TRABAJOS EN ASFALTO:
Evaluación de Higiene Industrial

Eduardo Shaw, CIH
Licenciado en Seguridad Ocupacional
Magíster en Higiene Industrial
Higienista Industrial Certificado

La sobre-exposición a humos de asfalto, ¿causa cáncer?

¿Existe un alto riesgo de **sobre**-exposición a humos de asfalto durante la tarea de pavimentación?

TEMARIO

- Asfalto
- Riesgos
- Límites Ocupacionales
- Estudios de la Exposición
- Caso Estudios
- Controles

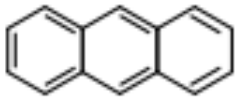
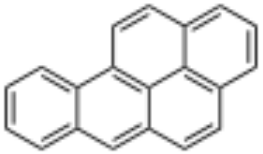
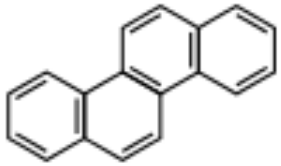
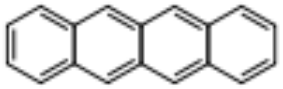
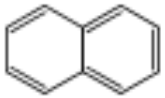
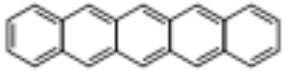
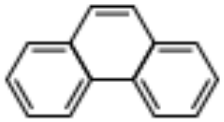
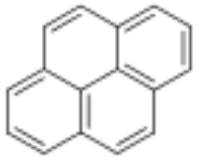
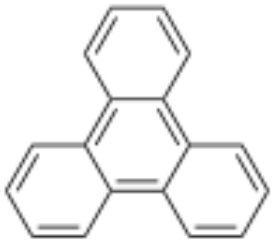
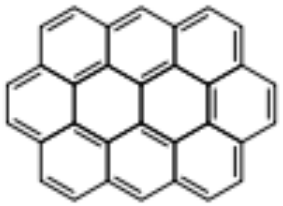
DEFINICIÓN

Asfaltos: Químicamente pueden definirse como: “Complejas mezclas de componentes químicos de alto peso molecular, predominantemente asfaltenos, hidrocarburos cíclicos (aromáticos o nafténicos) y una cantidad menor de componenetes saturados de baja reactividad química”.

DEFINICIÓN: Humos de asfalto

- Partículas sólidas suspendidas en el aire, las cuales tienen un tamaño menor o igual a 12,5 µm y poseen una forma irregular

- Mezcla compleja de aerosoles y vapores que contienen compuestos orgánicos:
  - hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
  - hidrocarburos alifáticos
  - compuestos heterocíclicos que contienen átomos de nitrógeno, oxígeno y azufre.

Compuesto químico	Fórmula esqueletal	Compuesto químico	Fórmula esqueletal
Antraceno		Benzo[a]pireno	
Criseno		Coroneno	
Coranuleno		Naftaceno	
Naftaleno		Pentaceno	
Fenantreno		Pireno	
Trifenileno		Ovaleno	

