



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Riesgos en asfaltado de carreteras: Riesgos
higiénicos y ergonómicos.

Autor/es

Jose Vicente Mancebo Larriba

Director/es

Vicente Pedro Lafuente Pastor

Facultad de Derecho
Año 2015

Índice:

I.	Objetivo	pág	3
II.	Metodología	pág	4
III.	Aportación	pág	6
IV.	Riesgos higiénicos	pág	7
	a. Asfalto	pág	7
	b. Valores Limite	pág	10
	c. Puestos críticos	pág	11
	i. Operario del silo de transferencia	pág	11
	ii. Conductor de extendedora asfáltica	pág	12
	iii. Peón reglista	pág	13
	iv. Regador	pág	13
	v. Peón palista	pág	14
	vi. Conductor compactador	pág	14
	d. Mediciones	pág	15
	i. Medición 1:	pág	15
	ii. Medición 2:	pág	23
	iii. Medición 3:	pág	27
	e. Medidas preventivas	pág	29
	i. Operario del silo de transferencia	pág	32
	ii. Conductor de extendedora asfáltica	pág	32
	iii. Peón reglista	pág	33
	iv. Regador	pág	34
	v. Peón auxiliar del reglista	pág	35
	vi. Conductor compactador	pág	35
	f. Innovación	pág	36
	i. Guiado remoto de extendedoras	pág	36
	ii. Mezclas asfálticas tibias	pág	38
	g. Carcinogenicidad	pág	42
V.	Riesgos Ergonómicos	pág	45
	a. Medidas preventivas	pág	47
VI.	Conclusión	pág	50
VII.	Bibliografía	pág	52

Me gustaría agradecer la colaboración de mi director de proyecto a Vicente Pedro Lafuente Pastor, Secretario Consejo Territorial de Aragón de la Fundación Laboral de la Construcción de Aragón; y a Esther Gómez Responsable del Área de Seguridad y Salud de Atenea S.A, sin los cuales la elaboración de este trabajo fin de máster hubiera sido imposible.

I. Objetivo:

El presente trabajo, tiene como objetivo analizar los diferentes riesgos a los que están expuestos los trabajadores que trabajan con compuestos asfálticos desde el punto de vista de la higiene y de la ergonomía, siendo estas dos disciplinas muy olvidadas en las obras de construcción. El objetivo de los técnicos de prevención se centra casi únicamente en conseguir unas mínimas condiciones de seguridad para los trabajadores. Es por esta razón, o por desconocimiento de algunos técnicos, así como falta de voluntad de las empresas, que este campo se encuentra muy poco investigado y no se han tomado medidas generales que apliquen todas las empresas en unas determinadas circunstancias.

Los humos de asfalto (petróleo) han visto disminuido sus VLA-ED desde principios del año 2004 que era de 5mg/m³ a, en 10 años, verse su valor dividido por 10 siendo actualmente de 0,5 mg/m³. También por tratarse de contaminantes que se ven influenciados por una serie de parámetros y afecciones ajenos a la empresa, y que afectan de manera notable en la exposición que sufren los trabajadores, como puede ser la meteorología, que se trata del factor que más poder de influencia tiene sobre la presencia de contaminantes, que nos encontramos en un lugar con un flujo de aire o no, hace que la dispersión de los contaminantes se produzca antes de que sean respirados por los trabajadores. Existen otros factores que influyen notablemente en la cantidad de sustancias que el trabajador puede respirar, como son la posición en la que trabaja, el puesto que ocupa, la temperatura a la que está el aglomerado, etc.

Por otro lado, también tenemos la caracterización de estos componentes como cancerígenos. La IARC (Agencia Internacional para la investigación del cáncer) establece al asfalto en la clasificación 2B (Posiblemente cancerígenos para los humanos); esta clasificación se debe a que se han hecho investigaciones sin llegar a conclusiones definitivas, pero dado que este mismo hecho ya ha sucedido con otros componentes, se están empezando a encontrar indicios de que las sustancias que forman los aglomerados pueden producir cáncer de pulmón, además de otros efectos con carácter inmediato en las personas como ser picor de garganta y ojos y bronquitis entre otros.

El otro apartado que también es ignorado de manera sistemática por parte de las empresas, es la ergonomía. Este apartado en todo caso no tiene el peso de los contaminantes químicos, por no estar los trabajadores realizando los mismos movimientos de manera sistemática, sino que pueden realizar descansos, y el ritmo de trabajo y de exigencia física depende de factores externos, como puede ser el ritmo de alimentación de la máquina asfaltadora, la precisión de la misma o la longitud de trabajo en una jornada. Pero de todas maneras, existen medidas que se pueden adoptar para facilitar a los trabajadores su tarea y de esta manera evitar que puedan sufrir lesiones músculo-esqueléticas, sobre todo en la espalda, que suele ser la parte más castigada en este tipo de trabajos por tener que permanecer tiempo agachado, o recogiendo restos de asfalto con la pala, o estar de pie de manera continuada durante periodos prolongados de tiempo.

