



**FACULTAD DE CIENCIAS DE TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de Carrera titulado:

TÍTULO: ASOCIACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN A ASFALTO Y EFECTOS EN LA SALUD EN LOS TRABAJADORES DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE INFRAESTRUCTURAS VIALES DEL ECUADOR.

Realizado por:

Efraín Oswaldo Vicuña Ubidia

Directora del proyecto:

Pamela Alejandra Merino Salazar

Como requisito para la obtención del título de:

ESPECIALISTA EN TOXICOLOGÍA LABORAL

QUITO, Septiembre del 2021

Asociación entre la exposición a asfalto y efectos en la salud en los trabajadores de laboratorio de control de calidad de una empresa constructora de infraestructuras viales del Ecuador.

Association between asphalt exposure and health effects in quality control laboratory workers of a road infrastructure construction company in Ecuador.

Resumen: **Objetivos:** Analizar la relación entre la exposición a asfalto y los posibles efectos lesivos en la salud agudos y crónicos del personal expuesto; mediante el examen médico ocupacional, la aplicación de test diagnósticos y el monitoreo biológico. De forma simultánea se evaluará los tipos de efectos nocivos a la salud en los trabajadores expuestos; y por último se identificará los órganos o sistemas que más afectación presentan los trabajadores expuestos. **Método:** Se diseñó un estudio descriptivo, transversal y observacional, donde se evaluará a un grupo de 6 trabajadores que ha realizado actividades específicas de análisis de calidad de asfaltos en un periodo de al menos dos años, mediante: entrevista clínica, examen médico, determinación de 1-hidroxipireno, aplicación de cuestionarios de sintomatología: cuestionario ocupacional dérmico Nórdico y cuestionario de síntomas respiratorios ATS 78; y vistas de campo. **Resultados:** Se espera encontrar elevada prevalencia de sintomatología de orden irritativo agudo y crónico en los sistemas respiratorio y dérmico, los mismos que se relacionarán de forma simultánea con un incremento del biomarcador urinario 1hidroxipireno. **Implicaciones:** El presente estudio servirá de apoyo en la evaluación de las consecuencias de la exposición asfáltica de forma aguda y crónica en un grupo laboral poco estudiado, facilitando una información muy útil para los prevencionistas que trabajan en empresas similares y dando pie a nuevos estudios o investigaciones de este tipo.

Palabras clave: Petroleum, asphalt, occupational exposure, health worker

Abstract: **Objectives:** To analyze the relationship between exposure to asphalt and the possible acute and chronic harmful effects on the health of exposed personnel through occupational medical examination, the application of diagnostic tests and biological monitoring. Simultaneously, the types of harmful effects on the health of exposed workers will be evaluated; and finally, the organs or systems most affected by the exposed workers will be identified. **Method:** A descriptive, cross-sectional and observational study was designed, where a group of 6 workers who have performed specific activities of asphalt

quality analysis in a period of at least two years will be evaluated by means of: clinical interviews, medical examinations, analysis of 1-hydroxypyrene, by administering symptomatology questionnaires (Nordic dermal occupational questionnaire and respiratory symptoms questionnaire ATS 78); and field visits. **Results:** We expect to find a high prevalence of acute and chronic irritative symptoms in the respiratory and dermal systems, which will be associated simultaneously with an increase in the urinary biomarker 1-hydroxypyrene. **Implications:** The present study will support the evaluation of the consequences of acute and chronic asphaltic exposure in an under-studied occupational group, providing very useful information for preventionists working in similar companies and giving rise to new studies or research of this type.

Keywords: Petroleum, asphalt, occupational exposure, health worker

Introducción.

Los compuestos asfálticos están presentes en forma ubicua en las obras de infraestructura. La manipulación de estos compuestos en el entorno laboral representa un riesgo para el personal que de forma directa o indirecta participa en procesos relacionados a manipulación de asfalto. En el Ecuador el aporte de la construcción en la economía es altamente significativo, ubicándose entre las cinco industrias más importantes para el desarrollo, siendo también un importante medio de inversión interna o externa y gran generador de plazas de empleo (1). En el grupo de trabajadores de la construcción, los de mayor exposición a asfalto son, quienes lo manipulan de forma directa en su colocación o mantenimiento, es decir el personal de tendido de asfalto en vías; y quienes analizan sus características de composición, calidad y comportamiento, es decir los laboratoristas de construcción.