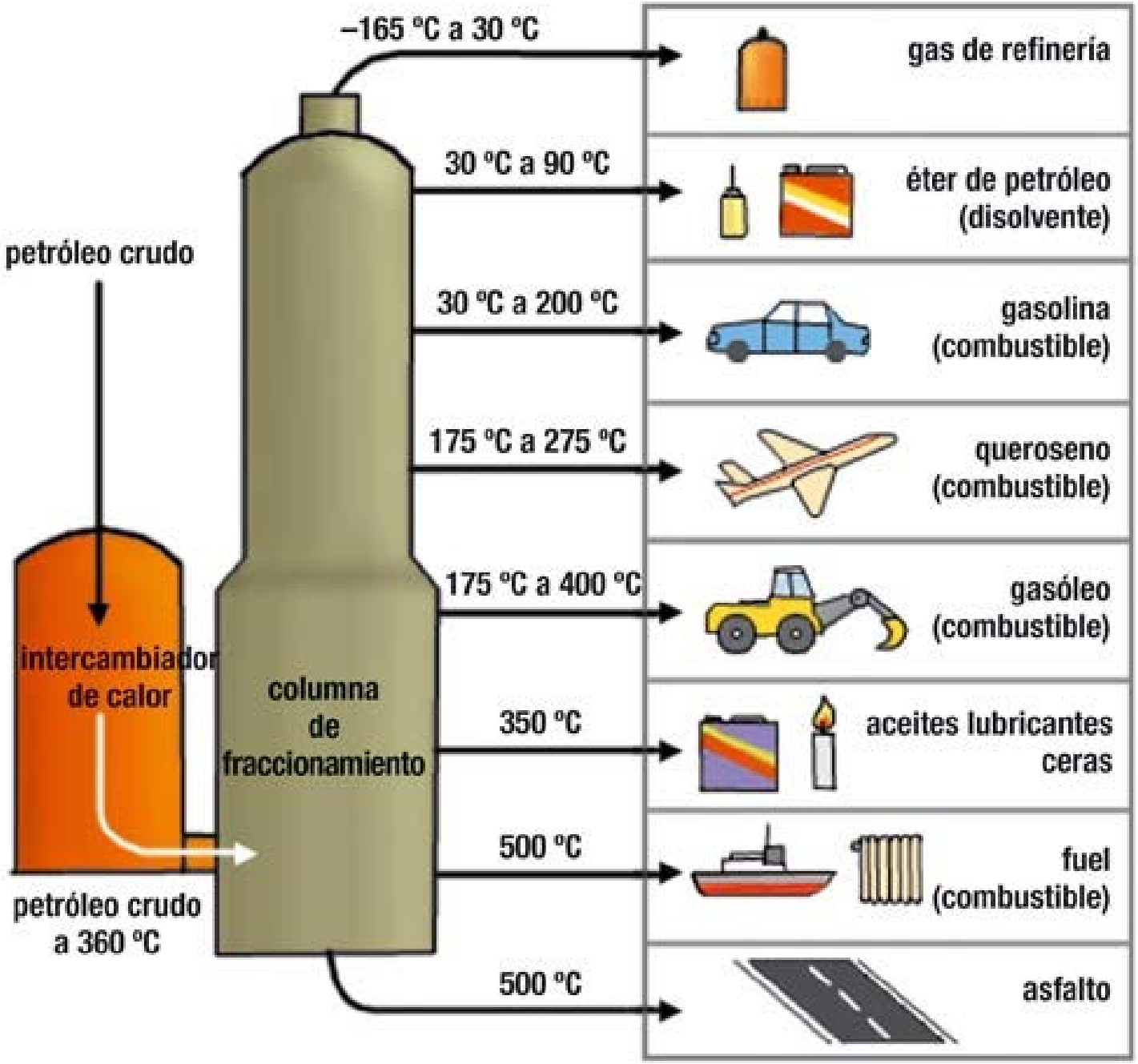
FUENTES

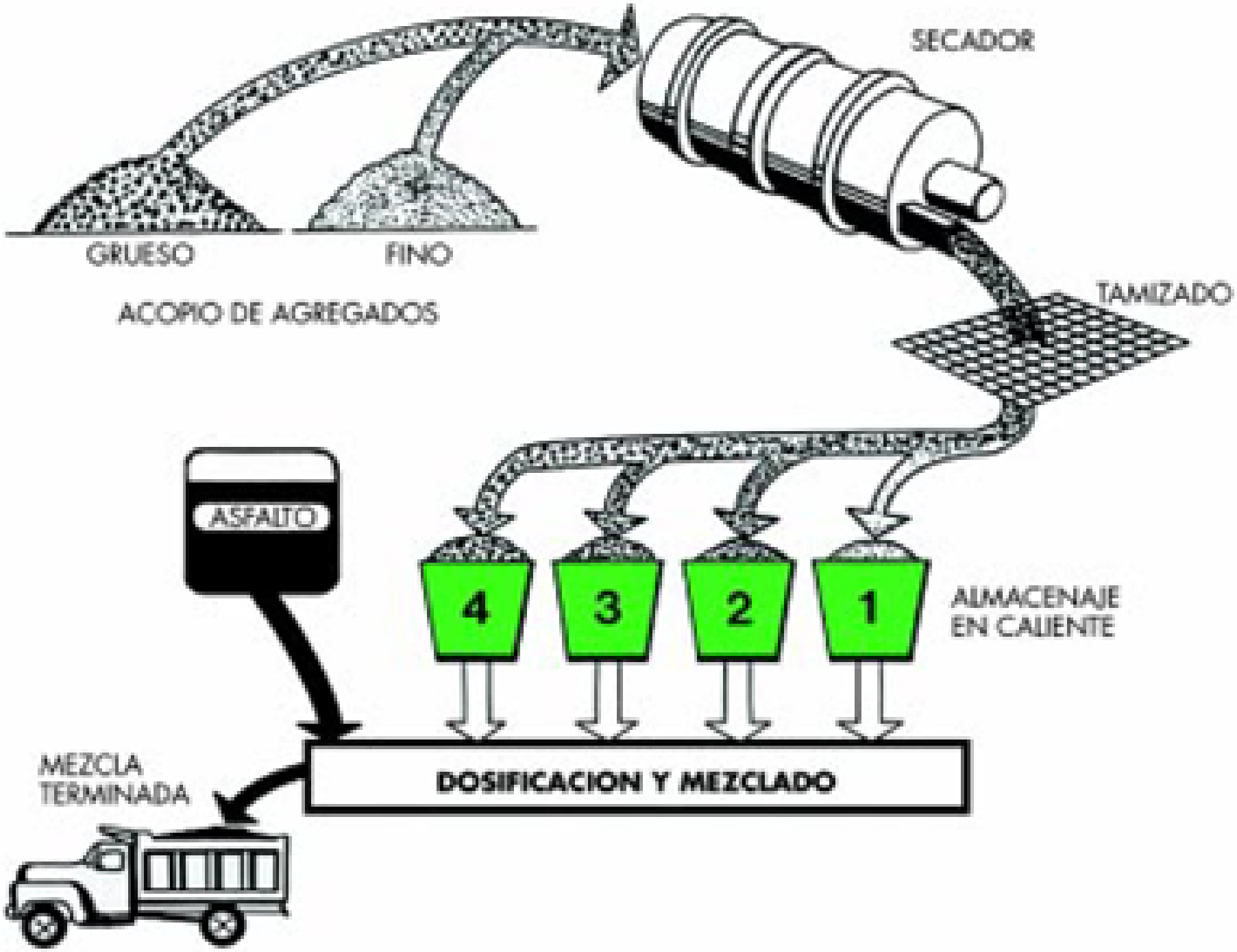
- Natural
  - Lago Asfaltites (Mar Muerto)
  - Lago Guanoco (Venezuela)
  - Lago La Brea (Isla Trindad)

- Producto de la Refinación del Petróleo

La Brea (Isla Trinidad)

Guanoco (Venezuela)


–165 °C a 30 °C
gas de refinería
30 °C a 90 °C
éter de petróleo
(disolvente)
petróleo crudo
30 °C a 200 °C
gasolina
(combustible)
175 °C a 275 °C
queroseno
(combustible)
175 °C a 400 °C
gasóleo
(combustible)
intercambiador
de calor
columna
de
fraccionamiento
350 °C
aceites lubricantes
ceras
500 °C
fuel
(combustible)
petróleo crudo
a 360 °C
500 °C
asfalto