Es por ello que el objetivo de este trabajo es descubrir a partir de los datos recopilados, si se podría actuar de una manera más eficaz en la protección de los trabajadores que pasan su vida laboral realizando estas tareas, para que el trabajador llegue a casa en las mismas condiciones que sale de ella, sin ver reducida su vida extra laboral por la posible aparición de enfermedades.

II. Metodología:

El siguiente trabajo se ha realizado mediante la recopilación de artículos y evaluaciones de riesgos, relacionados con el tema, tanto en inglés como en habla hispana de los que se han intentado sacar una serie de conclusiones. Se ha optado por este método por el hecho de no poder realizar mediciones a trabajadores en estas operaciones en campo; se han tomado como datos válidos los obtenidos en las mediciones registradas a través de toda la documentación recopilada. Así como estudios de carcinogenicidad de los compuestos que forman las mezclas bituminosas. Para la realización en materia de seguridad y ergonomía, también se ha optado por bibliografía de diferentes orígenes, así como los conocimientos adquiridos durante mi formación tanto técnica como preventiva, para establecer una serie de medidas para paliar y reducir la exposición a estos riesgos por parte de los trabajadores.

Se han tomado como referencia las siguientes normas como criterios de evaluación:

- Ley 31/1995: Prevención de riesgos laborales.
- Ley 54/2003: de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- RD 374/2001: sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- RD 665/1997: sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición de agentes cancerígenos durante el trabajo.
 - Modificado por:
 - RD 1124/2000
 - RD 349/2003
- RD 1627/1997: por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 485/1997: disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 1627/1997: disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
 - Modificado por:
 - RD 604/2006
- RD 1215/1997: disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Norma UNE-EN 482:2012: Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos.

- Norma UNE-EN 689:1996: Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.
- Notas técnicas de prevención.
- Valores límite:
 - Para la valoración de los resultados se han utilizado los Valores Limite Ambientales (VLA) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, recogidos en la última edición del documento “Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España”. En su defecto, para aquellos agentes químicos no incluidos en el documento anterior, se utilizará como Valores Limite los TLV según los criterios de la A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Hygienist).
- Fichas internacionales de Seguridad.
- Guía Técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a Obras de Construcción.
- Guía para la Evaluación de Agentes Químicos del INSHT.
- Monografía de agentes cancerígenos por la IARC

III. Aportación:

En construcción el apartado más vigilado es la seguridad por tratarse de la rama de prevención de riesgos laborales más visible a simple vista, y la que puede originar daños inmediatos para la salud de los trabajadores. Esta rama está muy estudiada, aunque todavía no se ha logrado convencer a las diferentes partes para que se respete de manera estricta, siendo siempre más importante el apartado de producción que el de prevención.

Algunos de los problemas de seguridad en las obras, podrían ser evitados con un buen diseño de la obra y unos pasos de construcción bien pensados y meditados. Para ello, sería necesario concienciar en primera instancia a los diseñadores de las mismas, y posteriormente a los encargados, jefes de obras y trabajadores. Porque un trabajo bien hecho, no aumenta los plazos de ejecución si la obra se ha diseñado correctamente. Y reduciría considerablemente “los costes” (inversión) en prevención que tendría que realizar la empresa para mantener seguros a los trabajadores.

Si el apartado de la Seguridad aún no se está cumpliendo en las obras, mucho más olvidado está el apartado de la Higiene, o la Ergonomía que al tratarse de elementos perjudiciales para la salud también pero no ser visibles a simple vista, no están nada estudiados ni cuantificados. Hasta el punto de estar exponiendo a trabajadores a productos químicos peligrosos, sin ningún estudio o medición. Les exponen incluso a productos que pueden llegar a convertirse en cancerígenos, por haber ya ligeros indicios de un aumento de presencia de cáncer de pulmón en trabajadores que trabajan con estos compuestos. Además de producir otros daños para la salud como puede ser irritación de ojos, bronquitis etc. Estamos hablando de los riesgos producidos por la extensión de asfaltos, materia en la que es muy difícil generalizar por tratarse de compuestos muy variados, su composición varía en función de la zona en la que nos encontremos y del tipo de carretera y características a asfaltar; ya que su composición no es fija. También se ven altamente influenciados por las condiciones meteorológicas; debido a ello que es un capítulo muy abandonado de la prevención de riesgos en construcción.