El constante manejo por los laboratoristas durante los ensayos con asfalto, motiva a evaluar los posibles efectos lesivos en su salud, agudos y crónicos. El asfalto es una materia prima fundamental de la construcción vial, por lo que el análisis de su calidad y propiedades constituye un pilar esencial en la eficacia y calidad de los resultados; dichos análisis engloban diferentes tiempos en el ciclo productivo y monitoreo de la vida útil del material. Los análisis son realizados en todos los momentos de la vida útil del elemento, como: recepción o compra, diseño de mezclas, formulación de mezclas, extracciones de asfalto envejecido, y análisis de comportamiento, entre otros. Estos estudios requieren abundante tiempo para su preparación y ejecución en diferentes pasos, lo que incrementa el período de exposición del personal de laboratorio quienes están expuestos por varias vías de intoxicación. Adicionalmente, en la mayoría de procesos se usa el calor a altas temperaturas, lo cual genera vapores o humos de este elemento durante los análisis. Además, la elevada frecuencia y duración de estos exámenes puede menguar el cumplimiento de las medidas preventivas de seguridad y salud frente a la exposición asfáltica.

El asfalto (CAS: 8052-42-4)(2) es una compleja combinación de químicos que se genera en un proceso de destilado y refinado de petróleo, pudiendo generar efectos deletéreos a diferentes sistemas del organismo (3), que incluyen desde irritación en piel y mucosas (4) (5), hasta la derivación en cáncer (6), contemplándose sus componentes como causantes de enfermedad profesional según el listado de la OIT (7). Se conoce que el mayor riesgo se produce en procesos de calentamiento y evaporación, situaciones propias de las

actividades de laboratorio; igualmente las principales vías de intoxicación son la respiratoria y dérmica.

Dentro de los exámenes que realizan al asfalto en su protocolo de análisis de sus propiedades están los ensayos de: penetración, ductilidad, punto de inflamación, punto de ablandamiento, densidad y pérdida de masa; todos estos ensayos están normados por directrices o estándares nacionales e internacionales que se cumplen para garantizar la fidelidad de sus resultados (ver tabla 1); hay que considerar que todos los ensayos requieren el calentamiento del asfalto en mayor o menor medida dentro de los preparativos de las muestras, de estos ensayos los de mayor riesgo son los ensayos de pérdida de masa y punto de inflamación, en estos análisis el asfalto es calentado a altas temperaturas en un horno para ensayo de película fina rodante (RTOF por sus siglas en ingles), como es en el análisis de pérdida de masa; o es intencionalmente calentado sobre flama directa hasta determinar el nivel térmico en el cual se incendia el asfalto; lo cual genera vapores de asfalto en debido a su calentamiento o combustión.

Tabla N° 1. Tipos de análisis de propiedades de asfalto.

Tipo de ensayo al asfalto	Norma técnica
Penetración	NTE INEN 917
Ductilidad	NTE INEN 916
Punto de inflamación y combustión	NTE INEN 808
Punto de ablandamiento	NTE INEN 920 NTE INEN 923 /
Determinación de densidad	ASTM D70 AASHTO T 240/
Pérdida de masa mediante RTOF	ASTM D 2872

Tabla elaborada con base en las normativas usadas como guía en los análisis de laboratorio

La necesidad de realizar este estudio radica en que éste nos facilitará información específica acerca de la exposición de un grupo laboral poco estudiado junto con su nivel de riesgo, obteniendo información nueva que dará pie a diferentes estudios de contraste o comprobación, y también ayudará a establecer estrategias de detección temprana, prevención y mejora en dichos escenarios laborales. La literatura científica actualizada y disponible en las principales bases de datos indexadas, orientan y advierten de los peligros que representan

los trabajos con hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (grupo al que pertenece el asfalto) de los que podemos extraer y jerarquizar acorde a su gravedad, el potencial de carcinogenicidad, mutagenicidad y disrupción endócrina (8), efectos irreversibles con carácter determinístico y probabilístico, que conllevarían a cánceres de diversos tejidos, como el pulmonar (9), sin embargo existe evidencia no concluyente en repercusiones a tejidos uroteliales (10), hematopoyéticos y linfáticos (11), abriendo el debate argumental y motivando a continuar con la investigación y revisiones de bibliografía para aclarar estas controversias mediante estudios metódicos.