SECADOR
GRUESO
FINO
ACOPIO DE AGREGADOS
TAMIZADO
ASFALTO
4
3
2
1
ALMACENAJE
EN CALIENTE
DOSIFICACION Y MEZCLADO
MEZCLA
TERMINADA

50 SHADES
OF GREY

PROPIEDADES

- Resistente
- Adhesividad
- Impermeabilidad

- Baja durabilidad

APLICACIONES

- **Pavimento**

- Techado

- Impermeabilización

RIESGOS

- Químico
  - Humo de asfalto
- Físico (Equipos)
  - Ruido
- Térmico (Operación)
  - Estrés calórico

RIESGO – Humo de asfalto

- Efectos agudos
- En general, leves y transitorio

- Afectan tres sistemas:

RIESGO – Humo de asfalto

- Irritación:
  - mucosa de los ojos
  - fosas nasales
  - aparato respiratorio

RIESGO – Humo de asfalto

- Dermatitis, lesiones parecidas al acné, queratosis ligeras, fotosensibilización y melanosis
  - Cara, manos, brazos, y piernas

RIESGO – Humo de asfalto

- Nausea, dolor estomacal, dolor de cabeza, fatiga, pérdida del apetito

RIESGO – Humo de asfalto

- Efectos Crónicos
- ¿Cancerígeno?
  - Pulmón, estómago, sangre, y piel

National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH

Potencial cancerígeno ocupacional

ACGIH®

A4: No clasificado como cancerígeno

International Agency for Research on Cancer

World Health Organization

Techado – 2A: Probablemente cancerígeno a humanos

Pavimentación – 2B: Posiblemente cancerígeno a humanos

LÍMITES OCUPACIONALES

ACGIH®

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

National Institute for Occupational Safety and Health
NIOSH

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

2014

TLVs® y BEIs®

Basado en la documentación de

Valores Umbral Límite

Para sustancias Químicas y Agentes Físicos

&

Índices Biológicos de Exposición

ACGIH®

Definiendo la Ciencia de la Salud ambiental y Ocupacional

ACHO

CAPÍTULO ANTIOQUIA

AMHI

ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIGIENE INDUSTRIAL, A.C.

AVHO

Asociación Venezolana de Higienistas Ocupacionales

ACHISO

Asociación Chilena de Higiene Industrial y Salud Ocupacional

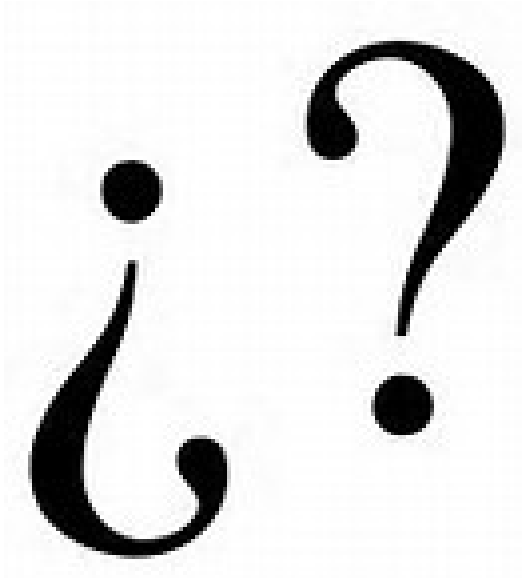
VALORES ADOPTADOS

Sustancia (No. CAS) (Fecha de la *Documentación*)	TWA	STEL	Notaciones	PM	Bases TLV®
Anilina [62-53-3] (1979)	2 ppm	-	Piel; A3; BEI	93.12	Metahemoglobinemia
o-Anisidina [90-04-0] (1979)	0.5 mg/m³	-	Piel; A3; BEI_M	123.15	Metahemoglobinemia
p-Anisidina [104-94-9] (1979)	0.5 mg/m³	-	Piel; A4; BEI_M	123.15	Metahemoglobinemia
Antimonio [7440-36-0] y compuestos como Sb (1979)	0.5 mg/m³	-	-	121.75	Irritación piel y TRS
ANTU [86-88-4] (1990)	0.3 mg/m³	-	A4; Piel	202.27	Efecto tiroideo; Náuseas
* Argón [7440-37-1]	Asfixiante simple[D], Ver apéndice F: contenido mínimo de oxígeno			39.95	Asfixia
Arsénico [7440 -38-2] y compuestos inorgánicos como As (1990)	0.01 mg/m³	-	A1; BEI	74.92 Varía	Cáncer pulmón
Arseniuro de galio [1303-00-0] (2004)	0.0003 mg/m³[R]	-	A3	144.64	Irritación TRI
Arsina [7784-42-1] (2006)	0.005 ppm	-	-	77.95	Afecta sistema vascular y SNP; Afecta hígado y riñones
Asbestos[1332-21-4] todas las formas (1994)	0.1 f/cc [F]	-	A1		Neumoconiosis; Cáncer pulmón Mesotelioma
Asfalto (betún) humos [8052 -42-4] como aerosol soluble en benceno (1999)	0.5 mg/m³ [I]	-	A4; BEI_P	-	Irritación TRS y ojos
* Atrazina [1912 -24-9] (y triazinas simétricas relacionadas) (2013)	2 mg/m³ [I]	-	A3	215.69	Efecto Hematológico, Repro & del desarrollo

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL. CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN AMBIENTES DE TRABAJO PRODUCIDA POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.

REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI – COPANIT 43-2001



Asphalt fumes NIOSH Guía de Bolsillo Sobre Riesgos Químicos

Synonyms & Trade Names Asphalt: Asphaltum, Bitumen (European term), Petroleum asphalt, Petroleum bitumen, Road asphalt, Roofing asphalt

CAS No. 8052-42-4	**RTECS No.** CI9900000	**DOT ID & Guide** 1999 130 (asphalt)
	Conversion	**IDLH** Ca [N.D.] See: IDLH INDEX
Exposure Limits NIOSH REL : Ca C 5 mg/m³ [15-minute] See Appendix A, Appendix C **OSHA PEL** : none		**Measurement Methods** **NIOSH** 5042 See: NMAM or OSHA Methods

Para Material Particulado Total, MPT)

Physical Description Fumes generated during the production or application of asphalt (a dark-brown to black cement-like substance manufactured by the vacuum distillation of crude petroleum oil).

Properties vary depending upon the specific asphalt formulation or mixture.					

Asphalt: Combustible Solid

Incompatibilities & Reactivities None reported [Note: Asphalt becomes molten at about 200°F.]

Exposure Routes inhalation, skin absorption, skin and/or eye contact

Symptoms irritation eyes, respiratory system; [potential occupational carcinogen]

Target Organs Eyes, respiratory system

Cancer Site [in animals: skin tumors]

National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL PARA AGENTES QUÍMICOS EN ESPAÑA 2008

14

CAS	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				NOTAS
		VLA-ED		VLA-EC		
		ppm	mg/m^3	ppm	mg/m^3	
8052-42-4	Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno		0,5			

Tabla 3: Valores límites a los humos de esfalto en el mundo

ESTÁNDARES Y REGULACIONES	
ORGANIZACIÓN	***ESTÁNDAR***
Administración de Salud y Seguridad en minas (MSHA) STANDARD - aire EE.UU.	TWA = 5 mg/m3 (humo)
Límite de exposición ocupacional - AUSTRALIA	TWA = 5 mg/m3, JAN1993
Límite de exposición ocupacional - BELGICA	TWA = 5 mg/m3, JAN1993
Límite de exposición ocupacional - ALEMANIA	Carcinogen, JAN1999
Límite de exposición ocupacional - NORUEGA	TWA = 5 mg/m3, JAN1999
Límite de exposición ocupacional - POLONIA	TWA = 5 mg/m3 (humo), STEL 15 mg/m3 (humo), JAN1999
Límite de exposición ocupacional – GRAN BRETAÑA	LTEL 5 mg/m3, STEL 10 mg/m3, JAN1993
Límite de exposición ocupacional - ESPAÑA	VLA-ED = 5 mg/m3, 2008

TWA = time-weighted average (media ponderada en el tiempo, 8h/día)
STEL = short term exposure limit (límite de exposición para cortos periodos)

*Como Material Particulado Total (MPT)

ESTUDIOS SOBRE LA EXPOSICÓN

- Pavimentación:
  - < 1,0 mg/m^3 MPT
  - < 0,3 mg/m^3 FSB
- Techado / pavimentación bajo tierra:
  - < 1,6 mg/m^3 MPT
  - < 0,76 mg/m^3 FSB

Concentración de humos de asfalto en los lugares de trabajo (NTP-USA)

FUENTE DE EXPOSICIÓN U OPERACIÓN	*CONCENTRACIÓN (mg/m³)*	
	FSB (nº de muestras)*	*PARTÍCULAS TOTALES*
Refinería de asfalto	0.11 a 13 (48)	0.02 a 14 (50)
Pavimento caminos	ND a 0.77 (97)	ND a 15.1 (541)
Preparación de mezcla asfáltica caliente (HMA)	0.3 a 1.7 (33)	ND a 7.2 (41)
Techados	ND§ a 6.88 (146)	0.04 a 12.56 (91)
Fabricación de productos de techado	0.01 a 3.7 (34)	0.07 a 31.9 (84)
Preparación de mezcla asfáltica caliente (HMA)	0.08 a 13.6 (22)	1.10 a 423 (44)

NTP
National Toxicology Program
U.S. Department of Health and Human Services

Estudio	Media Geométrica (mg/m^3) FSB (N)[1]	Media Geométrica (mg/m^3) MPT (N)
Hicks (15), 1995	0,27 (38)	1,4 (38)
Gamble (1), 1999	0,08 (77)	0,60 (77)
Calzavara (4), 2003	0,09 (58)	0,74 (58)
Presente	0,08 (79)	0,37 (86)

CASO ESTUDIO #1

INS
INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROS

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Determinación de la exposición a humos de asfalto en trabajadores de carreteras.

Investigadoras:
María de Lourdes Medina E.
María Gabriela Rodríguez Zamora.

Junio 2009

- Monitoreo personal y encuesta
- Tareas: “Bacheo y Carpeteo”
- Muestras personales: 86
  - Promedio de la duración del muestreo: 4,5 horas
- Empresas involucradas: 5