Por lo cual nos hemos decidido a investigar en este tema y abordar los puestos de trabajo en el asfaltado de carreteras desde las tres especialidades de la prevención, aunque siempre incidiendo de manera especial en el apartado higiénico por tratarse del más olvidado e ignorado de todos ellos, pudiendo tener consecuencias muy graves para la salud de los trabajadores a largo plazo.

Vamos a tratar la prevención en las obras de construcción, y más concretamente en la actividad de asfaltado de carreteras desde las tres especialidades, siempre centrandó nuestra atención principalmente en los riesgos higiénicos por tratarse de los más olvidados, y tener una importancia capital. Porque al igual que en los años 90 se exponía a trabajadores a amianto por desconocimiento a su potencial carcinogenicidad, puede estar ocurriendo de la misma manera ahora con los humos de asfalto en esta operación en concreto.

IV. Riesgos Higiénicos:

Los trabajadores que ocupan este puesto de trabajo se ven expuestos a humos de asfalto durante la extensión del mismo, estos pueden variar mucho su composición en función. Por ello, se considera oportuno presentar las propiedades y características del asfalto que es usado en trabajos de conservación/explotación o construcción de carreteras que es el tema en el que estamos involucrados. Ya que el asfalto también es utilizado en impermeabilizaciones de cubiertas de edificio, no vamos a introducirnos en esta función del asfalto, que por supuesto también provoca una exposición de los trabajadores que la realizan a humos de asfalto.

a. Asfalto:

El asfalto o betún es un material bituminoso de color negro que está compuesto principalmente por asfáltenos, resinas y aceites. Estos compuestos le confieren unas propiedades físicas. El asfalto es un material aglomerante, resistente y adhesivo, altamente impermeable y duradero, capaz de resistir esfuerzos y fluir bajo la acción de calor o cargas permanentes. A temperatura ambiente es sólido y resistente, por ello su aplicación se realiza a temperaturas que rondan los 150°; ya que es a esta temperatura donde el asfalto se comporta como un material fluidificado. La temperatura más adecuada para mezclado en instalación mezcladora es aquella a que la viscosidad del asfalto está comprendida entre 75 y 150 segundos Saybolt-Furol. Las temperaturas más elevadas de este campo de variación son normalmente más adecuadas para mezclas con áridos finos. No hay que olvidar que la temperatura de los áridos regula en medida importante la temperatura de la mezcla.

Al igual que el petróleo crudo, el asfalto es una combinación de múltiples hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos heterocíclicos que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno, casi la totalidad de los compuestos son solubles en benceno.

El asfalto es un sólido visco-elástico con una serie de características mecánicas particulares:

1. La viscosidad va en relación directa con la temperatura a mayor temperatura mayor fluidificación del asfalto.
2. El punto de reblandecimiento, es el punto de fusión establecido, es decir la temperatura a la que el asfalto adquiere una fluidez determinada entre 54 y 173°.
3. Ductilidad es la capacidad de deformarse por alargamiento sin que se disgregue sus componentes.
4. La fragilidad es la no capacidad de soportar esfuerzos, y que provoca la pérdida de continuidad en el material, esta propiedad es muy relevante en caso de querer conseguir una impermeabilidad de la zona.
5. El craqueo o “Ensayo Fraass” es la medida de las propiedades de quebrar el asfalto a bajas temperaturas.
6. La pérdida por calentamiento: evaporación de los materiales volátiles que nos indica si el material va a cambiar sus características al calentarlo.
7. La resistividad, nos indica la resistencia al paso de la corriente eléctrica; el asfalto posee una alta resistencia eléctrica.
8. Propiedades térmicas, el asfalto es un buen aislante térmico.

9. Solubilidad en agua: Ninguna.
10. Punto de ebullición: por encima de 300°.
11. Punto de inflamación: por encima de 200°.
12. Temperatura de autoignición: por encima de 400°.

El asfalto en un principio tenía un origen natural, se extraía de yacimientos. En la actualidad, es un residuo de la elaboración de combustibles. Es utilizado como un subproducto a comercializar por la industria petrolífera; que en caso de que el asfalto no se pudiera comercializar como un subproducto, tendría que ser tratado como un residuo peligroso por ser altamente peligroso para el medio ambiente.

El asfalto tiene diferentes utilidades. Se puede usar para la elaboración de morteros, riegos, rellenos de juntas, pavimentos, laminas impermeabilizantes... pero son las empresas dedicadas a la construcción y conservación de carreteras las que mayor consumo de estos materiales realizan.