NIOSH recomendó el límite de exposición para vapores de asfalto (REL) 5mg/m³, medidos como partículas totales durante 15 minutos en cualquier momento de la jornada, y un límite de 0,5mg/m³ para una exposición sostenida durante la jornada laboral (ver tabla 2), sin embargo se registran síntomas irritativos respiratorios con concentraciones inferiores a 1mg/m³, por lo que no se ha establecido claramente una relación exposición-respuesta. El estudio de la exposición- efecto al asfalto se lo puede llevar a cabo mediante diferentes herramientas, por ejemplo: exámenes médico-clínicos; cuestionarios de evaluación de sintomatología como el cuestionario QEESI (Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory), (12–14) que evalúa principalmente el desarrollo de la sensibilidad química multiple; cuestionario ocupacional dérmico Nórdico(15) que evalúa el desarrollo de dermatosis por contacto de productos químicos en el trabajo; y cuestionario de síntomas respiratorios ATS 78(16) que ayuda a identificar de forma temprana los síntomas respiratorios secundarios a exposición laboral; estudio de biomarcadores de exposición como son el 1-hidroxi pireno(17), el 3-hidroxi benzo(a)pireno en orina (8), excreción de tioeter o metabolitos de ácido glucárico en orina, detección de intercambio de cromátidas hermanas; también la determinación de aductos de ADN o proteínas como marcadores de efecto; y también por la determinación de niveles de hidrocarburos aromáticos poli cíclicos en el ambientes de trabajo (8). Estrategias que nos brindan información de gran importancia en el estudio de exposición a asfalto. También es muy importante considerar que al analizar de forma integral la exposición de los trabajadores, es necesario evaluar simultáneamente a otros compuestos químicos aplicados de forma anexa durante su trabajo, para determinar efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos a su salud (18), campo que requiere un mayor estudio y que podría revelar efectos no conocidos hasta el momento.

Tabla N° 2. Valores límite de exposición a Asfalto (CAS 8052-42-04) por organización.

Organización	8 horas (VLA ED - TLV – MAK) mg/m3	15 minutos (VLA EC) mg/m3
INSST	0,5	–
ACGIH	0,5	–
NIOSH (REL)	0,5	5
OSHA (PEL)	5	–
ALEMANIA (MAK)	1,5	–

Tabla elaborada con base en la información obtenida en diversas fuentes bibliográficas referentes a niveles de exposición de asfalto(3,19,20).

Se ha planteado como hipótesis del estudio que, la exposición prolongada al asfalto de los laboratoristas de control de calidad, genera alteraciones en su salud, las cuales pueden ser monitoreadas mediante una adecuada vigilancia de la salud.

En tal sentido, la presente investigación plantea analizar la relación entre la exposición a asfalto y los posibles efectos lesivos en la salud agudos y crónicos del personal de laboratoristas expuestos; mediante el examen médico ocupacional, la aplicación de test diagnósticos y el monitoreo biológico para detectar de forma oportuna los efectos perniciosos en el personal expuesto y prevenir el desarrollo de enfermedades o problemas irreversibles en su salud. De forma simultánea se evaluará el tipo de efectos nocivos a la salud en los trabajadores expuestos, mediante el análisis de los resultados identificados con los instrumentos diagnósticos. Por último, se identificará los órganos o sistemas que más afectación presentan los trabajadores expuestos, mediante el estudio y la clasificación de los resultados obtenidos.

Método

Se diseñó un estudio descriptivo, transversal y observacional; donde se evaluará a un grupo de 6 trabajadores que analizan el asfalto en el laboratorio de control de calidad de una empresa contratista, durante un periodo igual o mayor a dos años.

La población de estudio está constituida por todos los laboratoristas (20 personas) que realizan jornadas extendidas de trabajo (entre 8 y 12 horas día) y horarios rotativos – jornadas de campamento (horarios 11 trabajo / 3 descanso o 24 trabajo / 6 descanso), estando expuestos de forma directa y frecuente (al menos una vez a la semana) a asfalto durante su análisis.

Debido a la especificidad de las actividades y exposición a evaluar, el tipo de muestreo aplicado en el estudio es no probabilístico de orden intencional, con el cual se selecciona a los 6 trabajadores de laboratorio central de control de calidad ubicado en la ciudad de Quito, (21).

Los criterios de inclusión para el presente estudio son: laboratoristas que realizan actividades de análisis de muestras asfálticas en todos los momentos de la vida útil del elemento; que registren exposiciones al elemento al menos dos años; que no presenten antecedentes patológicos de orden respiratorio, dermatológico o atópico, y que no hayan rotado por áreas diferentes a laboratorios de control de calidad en los últimos dos años.

Para el desarrollo del presente estudio es de importancia cardinal las fuentes de información para lo cual tomamos como fuentes de información primarias a: evaluaciones médicas, cuestionarios diagnósticos, biomarcadores, revisión de protocolos de control de calidad, fichas técnicas, normativas de análisis, matrices de riesgos, mediciones de agentes químicos y observación en campo. Y como fuentes de información secundarias a: la información obtenida de la consulta y revisión del acervo bibliográfico disponible en la red, relacionado con el tema de estudio.

Las mediciones se realizarán por medio de los siguientes instrumentos de medida: 1. Entrevista clínica y examen médico, 2. Determinación biomarcadores de exposición 1-hidroxipireno(17), 3. Cuestionario de exposición cualitativo como el Cuestionario ocupacional dérmico Nórdico(15), y cuestionario de síntomas respiratorios ATS 78(16); y 4. Visitas de campo, revisión de actividades y observación.