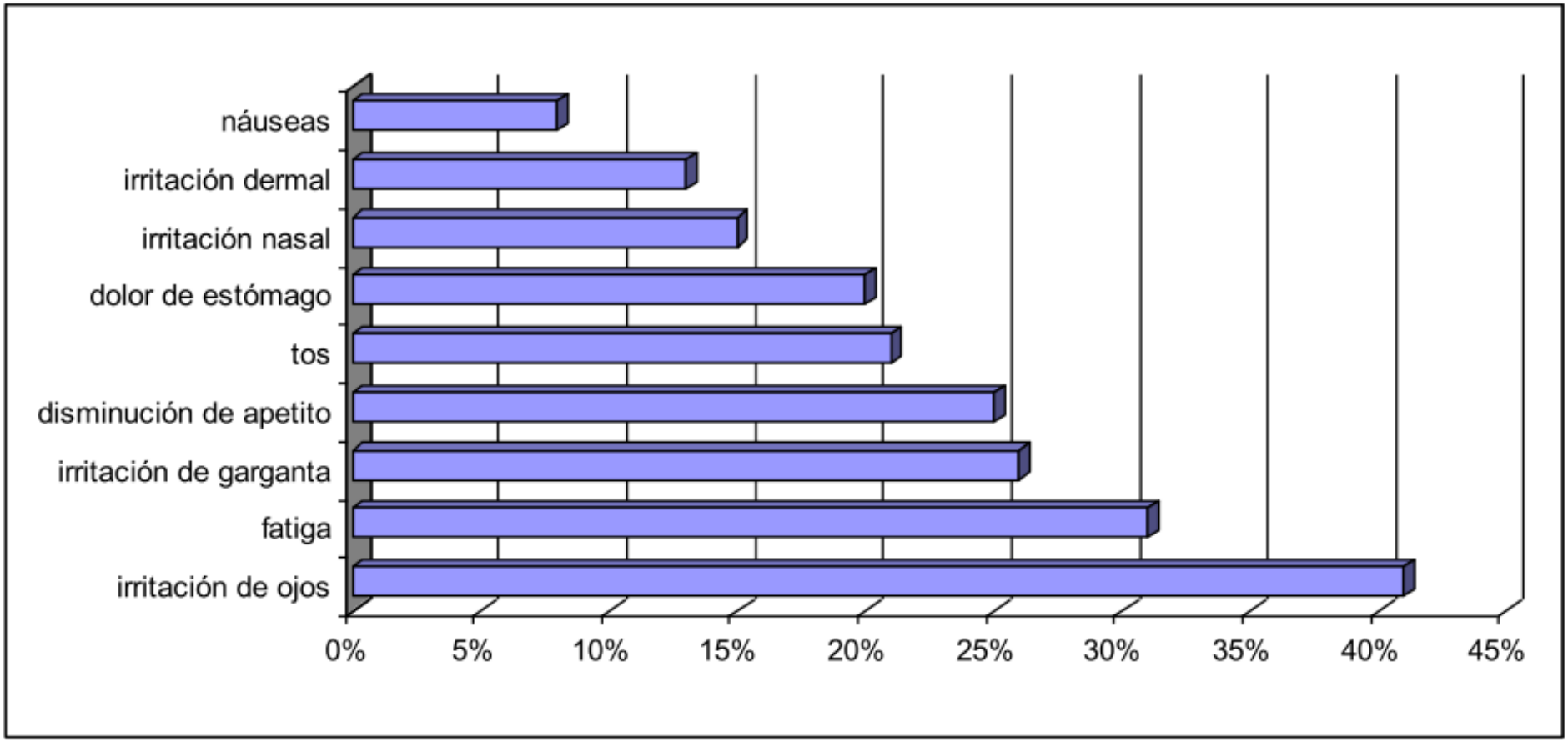


Figura 1: Porcentaje de trabajadores que reportó síntomas asociados con exposición a humos de asfalto

N = 39

Cuadro 3. Valores de tendencia central en mg/m^3 de las concentraciones según tipo de proyecto muestreado

Tipo de Proyecto	Estimador de máxima probabilidad MPT (DGE)	Rango MPT	Estimador de máxima probabilidad FSB (DGE)	Rango FSB
Bacheo	0,50 (2,4)	0,05 – 1,6	0,16 (3,8)	0,018 – 0,77
Carpeteo	0,69 (3,0)	0,05 – 2,6	0,13 (3,3)	0,018 – 0,44

Cuadro 4. Valores de tendencia central en mg/m^3 para los diferentes puestos de trabajo muestreados

Puesto de trabajo	Estimador de máxima probabilidad MPT (DGE)	Rango MPT	Estimador de máxima probabilidad FSB (DGE)	Rango FSB
Palero	0,53 (2,2)	0,05 – 2,02	0,17 (3,8)	0,02 – 0,77
Rastrillero	0,46 (2,6)	0,05 – 1,6	0,14 (3,3)	0,02 – 0,50
Planchero	1,52 (5,0)	0,05 – 4,5	0,15 (4,1)	0,02 – 0,28
Tolvero*	1,72 (1,8)	0,05 – 2,70	0,12 (0,04)	0,08 – 0,14
Operador de Finisher	0,33 (2,5)	0,05 - 0,69	0,27 (3,7)	0,018 – 0,30
Operador de Backhoe	0,59 (2,1)	0,17 - 0,98	0,23 (4,2)	0,02-0,46

*Para el puesto de tolvero se obtuvieron muy pocas muestras por lo que los valores reportados corresponden al promedio ponderado y desviación estándar normales.

Conclusiones

- Las exposiciones a humo de asfalto (MPT y FSB) están por debajo de límites ocupacionales
  - Dos muestras de FSB sobre el límite
- No hay relación entre concentración y tipo de proyecto, puestos de trabajo, o empresa
- Los obreros reportaron síntomas de exposición a humos de asfalto