Principalmente, hay dos métodos para la aplicación de los asfaltos, mediante riego del pavimento y posteriormente extendido de la zahorra. Tanto la imprimación como la extensión de la zahorra se puede realizar de manera manual por medio de lanza alimentada por un camión nodriza, o por la aplicación mediante un camión cisterna dotado de boquillas de proyección. Este método es más utilizado para conseguir una fina capa de acabado en caminos agrícolas o carreteras o caminos que no vayan a tener un tráfico denso, ya que cuando aplicamos el asfalto de esta manera suele ser en capas finas y dúctiles, que muchas veces no son capaces de soportar el paso continuado de tráfico pesado. También es un método muy habitual en pequeñas reparaciones realizadas en bandas de rodadura.

El otro método es la aplicación directa del aglomerado asfáltico, que se realiza mediante maquina extendedora que dosifica las cantidades del material en función de su avance y el grosor establecido para la capa; posteriormente se compacta con rodillos, en este caso el asfalto viene mezclado desde planta y se traslada en camiones bañera a altas temperaturas; son estos los que alimentan a la maquina extendedora de asfalto directamente.

Al ser los métodos de trabajo distintos, los materiales utilizados también los son. Los materiales utilizados en el método de riesgo y posterior aplicación de la zahorra es fundamentalmente emulsiones de betún; formada por una mezcla compleja de hidrocarburos de petróleo y agua compuesta en una proporción variable y no determinada de compuestos orgánicos de elevado peso molecular y una proporción alta de hidrocarburos con un numero de carbonos en su mayor parte superior a C25 (betún) emulsionado en agua y en un medio ácido. La proporción de betún oscila entre un 70% y un 30% del total de la mezcla. La temperatura de aplicación de este método se realiza en torno a 50°.

El proceso de extendido de aglomerado asfáltico se inicia con la preparación del asfalto en planta; que fundamentalmente se compone de piedras y de betún asfáltico modificado; realizando una mezcla compleja de hidrocarburos del petróleo. Esta mezcla suele estar formada por 100 kg de piedra y de 2 a 4 kg de betún. El betún tiene una composición compleja; pero en este caso también podemos encontrar diversos materiales como níquel, hierro o vanadio.

Siguiendo con la información indicada en las fichas de seguridad nº CAS es 8052-42-4. Dentro de su composición no se incluye hasta el momento ningún producto con clasificación peligrosa para la salud. Pero la IARC (Agencia Internacional para la investigación del cáncer) establece al asfalto en la clasificación 2B (Posiblemente cancerígenos para los humanos). A su vez se establecen los siguientes riesgos específicos de la sustancia:

- Incendio: Material combustible
- Exposición:
 - Inhalación: Tos. Jadeo.
 - Piel: En contacto con material calentados quemaduras cutáneas graves
 - Ojos: Enrojecimiento. Dolor.

b. Valores Límite:

La peligrosidad de los compuestos a los que los trabajadores se exponen queda patente con la disminución de los límites de exposición a los mismos. Hasta el año 2003 los VLA-ED para humos de asfalto (petróleo), y aerosoles solubles en benceno era de 5 mg/m³, es en la revisión que se hace de los mismo en 2004 donde se ven reducidos en 10 veces su cantidad hasta el nuevo límite de 0,5 mg/m³.

Definiciones:

- **Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED):** Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED). Los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
- **Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración (VLA-EC):** Es el valor de referencia para la Exposición de Corta Duración (EC). El VLA-EC no debe ser superado por ninguna EC a lo largo de la jornada laboral. Para aquellos agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC constituye un complemento del VLA-ED y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites. En cambio, a los agentes químicos de efectos principalmente agudos como, por ejemplo, los gases irritantes, sólo se les asigna para su valoración un VLA-EC.
- **Límites de Desviación (LD):** Para muchos agentes químicos que tienen asignado un VLA-ED, no se dispone de un VLA-EC. Sin embargo es necesario controlar las desviaciones por encima del VLA-ED, aun cuando este valor se encuentre dentro de los límites recomendados. En estos casos se aplican los límites de desviación. Estos límites de desviación (LD) se han establecido mediante consideraciones de carácter estadístico, a través del estudio de la variabilidad observada en gran número de mediciones, para determinar las exposiciones de corta duración en los procesos industriales reales. Las desviaciones en los niveles de exposición de los trabajadores podrán ser

superiores al valor 3xVLA-ED durante no más de un total de 30 minutos en una jornada de trabajo, no debiendo sobrepasar bajo ninguna circunstancia el valor 5xVLA-ED. Si se mantienen las desviaciones de la exposición dentro de los límites establecidos, se considerará que la exposición está controlada; en caso contrario, será necesario implantar medidas correctoras para mejorar el control.

