (3,5)	1 (1,8)	1 (1,8)	
	Ardor		1 (16,6)			3 (7,3)				2 (3,5)	7 (12,5)			
	Ardor, enrojecimiento + prurito o lagrimeo	1 (16,6)			3 (7,3)					2 (3,5)	2 (3,5)	2 (3,5)		
	Enrojecimiento			1 (16,6)	4 (9,8)			1 (12,5)			2 (8,3)	1 (1,8)		
	Ninguno	1 (16,6)	2 (33,3)	14 (34,1)	5 (12,2)	7 (17,1)	1 (12,5)	1 (12,5)	3 (37,5)	13 (23,2)	12 (21,4)	9 (16,1)		

Nivel de exposición (número trabajadores)		Bajo 6			Medio 41			Alto 8			Muy alto 56		
		< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10	< 5	5 a 10	> 10
Antigüedad en el oficio (Años)		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Signos valora- dos	Síntomas												
	Hiperemia	1 (16,6)		1 (16,6)	15 (36,6)	8 (19,5)	5 (12,2)	2 (25,0)	1 (12,5)		10 (17,9)	13 (23,2)	8 (14,3)
	Pterigio		1 (16,6)	1 (16,6)			1 (2,4)						
	Fotofobia, hiperemia						1 (2,4)				2 (3,5)	2 (3,5)	
	Pterigio, hiperemia				3 (7,3)	1 (2,4)				2 (25,0)	2 (3,5)	6 (10,7)	1 (1,8)
	Hiperemia+ edema+ estrabismo									1 (25,0)	1 (1,8)	2 (3,5)	1 (1,8)
	Otros				1 (2,4)								
	Ninguno	1 (16,6)	1 (16,6)	5 (12,2)		1 (2,4)	1 (12,5)		1 (12,5)	4 (7,1)	1 (1,8)	3 (5,4)	

Tabla 7. Síntomas y signos oculares según nivel de exposición y antigüedad en el oficio en trabajadores que aplican el asfalto
Fuente: los autores.

Efectos oculares: en 43 (38,7%) trabajadores se presentaron síntomas oculares y en 93 (83,8%) signos oftalmológicos. El mayor número de síntomas oculares reportados se encontraron en el nivel de exposición Muy Alto 22 (39,2%) principalmente por ardor 9 (40,9%) y en trabajadores con una antigüedad entre cinco y diez años. Para el nivel de exposición Medio la mayor frecuencia se presenta por enrojecimiento por 4 (9,8%) de los trabajadores con menos de cinco años de antigüedad (Tabla 7).

Se presentó hiperemia en 64 (68,8%) de los trabajadores con signos oculares evidenciados durante la valoración, 34 (60,7%) del nivel de exposición Muy Alto y 26 (63,4%) del nivel de exposición Medio. La frecuencia más alta se encontró para el signo de hiperemia en trabajadores del nivel de exposición Medio con menos de cinco años de antigüedad 15 (36,5%) (Tabla 7).

De los 108 trabajadores con síntomas o signos oculares, 41(37,9%) manifestaron usar regularmente las gafas de seguridad y la misma proporción dicen no usarlas. La antigüedad en el oficio entre 5 y 10 años, aumenta en 16 veces el riesgo de presentar signos oculares OR =15,9 (1,63-154,53).

DISCUSIÓN

La exposición a humos de asfalto ocurre por inhalación y contacto dermal y por ello puede generar efectos agudos y crónicos en vías respiratorias, piel y ojos de la población trabajadora (33) (34) (15). Para el presente trabajo dichos efectos fueron relacionados con otras variables de exposición, como la antigüedad en el oficio y con el uso de los elementos de protección personal.

Se describen en la literatura efectos agudos de irritación del tracto respiratorio: nariz, garganta y laringe en trabajadores de la industria de pavimentación vial (35) (26) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (25). En este estudio se encontraron nueve trabajadores (37,5%) con efectos respiratorios agudos como catarro, moqueadera y estornudos, en trabajadores con más de cuarenta años de edad, con una antigüedad en el oficio de más de dos años en las actividades de elaboración de asfalto y en su mayoría clasificados en el nivel de exposición Alto. En los trabajadores de aplicación de asfalto se presentaron síntomas agudos en 67 personas evaluadas (60,3%), con edades entre 20 y 29 años de edad, y más de cinco en el oficio y en su mayoría clasificadas en el nivel de exposición Alto.