FEELS LIKE
PIONEER SUSPENSION

FEELS LIKE
PIONEER SUSPENSION

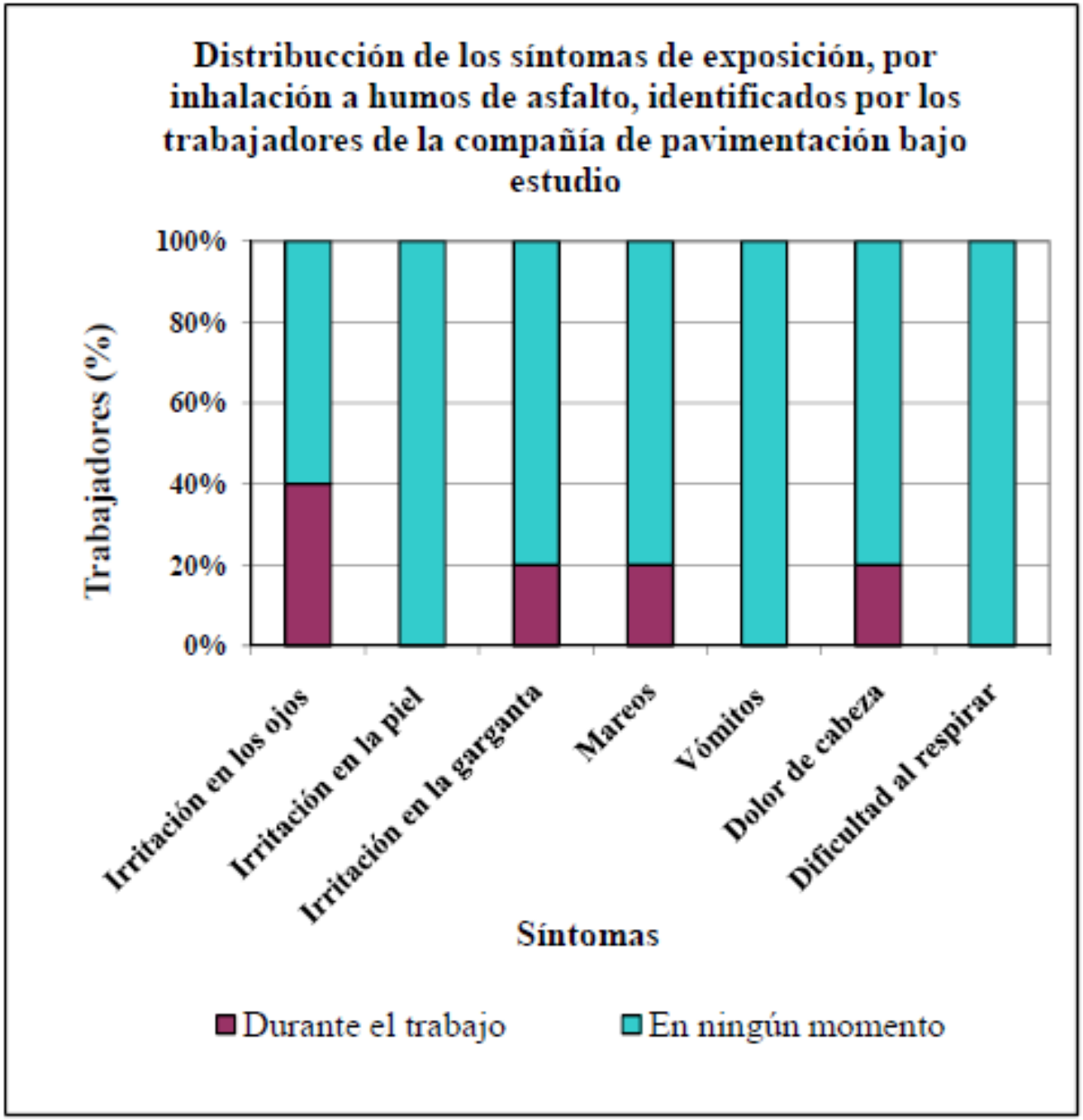
CASO ESTUDIO #2

UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES
SAN JUAN, PUERTO RICO

Por
Yesenia Garrafa Echevarría

5 de mayo de 2009

- Monitoreo personal y encuesta
- Tareas: Pavimentación
- Muestras personales: 18
  - 15 de turno entero vs. ACGIH TLV
  - 3 de turno parcial vs. NIOSH REL
- Empresas involucradas: 1


Distribucción de los síntomas de exposición, por inhalación a humos de asfalto, identificados por los trabajadores de la compañía de pavimentación bajo estudio
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Trabajadores (%)
Irritación en los ojos
Irritación en la piel
Irritación en la garganta
Mareos
Vómitos
Dolor de cabeza
Dificultad al respirar
Síntomas
Durante el trabajo
En ningún momento

n = 5

Resultados para la Fracción Soluble en Benceno (FSB)

Id del empleado	Tarea que realiza	Día 1 de mu 10-21-0	Día 2 de mues 10-22-08	Día 3 de mues 10-23-08
		Concentración (mg/m^3)	Concentración (mg/m3)	Concentración (mg/m^3)
AA	Lupero	0.040	0.063	0.062
BB	Palero	0.041	0.063	0.062
CC	Manivelero	0.040	0.063	0.062
DD	Palero	0.041	0.063	0.062
FF	Rolero	0.062	0.063	0.063

Resultados para el Material Particulado Total (MPT)

Id del empleado	Tarea que realiza	Día 1 de mues 10-21-08	Día 2 de mue 10-22-08	Día 3 de mues 10-23-08
		Concentración (mg/m^3)	Concentración (mg/m3)	Concentración (mg/m^3)
EE	Operador del equipo para pavimentar	6.66	6.66	10.68