- **Índice de Exposición (I):** Comparativa de la exposición con los VLA-ED:

$$I = ED \text{ medida} / VLA \text{ ED}$$

Nº CE	CAS	Agente Químico	Valores Límite		NOTAS	FRASE S H
			VLA-ED	VLA-EC		
			mg/m ³	mg/m ³		
232- 490-9	8052- 42-4	Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno	0,5			

Límites de exposición profesional 2015

TLV (The Threshold Limit Values) de la **ACGIH** establece los siguientes Valores Límite:

- **TLV-TWA:** Concentración media ponderada en el tiempo, para exposición de 8 horas diarias y 40 horas semanales.
- **TLV-STEL:** Concentración permisible para exposiciones de corta exposición, no superiores a 15 minutos ni repetidas más de 4 veces al día, con un periodo mínimo de 1 hora entre exposiciones sucesivas.
- **TLV-C:** Concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento.
- **Límites de desviación:** Para exposiciones de corta duración estos límites se fijan de forma que las desviaciones no superen en tres veces el valor TLV-TWA durante 30 minutos en una jornada de trabajo y, en ningún caso, sobrepasaran cinco veces el valor TLA-TWA. En el caso de sustancias con valor TLV-STEL, este tiene prioridad sobre los límites de desviación.

Substance [CAS No]	TWA	STEL/Ceiling	Notations
Asphalt (Bitumen) fume, as benzene-soluble aerosol, Inhalable [8052-42-4]	0.5 mg/m ³		(I)

Table of exposure limits for chemical and biological substances

*(I):

- IARC group 2A carcinogen - Bitumens, occupational exposure to oxidized bitumens and their emissions during road paving
- IARC group 2B carcinogen - Bitumens, occupational exposure to straight-run bitumens and their emissions during road paving.

c. Puestos críticos:

En la conservación y construcción de carreteras en relación con el extendido de asfalto, existen puestos de trabajo que tienen un riesgo crítico por ser los más expuestos a los humos de asfalto.

Existen distintos puestos de trabajo en las operaciones de extensión de aglomerado asfáltico, como son el regador, el operador del silo de transferencia, el conductor de la extendidora, el peón reglista, el peón auxiliar del reglista y el conductor de compactador.

Los puestos más desfavorables son el reglista, el conductor de extendidora asfáltica, y el operario del silo de transferencia del asfalto desde el camión bañera en el que se transporta, para alimentar a la extendidora de manera continua.

Estos son los puestos más expuestos por ser los que están más expuestos a los humos del asfalto cuando todavía se encuentra a unas temperaturas muy altas por lo que la volatilidad de los componentes químicos es mayor. Y por ser los puestos más cercanos cuando el aglomerado asfáltico todavía no se ha extendido en su acabado final.

También porque en el transporte se produce un enfriamiento de las capas superiores (costras) en la bañera que transporta el asfalto, pero manteniéndose el interior del mismo a una temperatura en torno a los 160° o superiores por lo que la evaporación de los componentes químicos se sigue produciendo y almacenando en los poros presentes en la mezcla. A causa del enfriamiento de las capas superiores que se suelen solidificar, y por lo tanto evitan que todos los humos que se producen durante el transporte se liberen. Estos son liberados cuando se produce el vertido del asfalto desde la bañera al silo de transferencia a la maquina extendidora; ya que en este proceso la capa superficial se rompe a causa de los tornillos sin fin que remueven la mezcla para dejarla a una temperatura homogénea, y de esta manera poder extenderla sin ningún tipo de problema.

A continuación describiremos las tareas que realiza cada trabajador:

- Operario del silo de transferencia/alimentador: En el puesto de trabajo se realiza el manejo y conducción del silo de transferencia del asfalto entre el camión bañera y la extendidora para la realización de obras de asfaltado.



Silo de transferencia/Alimentador.

Que tiene las siguientes funciones:

- Reducir la segregación de las mezclas.
 - Reducir las variaciones térmicas de la mezcla, eliminando las costras que se pueden haber formado durante el transporte.
 - Alimentar a la extendedora de manera continua, eliminando las marcas en el pavimento debido a las paradas.
 - Reducir el tiempo de vaciado de los camiones. Aumentar el rendimiento del extendido.
 - Pueden trabajar desplazados lateralmente respecto a la extendedora.
- Conductor de extendedora asfáltica: En el puesto de trabajo se realiza el manejo y conducción de la maquina extendedora de aglomerado asfaltico para la realización de obras de asfaltado.



Extendedora de asfalto.