Se escogió el biomarcador 1-hidroxipireno urinario por ser un marcador de exposición a los HAP específicamente al pireno que luego de ser absorbido en el cuerpo se metaboliza a 1-hidroxipireno el cual es eliminado por vía urinaria como glucoronido en un plazo medio de 13h (semivida biológica) (22). Un condicionante especial que se debe considerar

al evaluar los resultados de este biomarcador es que ciertas exposiciones pueden alterar sus concentraciones como es el caso de exposiciones ambientales, consumo de carne asada a la parrilla o tabaquismo pudiendo modificar sus resultados en bajas proporciones, por lo que este biomarcador es de gran utilidad en exposiciones a elevados niveles de HAP discriminando siempre las exposiciones no laborales.

Se aplicará el cuestionario ocupacional dérmico nórdico ya que es una herramienta de utilidad que apoya al investigador en la identificación de dermatosis (eccema) generado por el contacto de agentes químicos en el ambiente laboral. Para fines prácticos y agilidad en su aplicación se escogió la versión corta NOQS-2002 NORDIC OCCUPATIONAL SKIN QUESTIONNAIRE en su adaptación al español revisada en 2010; el cual consta de 14 preguntas clasificadas en 4 dimensiones que son: historia ocupacional y datos demográficos, historia y síntomas de atopia, eccema de manos y antebrazos, y factores desencadenantes. Permitiendo obtener resultados que relacionan sintomatología dérmica y su respectiva localización, con datos demográficos, antecedentes de exposición y factores desencadenantes.

Para la identificación y valoración de sintomatología respiratoria se empleará el cuestionario ATS 78 de la Sociedad Americana del Tórax, el cual obtiene la información a través de diez preguntas de opción múltiple, las cuales al ser analizadas permiten categorizar la sintomatología respiratoria por su localización (vías respiratorias altas o bajas), por el tipo de afección (de orden irritativo o atópico) y por su evolución, antecedentes patológicos respiratorios y antecedentes de exposición a material particulado; todo esto por medio de un esquema sencillo y amigable para el personal encuestado y para el investigador. Sus resultados son interpretados en proporciones acorde a cada pregunta, y estas razones pueden ser correlacionadas para formular conclusiones.

Por último en las visitas de campo se revisará las actividades que realiza el personal de estudio, corroborando la información obtenida por las demás herramientas y se verificará la implementación más cumplimiento de medidas de higiene industrial, y el uso de equipos de protección personal o colectiva; información de relevancia para tomar en consideración a la hora del análisis de resultados.

Las variables del estudio se delinearán las siguientes:

- **Variable independiente.**- exposición a asfalto en relación a tiempo (horas semana).
- **Variable dependiente.**- efectos en la salud de orden irritativo – atópico en los sistemas respiratorio y dérmico de carácter agudo y/o crónico y perfil socio laboral.
- **Variable modificadora.**- medidas de control de higiene industrial, uso de equipo de protección colectiva y personal, y la implementación de un programa de vigilancia de la salud.

El análisis estadístico radicará en determinar la proporción, entre la exposición y las proporciones de consecuencias o efectos en la salud tanto a nivel clínico como paraclínico, por medio de un análisis estadístico descriptivo de variables (23), y se gestionarán los datos por medio de una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Principios Éticos:

El presente estudio tiene la finalidad única del estudio científico, y tanto su diseño como su desarrollo y publicación, se alinearán a lo especificado en la declaración de Helsinki (24) y lo dispuesto en la Ley Orgánica de Salud del Ecuador (25) y en el Reglamento para la aprobación, desarrollo, vigilancia y control de los ensayos clínicos (AM0075-2017) (26). El diseño de investigación será evaluado por el Comité de Ética Universitario (acorde al AM 4889-2014) (27). Se respetará y velará la confidencialidad de los participantes y la información relacionada a ellos, la misma que será recabada por medio del correspondiente consentimiento informado (Acorde al AM 5216 – 2015)(28). Los fondos para el financiamiento del presente estudio surgen del propio investigador como parte del proceso de inversión para el estudio en la especialización de Toxicología Laboral.

Resultados esperados:

Se estudiarán a 6 trabajadores de los cuales dos son de sexo femenino (33%) y cuatro son de sexo masculino (67%), con edades comprendidas entre los 27 y 48 años, con una edad media de 40 años (tabla 3), el 100% de ellos está expuesto a asfalto durante los análisis.

Tabla N° 3. Edad de los trabajadores

Edad	Número de % trabajadores
-------------	-------------------------------------

20 - 29	1	16,5%
30 - 39	1	16,5%
40 - 49	4	67%
50 o más	0	0%
Total	6	100%

Fuente: Elaborado por autor, 2021.