Conclusiones

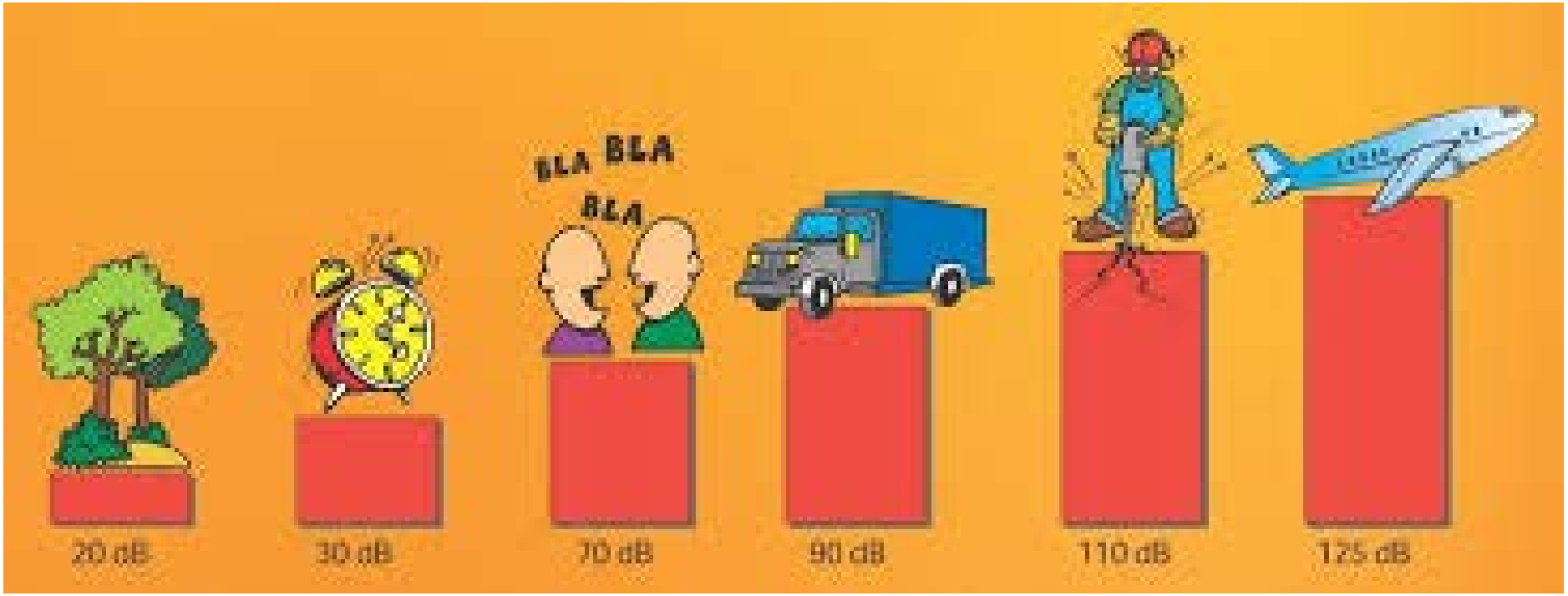
- Las concentraciones de humo de asfalto están por debajo del ACGIH TLV
- Las concentraciones para el operador de la pavimentadora exceden el NIOSH REL. Implementar controles
- Expandir muestreo
- Los obreros reportaron síntomas de exposición a humos de asfalto

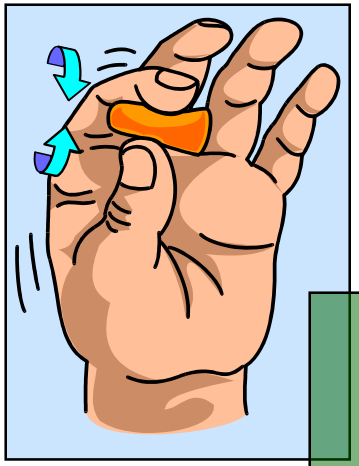
MEDIDAS DE PREVENCIÓN

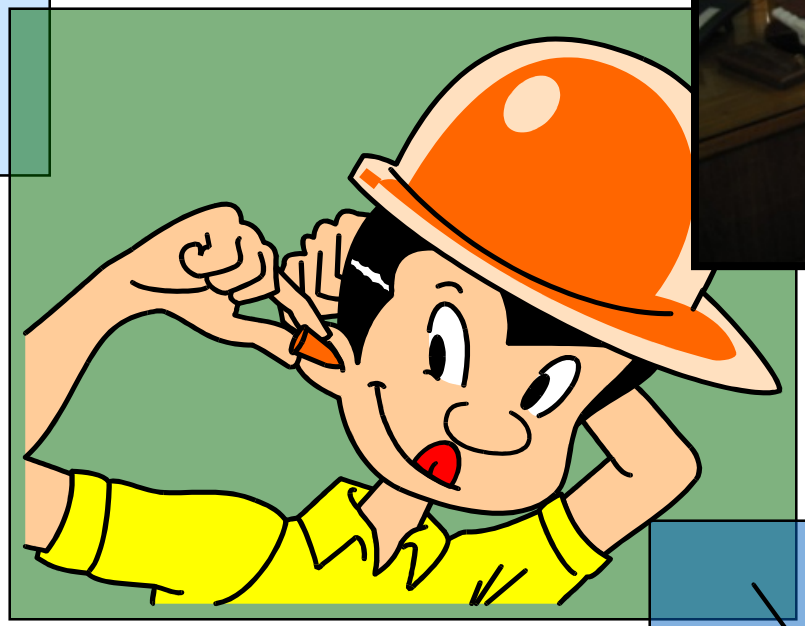
- ¿Sustitución?
- Manipular el producto a la menor temperatura posible (evitar superar 160 °C)
  - ¿Asfalto frio?
- Trabajos en sentido contrario a la dirección del viento
- Capacitación y formación
- Higiene personal
- Equipo de protección personal
- Duchas de emergencia