La extendedora realiza el siguiente proceso: recibe el material procedente de los camiones de alimentación de mezcla bituminosa o desde el silo de transferencia. Los transportadores comederos se utilizan para empujar el asfalto hacia la parte posterior de la máquina. En este punto, los tornillos transportadores giran para separar el asfalto hacia fuera hasta una anchura determinada por el operador. Cada uno de los tornillos transportadores se sujeta a un transportador comedero, permitiendo el control independiente del asfalto desde cualquier lado de la pavimentadora. La unidad de la extendedora, que es precalentada, después entra en acción, nivelando y compactando parcialmente el asfalto.

- **Reglista:** En el puesto de trabajo, el trabajador circula a pie o subido en la plataforma de la extendidora asfáltica y es el encargado de mantener las referencias tanto en sentido longitudinal como en espesor, con las referencias topográficas estipuladas en la fase de acondicionamiento



Reglista controlando el asfaltado y manejando el mando de control de la regla.

- **Regador:** Antes de iniciar los trabajos de asfaltado, se debe regar la plataforma con una emulsión asfáltica para mejorar la adherencia posterior de la mezcla asfáltica. Esto puede realizarse mediante un camión cisterna con boquillas de proyección, o mediante una lanza manejada por un operador regador, alimentada por un camión nodriza. Este trabajador no está expuesto como si a humos de asfalto ya que la temperatura a la que se encuentra esta emulsión es menor.



Regador con lanza.

- Peón palista: Su misión es la de abastecer manualmente de pequeñas cantidades de material para suplir defectos durante el extendido y vigilar que los límites del mismo se efectúan correctamente.



Peón palista realizando labores de acabado.

- Conductor de compactador: Hay varios tipos de compactadores, de rodillos o de neumáticos; dentro de los compactadores de rodillos pueden ser dinámicos, estáticos, o vibrantes. El conductor se encarga de conducir el rodillo compactador por encima de la superficie de aglomerado asfáltico finalizada, en sucesivas pasadas y ambos sentidos, para garantizar una correcta compactación de las capas de aglomerado y de esta manera mejorar también la impermeabilización de la plataforma, y evitar que el asfalto se quiebre con facilidad con el paso del tráfico pesado al encontrarse antes de su paso precargado.



Rodillos compactadores pasando sobre capa aglomerado asfáltico.

d. Mediciones:

A continuación expondremos las mediciones higiénicas que he podido conseguir y a partir de las cuales vamos a establecer las medidas preventivas oportunas para cada puesto:

i. Medición 1:

Las primeras mediciones que mostramos pertenecen a la empresa COLLOSA y está realizado por FREMAP. Esta primera medición se realizó por los cambios en las condiciones de trabajo; ya que en el año en que se realizó 2004, fue el año donde se redujeron en 10 veces el límite de exposición a humos de asfalto.



MUESTREO DE HUMOS SOLUBLES EN CICLOHEXANO CON BETÚN ASFÁLTICO TRADICIONAL

MUESTRAS		AGENTES MUESTREADOS	RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTALES (mg/m ³)			ÍNDICE de EXPOSICIÓN (*) I (%)
Ref.	Tiempo Muestreo (min.)		Por muestra	ED 8 h/día	EC 15 min.	VLA-ED	VLA-EC	NOTAS (**)	
H04FH09008 Puesto de ENCARGADO	160	Humos de asfalto	0,67	1,01	—	0,5	—	—	201,7
H04FH09009 Puesto de CONDUCTOR EXTENDEDORA	48		No se dispone de datos			0,5	—	—	—

(*) Índice exposición: $I = ED / VLA-ED$ ó $I = EC / VLA-EC$, expresado como porcentaje.

En las muestras anteriores se analizan además PAH, y en particular los compuestos Naftaleno, Acenaftaleno, Acenaftaleno/Fluoreno Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo-a-antraceno, Criseno, Benzo-e-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-k-fluoranteno, Benzo-a-pireno, Dibenzo-a-antraceno, Benzo-g,h,i-perileno en Indeno-1,2,3-c,d-pireno), siendo el resultado inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Medición de humos de asfalto COLLOSA, año 2004

Las mediciones se realizan por muestreo personal a los operarios asignados de entre los trabajadores que realizan tareas a pie de extendedora y de conducción de extendedora, al objeto de comparar la exposición con el valor límite de los contaminantes identificados.

Se toman muestras de humos de asfalto, hidrocarburos aromáticos policíclicos / polinucleares (PNA) y vapores orgánicos en ambiente, mediante muestreadores personales, durante las operaciones habituales de trabajo.