Respiratorios

Se espera evidenciar con la presente propuesta de estudio una elevada prevalencia de sintomatología respiratoria irritativa y atópica en el personal de laboratoristas (ver tabla 4), sintomatología que se exacerba en los períodos de realización de los ensayos y posterior a los mismos, esta información será recabada por medio del test ATS-DLD 78 de la sociedad americana del tórax (29). Información esperada que se reproduce en diversos estudios que han revisado la exposición de asfalto y sintomatología respiratoria irritativa por ejemplo el estudio de Tepper y cols. 2006, donde se identificó una mayor tasa de aparición de síntomas en una razón de probabilidades (OR) de 4.0 con intervalos de confianza (IC) del 95% entre 1.2 – 13 (30); de igual manera el estudio de Neghab y cols. 2015, determinó mayor prevalencia de sintomatología respiratoria de tipo tos y sibilancias en trabajadores expuestos de 41% y 42 % respectivamente (31); por otro lado el estudio de Yiyi Xu y cols. 2018, identificó mayor proporción de reporte de sintomatología de orden conjuntival en trabajadores expuestos a asfalto (32), identificando además en este estudio una reducción de la capacidad pulmonar de los trabajadores expuestos al elemento.

Tabla N° 4. Prevalencia esperada de sintomatología respiratoria

Síntomas	Sexo	Número	%
Irritativos	Hombres	3	75%
	Mujeres	2	100%
	Total	5	83,3%
Atópicos	Hombres	2	50%
	Mujeres	1	50%
	Total	3	50%

Tabla elaborada con datos esperados, referenciados en estudios similares.

Dérmicos

La perspectiva en los resultados de la evaluación de efectos a nivel dérmico de la exposición a asfaltos comprende una mayor prevalencia de efectos irritativos o inflamatorios en la piel de tipo eccema (agudos) y dermatitis atópica (crónico) en las áreas de mayor exposición como manos, muñecas y antebrazos (ver tabla 5) que se relacionan directamente con la exposición al asfalto (exacerban en el trabajo y mejoran en los períodos de descanso o vacaciones), sintomatología que será recabada por medio del cuestionario diagnóstico nórdico de enfermedades cutáneas de origen profesional (33,33,34), resultados que presentarían concordancia con diversos estudios que han evaluado la asociación, por ejemplo Cuesta y cols. 2016, que determinó mayor incidencia de efectos dérmicos de tipo eritema, eccema, prurito y descamación en los trabajadores con exposiciones crónicas cercanas o iguales a 10 años (5). En el estudio de Virpi Vaananen y cols. 2005 se determinó que existía una asociación entre la exposición dérmica a asfalto con sus consecuentes efectos clínicos y el incremento del 1-hidroxi pireno urinario, siendo la vía dérmica el medio de exposición que mayor efecto generaba en la alteración del biomarcador (35).

Tabla N° 5. Resultados esperados de prevalencia de sintomatología dermatológica

Síntomas	Sexo	Número	%
Eccema	Hombres	3	75%
	Mujeres	1	50%
	Total	4	66,7%
Dermatitis atópica	Hombres	2	50%
	Mujeres	1	50%
	Total	3	50%

Tabla elaborada con datos esperados, referenciados en estudios similares.

Biomarcadores – 1-Hidroxi pireno urinario

Los resultados esperables en cuanto a la cuantificación del biomarcador urinario 1-hidroxi pireno son cuantificaciones individuales y/o en promedio, superiores al límite establecido (ver tabla 6) para trabajadores expuestos a hidrocarburos aromáticos policíclicos por la ACGIH de 0,95ug/g de creatinina(36); en concordancia con estudios de personal laboralmente expuesto, por ejemplo en el estudio de Piñero y cols. 2013, se identificó que trabajadores expuestos a HAP registraron en promedio el nivel de 1

hidroxipireno urinario igual a 1,28ug/g de creatinina, con valores de mayor rango en los colaboradores de mayor exposición, sin evidenciar asociación significativa entre edad y antigüedad en la empresa validado por medio de correlación de Spearman. Un dato interesante del estudio mencionado representa la ausencia de asociación entre el uso de equipo de protección personal (respiradores para químicos, guantes, delantal, gorro, mangas, lentes, bragas, botas) y los niveles de 1 hidroxipireno urinario; un dato que podría ser esperable también en nuestra población de estudio. En otro documento científico Sobus-McClean y cols. 2009, evaluaron la elevación de los niveles de biomarcadores urinarios en trabajadores expuestos a asfalto caliente versus no expuestos a asfalto caliente encontrando niveles elevados específicamente en el personal expuesto de forma exclusiva al asfalto caliente (22), como esperaríamos encontrar en el personal de laboratoristas quienes trabajan con el asfalto a temperaturas elevadas.