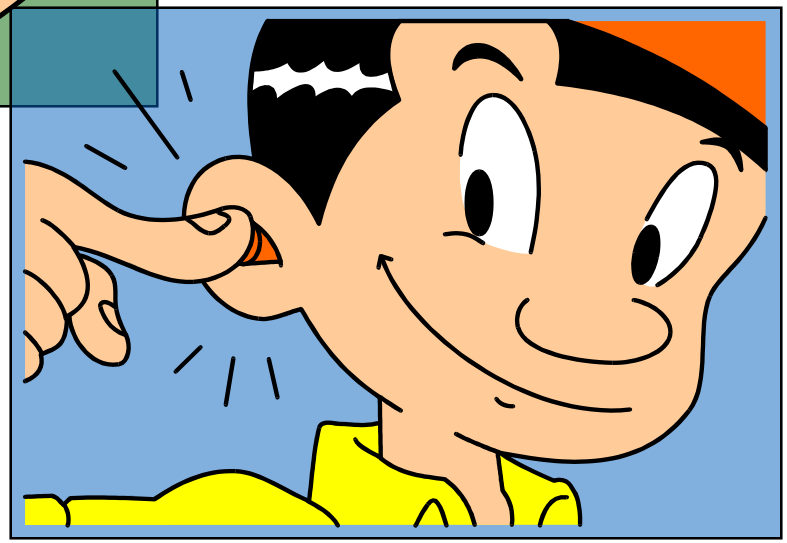
RIESGO - Ruido

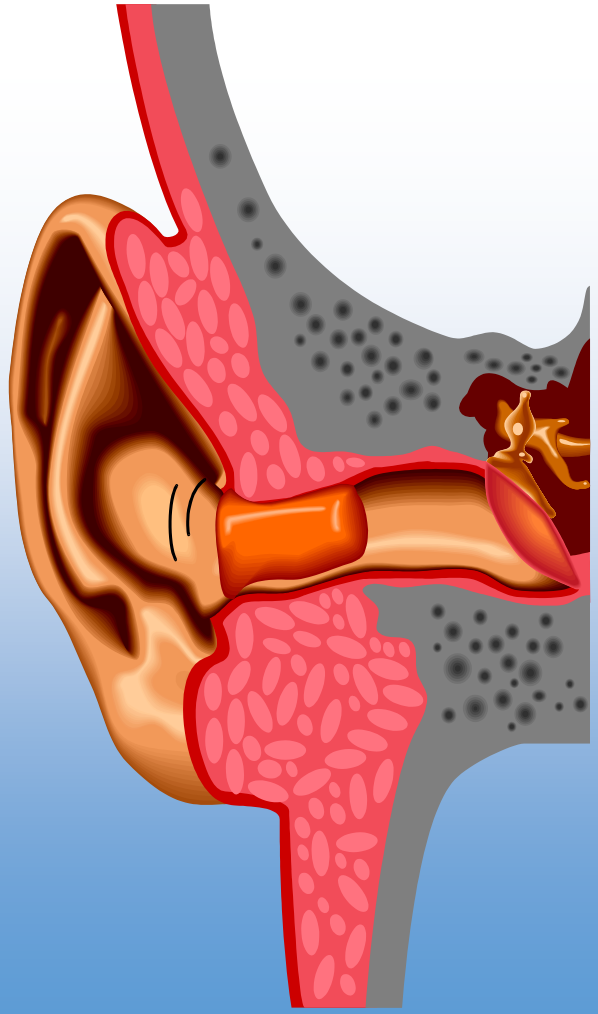
Decibeles











RIESGO – Estrés Térmico

ALTAMENTE DESHIDRATADO
Tomá inmediatamente una botella de agua!!

AÚN ESTÁS MUY DESHIDRATADO
Tomá una botella de agua, te sentirás mucho mejor

MODERADAMENTE DESHIDRATADO
Perdés agua a lo largo del día, es necesario que tomes más agua!

CASI LO LOGRASTE
Tomá más agua para eliminar los desechos producidos en tu entrenamiento.
Mantenete hidratado y saludable!

BUEN TRABAJO!
AHORA NO TE VUELVAS A DESHIDRATAR
Tomá 8-12 vasos grandes de agua durante el día para lograr mantener este color!

La sobre-exposición a humos de asfalto, ¿causa cáncer?

¿Existe un alto riesgo de sobre-exposición a humos de asfalto durante la tarea de pavimentación?

Qué es mejor, ¿pavimentar con asfalto o concreto?

¿Preguntas/comentarios?

Eduardo Shaw, CIH

eshaw@pancanal.com
eduardoshaw@yahoo.com

+507 6747 1539

¡Gracias!

4:08 / 6:30

MONITOREO

9.1. Método NIOSH 5042. "Humos de Asfalto, benceno soluble y partículas totales". Validado en 15 enero 1998.

- Datos: P.m.: variable; CAS: 8052-42-4 asfalto (humo de asfalto).

- Valores límites: OSHA: No PEL; NIOSH: C 5 mg/m3 (15-min) como partículas totales ACGIH: 5 mg/m3.

- Toma de muestras. Soporte: Filtro de PTFE de 37-mm y 2-µm. Caudal: 1 a 4 L/min. Vol-min: 28 L @ 5 mg/m3; - Max: 400 L @ 5 mg/m3.

- Técnica Analítica: Gavimetría.

MONITOREO

9.2. Método OSHA 52. "Humos de Asfalto" (petróleo)

- Datos: Pm: variable; CAS: 8052-42-4 asfalto (humo de asfalto). Sospechoso cancerígeno (HE2); Irritante para la piel (HE16-CL) y Fotosensible.

- Valores límites: ACGIH TLV: 0.5 mg/m3 TWA; Apéndice A4 (No Clasificable como cancerígeno en humanos). NIOSH REL: 5 mg/m3 techo (15 minutos). Potencial Carcinogénico.

- Toma de muestras. Soporte: Filtro de PTFE de 37-mm y 2-µm (Filtro con ciclón Holder). Caudal (max): 2 L/min. Vol- Max: 960 L. Tiempo 8 horas.

- Técnica Analítica: Gavimetría y para el benceno solubles / Cromatografía Líquida de alta resolución HPLC / UV (detector) / Fluorescencia. Límite de detección (LD): 6.0 µg/muestra para la fracción soluble de benceno.