La información de los tres tipos de mediciones realizadas se recopilan en las siguientes tablas (ver páginas siguientes), en las que se indican las denominaciones de los compuestos analizados, los detalles sobre los métodos de muestreo y los análisis de laboratorio de las muestras recogidas, y datos de valores límite profesionales con datos nacionales (VLA) y americanos (TLV).

A continuación se establece el método por el que se han realizado las mediciones siguientes a esta preliminar.

- Muestreo:
 - Métodos: NIOSH 5042
 - Soporte: Filtro de Teflón PREPESADO (37 mm 2um) + Tubo XAD2 (100/50 mg)
 - Lpm: 1-4
 - Vol máx. (L) 400 L
- Análisis
 - Tipo: Hidrocarburos Poliaromáticos
 - Equipo Analítico: BAL-HPLC-UV-FL
 - Límite cuantificación: 0.01 mg/muestra
- Observaciones:
 - VL como partículas extraíbles con ciclohexano (gravimetría)

NOTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



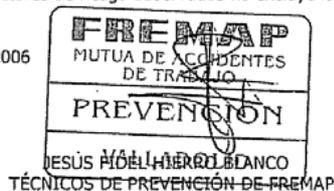
DATOS IDENTIFICATIVOS	
EMPRESA	CONSTRUCCIONES Y OBRAS LLORENTE S.A.
CENTRO DE TRABAJO	OBRA (Extendedoras de asfalto)
FECHA: 01-06-2006	REF.: NP-FH-COLL-ASF

TIPO DE ACTUACIÓN		
COMUNICACIÓN PREVIA A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN DE CONDICIONES DE RIESGO QUE REQUIEREN INTERVENCIÓN URGENTE
CONCLUSIONES DERIVADAS DE ANÁLISIS DE DAÑOS A LA SALUD	<input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN DE ANOMALÍAS PUNTUALES CUYA CORRECCIÓN NO REQUIERE PLANIFICACIÓN ESPECÍFICA
CONCLUSIONES DERIVADAS DE CONTROL PERIÓDICO DE CONDICIONES DE TRABAJO	<input checked="" type="checkbox"/>	ASESORAMIENTO TÉCNICO
OTROS: <i>ESTUDIO DE EXPOSICIÓN A HUMOS DE ASFALTO EN TRABAJOS DE EXTENDIDO</i>		
ÁMBITO DE APLICACIÓN: <i>TRABAJOS DE EXTENDIDO DE ASFALTO</i>		

ASPECTOS CONSIDERADOS
<p>ANTECEDENTES y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</p> <p>Se analiza el riesgo por exposición a humos de asfalto derivada de los trabajos de extendido de asfalto en carreteras.</p> <p>Se dispone de mediciones precedentes, recogidas en el informe con referencia 47FH04096.</p> <p>Se realizan nuevas mediciones, a la búsqueda de mayor representatividad de los resultados, teniendo en cuenta lo variable de las condiciones de trabajo (los trabajos se realizan en exterior por lo que la exposición está muy influenciada por la climatología; el extendido se realiza de forma intermitente, a ritmo marcado por el aprovisionamiento del material desde las plantas por parte de los camiones, etc.).</p> <p>Con fecha 8 de mayo de 2006 se realizan mediciones, mediante muestreo personal, a los conductores de la extendidora y a los peones a pie de máquina, en las obras de extendido de asfalto en las carreteras de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Becilla de Valderaduey a Valderas - Sahagún a Almanza (León). <p>El día de muestreo no se produjeron precipitaciones, y el tiempo era ventoso.</p> <p>En las mediciones se incluyeron HUMOS DE ASFALTO (solubles en ciclohexano), VAPORES ORGÁNICOS e HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAH).</p>

Archivar como parte de la documentación preventiva en el apartado de: EVALUACIÓN DE RIESGOS
La relación de factores de riesgo observados no excluye la posibilidad de la existencia de otros.

Fecha: 21-06-2006



Recibido:
EMPRESA

NOTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



DATOS IDENTIFICATIVOS	
EMPRESA	CONSTRUCCIONES Y OBRAS LLORENTE S.A.
CENTRO DE TRABAJO	OBRA (Extendedoras de asfalto)
FECHA: 01-06-2006	REF.: NP-FH-COLL-ASF

ASPECTOS CONSIDERADOS

RESULTADOS

Los cálculos del nivel de exposición se realizan para un tiempo de exposición máximo de 12h/día.