Tabla N° 6. Resultados esperados del Monitoreo Biológico (1-Hidroxipireno urinario)

Sexo	Número	%
Hombres	4	100%
Mujeres	1	50%
Total	5	83,3%

Tabla elaborada con datos esperados, referenciados en estudios similares

Como se detalla en los apartados previos se espera una proporción elevada de prevalencia en el sistema dérmico y respiratorio, tanto de orden irritativo como atópico de tipo agudo y crónico, que se relaciona de forma directamente proporcional con la elevación del biomarcador 1-hidroxipireno urinario sobre los niveles esperados para el personal expuesto a HAP tal como lo vemos en el gráfico 1; correlación esperada que se ha reproducido en otros estudios científicos de interés, por ejemplo Sobus y cols. 2009, determinaron que las elevaciones de 1-hidroxipireno urinario están relacionadas de forma directa a la exposición de asfalto por vía respiratoria y dérmica, siendo la vía dérmica la más específica para este biomarcador (37).

Gráfico 1. Prevalencia esperada de alteraciones en la salud del personal expuesto a asfalto.

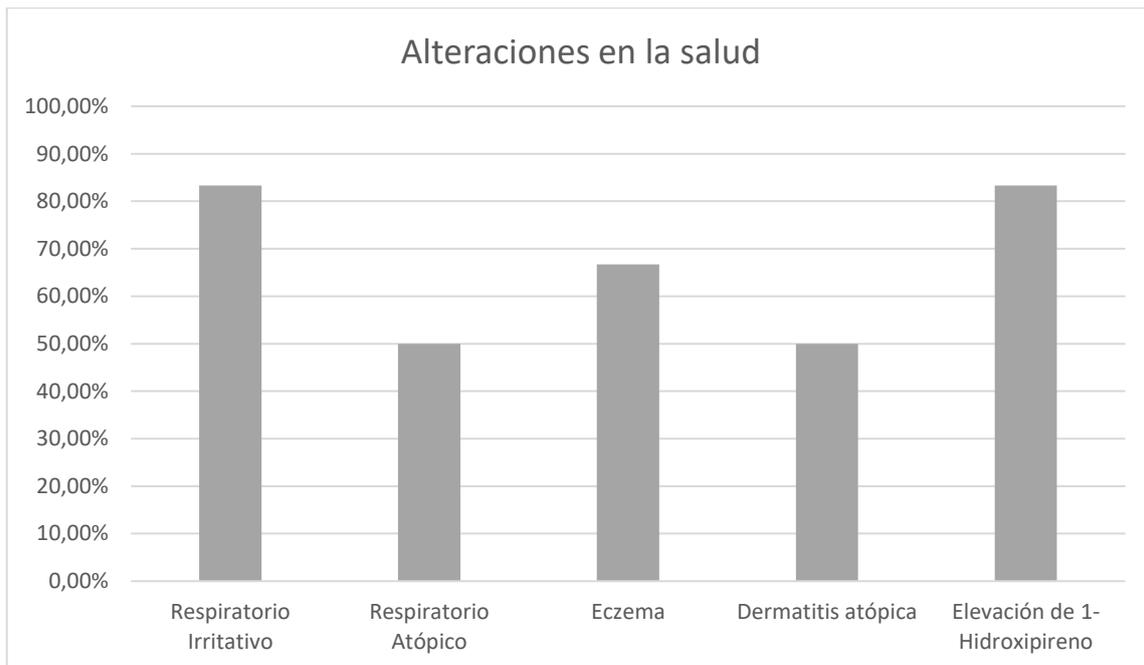


Gráfico elaborado con datos esperados, referenciados en estudios similares.

Implicaciones:

El presente estudio servirá de apoyo en la evaluación de las consecuencias de la exposición asfáltica de forma aguda o crónica en un grupo laboral poco estudiado, facilitando una información muy útil para los prevencionistas que trabajan en empresas de construcción con grupos laborales análogos y dando pie a nuevos estudios de este tipo que confirmen o contrasten los resultados observados, de esta forma motivará la continua evaluación de las exposiciones a asfalto en las diferentes industrias con un enfoque científico para valorar las prácticas de seguridad e higiene industrial aplicadas durante los procesos de análisis de asfalto, determinando su grado de eficacia ante la prevención de los riesgos, trazando nuevas propuestas de mejora en la prevención; y por último, servirá de ayuda para establecer las medidas preventivas y recomendaciones a seguir, para reducir el nivel de riesgo previniendo de esta forma el deterioro de su salud de este grupo laboral expuesto.

Entre las fortalezas del presente estudio resaltamos las siguientes: 1. Disponibilidad de información, al tener acceso a las fuentes de información lo cual asegura contar con los datos necesarios para el análisis y emisión de resultados. 2. El diseño de estudio de tipo transversal, de carácter observacional, permite una recolección de información ágil evitando la posibilidad de pérdida de información en el seguimiento como sería en un diseño prospectivo, y acorta también el tiempo de recolección de datos; y 3. El número de

participantes puede considerarse también una fortaleza debido a que simplifica la recolección y toma de datos para el análisis y estudio de resultados.