Otros estudios reportaron casos de tos para el 5% de los trabajadores evaluados (36) (38), donde los síntomas aumentaban con el aumento de la temperatura del asfalto. En el presente trabajo los efectos respiratorios crónicos (relacionados con tos, sibilancia y disnea), se encontraron en ocho (33,3%) trabajadores de elaboración de asfalto clasificados en niveles de exposición Medio y Bajo; en las actividades de aplicación de asfalto se encontraron síntomas como tos, expectoración, sibilancia y disnea en 23 (20,7%) trabajadores clasificados en los niveles de exposición Medio y Muy Alto.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado, existe el aumento en la probabilidad de aparición de este tipo de síntomas respiratorios debido a la antigüedad en el oficio superior a diez años, $OR=15,0$ (1,03-218,3); el consumo de cigarrillos mayor a un paquete diario $OR=166,6$ (4,19-621,37) y la duración de la jornada laboral superior a diez horas $OR=15,7$ (2,05-120,67).

Algunos estudios han encontrado una incidencia de irritación dermal en 2% de los trabajadores evaluados y específicamente en 44% de los que ocupan el cargo de niveletero. (37) (42). En este estudio se encontraron casos de eritema en cuatro (16,6%) trabajadores de elaboración de asfalto y en 32 (28,8%) trabajadores de aplicación de asfalto, la mayoría de los casos se encuentran en los trabajadores de mayor antigüedad y clasificados en nivel de exposición Alto. El análisis estadístico permitió encontrar que la antigüedad en el oficio entre 5 y 10 años, aumenta en cuatro (4) veces el riesgo de presentar signos dermatológicos, $OR=4,1$ (1,45-11,96) comparado con las personas que tienen menos de cinco años de antigüedad en el oficio, sugiriendo una posible relación ocupacional entre síntomas y signos de irritación en la piel (e incluso de cronicación de los mismos relacionado con el tiempo de exposición).

El eritema en rostro se presentó especialmente en los trabajadores clasificados en el nivel de exposición Muy Alto; es decir, que podría estar relacionado con la exposición a las altas temperaturas de la mezcla (150 - 160°C) en el momento de su aplicación.

Las regiones corporales afectadas por hiperpigmentación fueron antebrazos y manos, (a pesar del uso regular de camisa de manga larga como parte del overol). Sin embargo, los trabajadores reportaron que en algunas actividades doblan la manga lo que podría causar una exposición tanto a la radiación térmica generada por la mezcla caliente como a los rayos UV del sol.

Los efectos oculares generados por la exposición a humos de asfalto, están relacionados con la irri-

tación de la conjuntiva (24) (23), prurito ocular (25), lagrimeo, fotofobia, edema de párpados e hiperemia conjuntival (26) (2). Dentro de los resultados de este trabajo se encuentra la irritación ocular como posible efecto de la exposición a humos de asfalto donde la mayoría de los casos se presentan en los trabajadores del nivel de exposición Alto. Con el análisis estadístico se encontró que la antigüedad en el oficio entre 5 y 10 años, aumenta en 16 veces el riesgo de presentar signos oculares $OR=15,9$ (1,63-154,53).

De igual manera, es importante anotar la existencia simultánea de casos de pterigio para cinco (20,8%) trabajadores de elaboración y 21 (18,9%) de aplicación de asfalto; siendo esta una patología relacionada también con la exposición a factores irritantes como la luz solar, especialmente a los rayos ultravioleta (UV). Aunque el pterigio no ha sido relacionado con la exposición a humos de asfalto, sí se encuentra relacionado con la sequedad, la escasa humedad ambiental, el viento, el calor, el material particulado y los productos químicos existentes; todos ellos factores condicionantes que se encuentra presentes durante el desarrollo de las actividades laborales de los trabajadores evaluados.

La protección respiratoria, la ropa de trabajo y los guantes presentan mayor aceptabilidad al uso, sin embargo esta medida preventiva puede estar relacionada con la obligatoriedad de su uso en las instalaciones de la empresa y durante el desarrollo de las actividades, so pena de recibir llamados de atención.

De acuerdo con sus propiedades toxicológicas se deberá vigilar la exposición a inhalación de hidrocarburos aromáticos policíclicos y especialmente la posible presencia de benzo(a)pireno en las actividades de elaboración y aplicación de asfalto.

Debe tenerse en cuenta que los trabajadores que manipulan asfaltos, pueden realizar otros tipos de trabajos como es la limpieza de la calzada o la retirada de pavimentos deteriorados, por lo que pueden estar sometidos a la inhalación del polvo generado y sería conveniente el control de este peligro.