Por otro lado, en el análisis del presente estudio identificamos las siguientes limitaciones: 1. El limitado grupo o población evaluada obliga a utilizar un muestreo de conveniencia que en este caso corresponde a la totalidad del personal de laboratoristas que conforman un grupo de seis trabajadores, un número reducido que puede conllevar a sesgos en el análisis estadístico al dificultarse la posibilidad de encontrar relaciones o generalizaciones significativas (38). 2. Falta de estudios previos relacionados a exposiciones de asfalto y trabajadores de laboratorios de control de calidad en construcción, dificulta el análisis comparativo frente a los resultados del presente estudio limitando de esta forma la discusión. 3. Los biomarcadores como 1-hidroxipireno no se realizan a nivel nacional por lo que su realización comprometería una gran inversión de recursos logísticos y económicos para poder llevarlos a cabo; y 4. Por último el uso de cuestionarios para recolección de sintomatología al ser una técnica semicuantitativa presenta importantes limitaciones en cuanto a la verificación y comprobación de resultados al depender de la honestidad del encuestado, facilitando también el sesgo de los resultados.

Referencias bibliográficas:

1. La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia | Gestión [Internet]. [cited 2021 Jun 11]. Available from: <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/la-construccion-un-pilar-de-la-economia-debilitado-por-la-pandemia>
2. ICSC 0612 - ASFALTO [Internet]. [cited 2021 Jun 11]. Available from: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0612&p_version=2
3. NIOSH. Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt. Hazard Rev. 2000;
4. Hernandez FG. TRATADO DE MEDICINA DEL TRABAJO. Segunda Edición. 2012.
5. Trabalhadores EM, Fumaça EÀ, Em EDEC, Empresa UMA, Rodoviária DEI, Martínez JC, et al. De Asfalto De Una Empresa De Infraestructura.

6. Bosetti C, Boffetta P, La Vecchia C. Occupational exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons, and respiratory and urinary tract cancers: A quantitative review to 2005. *Ann Oncol* [Internet]. 2007;18(3):431–46. Available from: <https://doi.org/10.1093/annonc/mdl1172>
7. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Lista de enfermedades profesionales de la OIT. *Conf Int del Trab* [Internet]. 2010;1–8. Available from: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125164.pdf
8. Mastandrea C, Chichizola C, Ludueña B, Sánchez H, Álvarez H, Gutiérrez A. Acta bioquímica clínica latinoamericana Hidrocarburos aromáticos policíclicos . Riesgos para la salud y marcadores biológicos. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam*. 2005;39(1):27–36.
9. Sim MR. Copyright © 2017 American College of Occupational and Environmental Medicine. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017. 1–25 p.
10. Burstyn I, Kromhout H, Johansen C, Langard S, Kauppinen T, Shaham J, et al. Bladder cancer incidence and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons among asphalt pavers. *Occup Env Med* [Internet]. 2007;64:520–6. Available from: www.occenvmed.com
11. Alicandro G, Rota M, Boffetta P, La Vecchia C. Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and lymphatic and hematopoietic neoplasms: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Arch Toxicol*. 2016;90(11):2643–56.
12. Sabando Carranza JA, Carrasco DC. La enfermedad invisible. *FMC Form Medica Contin en Aten Primaria* [Internet]. 2013;20(7):383–90. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072\(13\)70610-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072(13)70610-8)
13. Paredes Rizo ML. Sensibilidad Química Múltiple: análisis de un caso registrado en un Hospital de referencia. *Med Segur Trab (Madr)*. 2018;64(251):217–40.
14. Obiols Quinto J. NTP 557: Intolerancia ambiental idiopática (IAI): sensibilidad química múltiple (SQM) y fenómenos asociados. *Inst Nac Segur e Hig en el Trab* [Internet]. 2000; Available from: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_557.pdf