La aplicación de asfalto durante ciertas condiciones ambientales como alta temperatura, puede conllevar el riesgo de estrés térmico y riesgos para la piel por la exposición a la acción directa de los rayos del sol. Todos los trabajadores deberían usar protector solar adecuado teniendo en cuenta la exposición permanente de ciertas áreas del cuerpo (cuello, cara) a la radiación solar en el turno diurno y más aún cuando la temperatura ambiental es alta (43).

Esto permitiría mejorar las afectaciones dérmicas de los trabajadores.

Es necesario validar la eficiencia del protector respiratorio suministrado por la empresa para las actividades de elaboración y aplicación de asfalto, teniendo en cuenta que esta medida de control individual debe ser específica a las condiciones del agente ambiental existente y debe ser seleccionado según los niveles de exposición reconocidos por medición (44).

Dentro de las recomendaciones encaminadas hacia la vigilancia médica de los trabajadores de la empresa con respecto a los efectos en las vías respiratorias y a la alteración manifiesta en los hallazgos espirométricos, se debe continuar con la realización de las espirometrías de ingreso a todos los trabajadores e implementar el seguimiento periódico a los trabajadores expuestos tanto a humos de asfalto como agentes químicos, especialmente aquellos que presenten alteraciones espirométricas, con una periodicidad no mayor a dos años. Se sugiere la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica para la prevención.

Con el ánimo de fomentar el diagnóstico precoz y el seguimiento médico de las condiciones de salud de los trabajadores, se recomienda establecer campañas dirigidas hacia el reporte de los síntomas por parte de los trabajadores, y un examen médico orientado al riesgo respiratorio, dermatológico y carcinógeno.

Se recomienda elaborar e implementar un programa de vigilancia epidemiológico para exposición a químicos en el cual deben estar incluidos los humos de asfalto y otros agresores del sistema respiratorio.

Agradecimientos

A la empresa en donde se desarrolló este proyecto, a todos y cada uno de sus trabajadores por sus explicaciones, acompañamiento y participaron y especialmente a Teresa Martínez Palomino por su acompañamiento invaluable en el análisis de la información y revisión del escrito.

Conflictos de interés

En el desarrollo del presente estudio no se presentaron conflictos de interés en ninguna de las partes involucradas, empresa, trabajadores e investigadores.

Financiación

El desarrollo de las actividades de campo, consolidación y análisis de la información fue asumida completamente por los investigadores.

REFERENCIAS

1. Moon, Daniel. y Brookes, Jonathan. London Wide Environment Programme. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Survey*. [En línea] 2005. [Citado el: 15 de 09 de 2011.] Disponible en: URL: http://www.richmond.gov.uk/pah_05-06_report.pdf. REF AGG04101.
2. ATSDR. Agency for Toxic Substance & Disease Registry. [En línea] [Citado el: 25 de 02 de 2011.] Disponible en: URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=121&tid=25>.
3. National Asphalt Pavement Association and European Asphalt Pavement Association. The Asphalt Paving Industry A global Perspective production Use, Properties and Occupational Exposure Reduction Technologies and Trends. [aut. libro] NAPA. *Global Series First Edition*. Bruselas : NAPA & EAPS, 2009.
4. Herrich. R.F., Mc Clean M.D., Meeker, J.D., Zwack. L. Physical and chemical characterization of Asphalt (Bitumen) Paving Exposures. s.l. : Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 4(S1): 209-216.
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Case studies in Environmental Medicine. Toxicity of polycyclic Aromatic Hydrocarbons. [En línea] 07 de 07 de 2009. [Citado el: 30 de 01 de 2011.] Disponible en: URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/pah/docs/pah.pdf>.
6. Finklea, John. Asfalto Sección 93.56. *Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo*. [En línea] 1998. [Citado el: 26 de 01 de 2011.] Disponible en URL: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/93.pdf>.
7. Department Of Health And Human Services U.S.A. Public Health Service. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. [En línea] [Citado el: 30 de 01 de 2011.] Disponible en: URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=25>.
8. Instituto Nacional De Cancerología. *Manual de Agentes Carcinógenos de los Grupos 1 y 2 de la IARC de interes ocupacional para Colombia*. Bogota : INC, Julio de 2006.
9. Ulvestad, B.; Randem, B.G.; Hetland, S.; Sigurdardottir, G.; Johannessen, E.; Lyberg, T. Exposure, lung function decline and systemic inflammatory response in asphalt workers. s.l.

- :Scand Work Environ Health, 2007. Vols. 33(2):114–121.
10. Hanley KW, Miller AK. Health hazard evaluation report: Spartan Paving Company, Lansing, Michigan. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1996a. [Citado el: 25 de 08 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1994-0365-2563.pdf>.
 11. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold limit values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure indices*. Cincinnati USA : ACGIH, 2015. ISBN 978-1-607260-77-6.
 12. Health Council of the Netherlands. *Bitumen (vapour and aerosol); Health-based recommended occupational exposure limit. The Hague: Health Council of the Netherlands*. s.l. : Publication N° 2007/01(R)OSH, 2007. ISBN: 978-90-5549-635-8.
 13. WHO. Environmental Criteria 202. Selected non-heterocyclic PAHs. *World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS)*. Geneva : WHO, 1998.
 14. Lawerys RR. *Cánceres de Origen Profesional. Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales*. Barcelona, Madrid : Masson S.A., 1994, págs. 553-576.
 15. Boffetta P, Burstyn I, Partanen T et al. Cancer mortality among European asphalt workers: an international epidemiological study. II. Exposure to bitumen fume and other agents. *Am J Ind Med*. 43, 2003b, Vols. Pag 28-39.
 16. Boffetta, P., y otros. IARC epidemiological study of cancer mortality among European asphalt workers: final report. [En línea] Lyon:International Agency for Research on Cancer (IARC), 2001. [Citado el: 01 de 06 de 2012.] Disponible en: <ftp://ftp2.iarc.fr/pub/ece/Asphalt/report%20of%20cohort%20study.pdf>.
 17. McClean, M.D., Kelsey, K.T., Sison, J.D. et al. A case control study of asphalt and tar exposure and lung cancer in minorities. [En línea] 2011. [Citado el: 31 de 08 de 2012.] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3196745/pdf/nihms318310.pdf>. 21882217. doi:10.1002/ajim.21007.
 18. Behrens T, Schill W, Ahrens W. Elevated cancer mortality in a German cohort of bitumen workers: extended follow-up through 2004. [En línea] Sep, *J Occup Environ Hyg*. 2009; 6(9):555-61, 2009. [Citado el: 15 de 01 de 2012.] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19562612>. Doi: 10.1080/15459620903077682.
 19. Norseth, T.; Waage, J.; Dale, I. Acute effects and exposure to organic compounds in road maintenance workers exposed to asphalt. s.l. : *Am J Ind Med.*, 1991. Vols. 20:737–44.
 20. Hansen ES. Mortality of mastic asphalt workers. *Scand J Work Environ Health* 17:20–24. Hansen ES [1992]. *Scand J Work Environ Health*. 1991, 18:135–141.
 21. Maizlish N, Beaumont J, Singleton. Mortality among California highway workers. *Am J Ind Med*. 1988, Vols. 13(3):363–379.
 22. Schoket, B., Hewer, A., Grover, P. L. and Phillips, D. H. Covalent binding of components of coal-tar, creosote and bitumen to the DNA of the skin and lungs of mice following topical application. *Carcinogenesis* 9, 1253–1258. van Schooten, F. J., Jongeneelen, F. J.Hillebrand, M. J. X. et al. (1995) PAH–DNA adduc. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 1988, Vols. 4, 69–77.
 23. NIOSH. Department of Health and National Institute for Occupational Safety and Health US Department of Health and Human Services. Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to coal tar products. Cincinnati, OH. [En línea] 1977. [Citado el: 15 de 03 de 2011.] Disponible en:<https://www.cdc.gov/niosh/pdfs/78-107a.pdf>.
 24. Monika Raulf-Heimsoth Æ Beate Pesch, Klaus Schott Æ Martin Kappler Æ Ralf Preuss , Boleslaw Marczynski , Æ Jürgen Angerer, Hans Peter Rihs Æ Jens Uwe Hahn Æ Rolf Merget, Thomas Brüning. Irritative effects of fumes and aerosols of bitumen on the airways:results of a cross-shift study. s.l. : *Arch Toxicol*, 2007. Vols. 81: 35–44.
 25. Waage J, Nielson E. En undersøkelse over løse-middelkspønering under asfaltutlegging. Specialopgave. Hordaland vegkontor. Bergen. Cited in: Fries AS, Knudsen L [1990]. Bitumen fumes—impacts; review of the scientific results