15. Flyvholm M-A, Susitaival P, Meding B, Kanerva L, Lindberg M, Svensson Å, et al. Nordic Occupational Skin Questionnaire - NOSQ [Internet]. Nordic Council of Ministers; 2002 [cited 2021 Jul 14]. Available from: [https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/nordic-occupational-skin-questionnaire--nosq\(7e94e5cf-7043-4ee2-8213-acd9546e52aa\)/export.html](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/nordic-occupational-skin-questionnaire--nosq(7e94e5cf-7043-4ee2-8213-acd9546e52aa)/export.html)
16. Guamangallo Calles MA. Prevalencia De Trastornos Respiratorios En Una Empresa Textil De Algodón De La Ciudad De Quito Más Propuesta De Medidas De Control. 2017;
17. Mercado-Calderón F, , M.C. MEC. Evaluación del 1-hidroxipireno como biomarcador de la exposición industrial a los hidrocarburos aromáticos policíclicos. 1993. p. 607–13.
18. Cavallé Oller N. Exposición simultánea a varios agentes químicos: criterios generales de evaluación del riesgo. Inst Nac Segur e Hig en el Trab [Internet]. 2011;1–8. Available from: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/925w.pdf>
19. Barelli L, Bidini G, Cinti G, Zhang HH, Wang L, Van J, et al. Deutsche Forschungsgemeinschaft. LISTA DE VALORES MAK Y BAT 2018 [Internet]. Vol. 6, Energies. 2018. 1–8 p. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
20. (INSST) INDSYSEET. Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2021. INSST. 148:148–62.
21. Otzen T, Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int J Morphol. 2017;35(1):227–32.
22. Sobus JR, McClean MD, Herrick RF, Waidyanatha S, Onyemauwa F, Kupper LL, et al. Investigation of PAH biomarkers in the urine of workers exposed to hot asphalt. Ann Occup Hyg. 2009;53(6):551–60.
23. Mercedes C. Modelo De Regresión Logística. Gestión en el Terc Milen. 2007;10(20):25–7.

24. Kong H. Riesgos , Costos y Beneficios Grupos y personas vulnerables. 2013;1–4.
25. Ley Orgánica de Salud. Ley organica de salud del Ecuador. Plataforma Prof Investig Jurídica [Internet]. 2015;Registro O:13. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>
26. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Reglamento para la Aprobación, Desarrollo, Vigilancia y Control de los Ensayos Clínicos. Msp [Internet]. 2017;2–6. Available from: <https://www.salud.gob.ec/comision-nacional-de-bioetica-en-salud-cnbs/>
27. MSP Ecuador. Reglamento de los comites de etica de investigacion en Seres Humanos. Lexis [Internet]. 2014;1–14. Available from: https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=8VELVvOHGLHI8Af6nY6IDg&gws_rd=ssl#q=Reglamento+de+los+comites+de+etica+en+ecuador+carina+vance
28. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Reglamento de información confidencial en el Sistema Nacional de Salud. Acuerdo Minist 5216. 2015;1–8.
29. Escudero Andino PD. Material particulado y su incidencia en alteraciones respiratorias en los trabajadores de la construcción en viviendas rurales tipo MIDUVI. 2017;197. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25950>
30. Tepper AL, Burr GA, Feng HA, Singal M, Miller AK, Hanley KW, et al. Acute symptoms associated with asphalt fume exposure among road pavers. *Am J Ind Med.* 2006;49(9):728–39.
31. Neghab M, Zare Derisi F, Hassanzadeh J. Respiratory symptoms and lung functional impairments associated with occupational exposure to asphalt fumes. *Int J Occup Environ Med* [Internet]. 2015;6(2):113–21. Available from: <https://doi.org/10.15171/ijoem.2015.473>
32. Xu Y, Kåredal M, Nielsen J, Adlercreutz M, Bergendorf U, Strandberg B, et al. Exposure, respiratory symptoms, lung function and inflammation response of road-paving asphalt workers. *Occup Environ Med.* 2018;1–7.
33. Nordic Council Of Ministers. NOSQ-2002 / short in Spanish – Enfermedades cutáneas de origen profesional. 2010;1–4.

34. Sala-Sastre N, Herdman M, Navarro L, De La Prada M, Pujol R, Serra C, et al. Dermatitis profesionales. Adaptación transcultural del cuestionario Nordic Occupational Skin Questionnaire (NOSQ-2002) del inglés al castellano y al catalán. *Actas Dermosifiliogr.* 2009;100(8):685–92.
35. Väänänen V, Hämeilä M, Kalliokoski P, Nykyri E, Heikkilä P. Dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons among road pavers. *Ann Occup Hyg.* 2005;49(2):167–78.
36. Piñero S, Rivero E, González S, Marrero S, Romero G. Niveles urinarios de 1-Hidroxipireno en trabajadores expuestos a Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en la Industria de la Goma *. 2013;21(2):141–9.
37. Sobus JR, McClean MD, Herrick RF, Waidyanatha S, Nylander-French LA, Kupper LL, et al. Comparing urinary biomarkers of airborne and dermal exposure to polycyclic aromatic compounds in asphalt-exposed workers. *Ann Occup Hyg.* 2009;53(6):561–71.
38. Avello Martínez R, Rodríguez Monteagudo M, Rodríguez Monteagudo P, Sosa López D, Companioni Turiño B, Rodríguez Cubela RL. ¿Por qué enunciar las limitaciones del estudio? *Medisur Rev Ciencias Médicas Cienfuegos.* 2019;17(1):10–2.