- worldwide. Presented at the European Asphalt Produ. June 7–8.
26. Sylvain DC, Miller AK. Health hazard Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt 111 evaluation report: Walsh Construction Company, Boston, Massachusetts. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 1996. [Citado el: 12 de 10 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1996-0130-2619.pdf>.
 27. Fasescolda. Indicadores técnicos. www.fasescolda.com. [En línea] 20 de 01 de 2011. [Citado el: 18 de 04 de 2016.] Disponible en <http://www.fasescolda.com/index.php/ramos/riesgos-laborales/estadisticas-del-ramo/>.
 28. Urbano., Instituto de Desarrollo. Información suministrada por la Subdirección del Subsistema Vial. Subdirección de construcción y mantenimiento. Bogotá: s.n., Julio 2011.
 29. Fondo de Riesgos Profesionales Colombia. Información estadística. <http://fondoriesgoslaborales.gov.co>. [En línea] 31 de 12 de 2010. [Citado el: 18 de 04 de 2016.] Disponible en: [http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Infoestadistica/2010/ESTADISTICAS-SGRP-DIC2010\(2\).pdf](http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Infoestadistica/2010/ESTADISTICAS-SGRP-DIC2010(2).pdf).
 30. Cuesta Martínez, Jennifer y Guerrero, Enrique. Valoración cualitativa de la exposición a asfalto durante su elaboración y aplicación en una empresa de infraestructura vial. *Tesis especialización Higiene Industrial. Universidad El Bosque*. Bogotá: s.n., 2012.
 31. American Thoracic Society. <http://www.thoracic.org/ATS-DLD-78-A>. [En línea] 1980. [Citado el: 08 de 05 de 2011.] Disponible en: <https://www.thoracic.org/statements/resources/archive/rrdqacer.pdf>.
 32. Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø. Nordic Occupational Skin Questionnaire. [En línea] 10 de 03 de 2008. [Citado el: 08 de 05 de 2011.] Disponible en: <http://www.arbejdsmiljoforskning.dk/~media/Spoergeskemaer/nosq/NOSQ-ES-SHORT-2010p.pdf>.
 33. OMS. Asphalt. Bitumen. *Concise International Chemical Assessment Document*. 2005, Vol. 59, pág. 5.
 34. Boffetta, P.; Burstyn, I.; Partanen, T.; et al. Cancer mortality among European asphalt workers: an international epidemiological study. I. Results of the analysis based on job titles. 43 *Am J Ind Med*. 2003a. Vols. Pag 18-27.
 35. Kinnes GM, Miller AK, Burr GA. Health hazard evaluation report: The Sim J. Harris Company, San Diego, California. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1996. [Citado el: 15 de 09 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1996-0130-2619.pdf>.
 36. Norseth T, Waage J, Dale I. Acute effects and exposure to organic compounds in road maintenance workers exposed to asphalt. *Am J Ind Med*. 1991, Vols. 20:737–744.
 37. Miller AK, Burr GA. Health hazard evaluation report: Koester Equipment Company, Evansville, Indiana. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 1996a. [Citado el: 25 de 01 de 2012.] Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1995-0307-2602.pdf>.
 38. Hanley KW, Miller AK. Health hazard evaluation report: Granite Construction Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt Company, Sacramento, California. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1996b. [Citado el: 27 de 01 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1994-0408-2564.pdf>.
 39. Miller AK, Burr GA. Health hazard evaluation report: Staker Construction Company, Casa Grande, Arizona. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1996b. [Citado el: 15 de 02 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1996-0072-2603.pdf>.

40. Miller AK, Burr GA. Health hazard evaluation report: Bardon-Trimount, Stoughton, Massachusetts. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1998. [Citado el: 04 de 02 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1997-0232-2674.pdf>.
41. Almaguer D, Miller AK, Hanley KW. Health hazard evaluation report: Martin Paving Company, Yeehaw Junction, Florida. Cincinnati, OH. [En línea] U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1996. [Citado el: 31 de 01 de 2012.] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1995-0118-2565.pdf>.
42. VAANANEN, VIRPI. Dermal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons among Road Pavers. *Ann. occup. Hyg.* 2005. Vol. 49, 2, págs. 167–178.
43. Falagan Rojo, Manuel Jesus. *Riesgos laborales derivados del uso del asfalto y los productos bituminosos*. Madrid : Artículos y documentación de prevención y Salud. Documentación de prevención de riesgos laborales, 2002.
44. 3M Guía para la selección de respiradores. <http://multimedia.3m.com/>. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de 04 de 2016.] Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/888294O/guia-para-seleccion-de-respirador.pdf>.
45. Randem, B.G., y otros. Respiratory symptoms and airflow limitation in asphalt workers. *s.l. : Occup Environ Med*, 2004. Vols. 61:367–9.
46. ASOPAC. Cartilla del pavimento asfáltico. Bogotá : Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia, 2004.