OBRA DE EXTENDIDO DE ASFALTO ENTRE BECILLA DE VALDERADUEY Y VALDERAS

Muestreo de humos solubles en ciclohexano

MUESTRAS		AGENTES MUESTREADOS	RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTALES (mg/m ³)			ÍNDICE de EXPOSICIÓN (*) I (%)
Ref.	Tiempo Muestreo (min.)		Por muestra	ED 8 h/día	EC 15 min.	VLA-ED	VLA-EC	NOTAS (**)	
G060052 Puesto de PEÓN	235	Humos de asfalto	0,71	1,07	---	0,5	---	---	214,2
G060054 Puesto de CONDUCTOR DE EXTENDEDORA	137		0,20	0,31	---	0,5	---	---	61,0

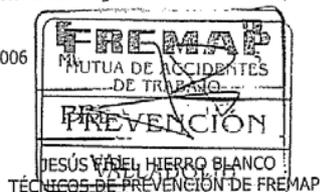
(*) Índice exposición: $I = ED / VLA-ED$ ó $I = EC / VLA-EC$, expresado como porcentaje

En las muestras anteriores se analizan además PAH, y en particular los compuestos Naftaleno, Acenaftalenc, Acenaftaleno/Fluoreno Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo-a-antraceno, Criseno, Benzo-e-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-k-fluoranteno, Dibenzo-a-antraceno, Benzo-g,h,i-perileno en Indeno-1,2,3-c,d-pireno), siendo en todos los casos el resultado inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Archivar como parte de la documentación preventiva en el apartado de: EVALUACIÓN DE RIESGOS
La relación de factores de riesgo observados no excluye la posibilidad de la existencia de otros.

Pág. nº 2 de 5

Fecha: 21-06-2006



Recibido:
EMPRESA



NOTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

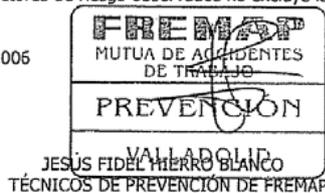
DATOS IDENTIFICATIVOS	
EMPRESA	CONSTRUCCIONES Y OBRAS LLORENTE S.A.
CENTRO DE TRABAJO	OBRA (Extendedoras de asfalto)
FECHA: 01-06-2006	REF.: NP-FH-COLL-ASF

ASPECTOS CONSIDERADOS									
RESULTADOS									
OBRA DE EXTENDIDO DE ASFALTO ENTRE BECILLA DE VALDERADUEY Y VALDERAS									
Muestreo de vapores orgánicos									
MUESTRAS		AGENTES MUESTREADOS	RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTALES (mg/m ³)			ÍNDICE de EXPOSICIÓN (*) I (%)
Ref.	Tiempo Muestreo (min.)		Por muestra	ED 8 h/día	EC 15 min.	VLA-ED	VLA-EC	NOTAS (**)	
H06FH05006 Puesto de PEÓN	237,5	Etolol	0,03	0,05	---	1910	---	---	0,0
		Acetona	0,04	0,05	---	1210	---	---	0,0
		Benceno	0,01	0,01	---	3,25	---	C1, v.d.	0,0
		<i>Efecto aditivo de la mezcla de vapores orgánicos:</i>							
H06FH05007 Puesto de CONDUCTOR EXTENDEDORA	239	NO DETECTADOS							

(*) Índice exposición: $I = ED / VLA-ED$ ó $I = EC / VLA-EC$, expresado como porcentaje.
 (**) C1: cancerígeno categoría 1 v.d : vía dérmica

Archivar como parte de la documentación preventiva en el apartado de: EVALUACIÓN DE RIESGOS
 La relación de factores de riesgo observados no excluye la posibilidad de la existencia de otros

Fecha: 21-06-2006



Pág. nº 3 de 5

Recibido:.....
 EMPRESA



NOTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

DATOS IDENTIFICATIVOS	
EMPRESA	CONSTRUCCIONES Y OBRAS LLORENTE S.A.
CENTRO DE TRABAJO	OBRA (Extendedoras de asfalto)
FECHA: 01-06-2006	REF.: NP-FH-COLL-ASF

ASPECTOS CONSIDERADOS

RESULTADOS

Los cálculos del nivel de exposición se realizan para un tiempo de exposición máximo de 12h/día.

OBRA DE EXTENDIDO DE ASFALTO ENTRE SAHAGÚN Y ALMANZA

Muestreo de humos solubles en ciclohexano

MUESTRAS		AGENTES MUESTREADOS	RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTALES (mg/m ³)			ÍNDICE de EXPOSICIÓN (*) I (%)
Ref.	Tiempo Muestreo (min.)		Por muestra	ED 8 h/día	EC 15 min.	VLA-ED	VLA-EC	NOTAS (**)	
G060060 Puesto de PEÓN	89	Humos de asfalto	0,056	0,084	---	0,5	---	---	16,8
G060058 Puesto de CONDUCTOR DE EXTENDEDORA	87		NO DETECTADOS						

(*) Índice exposición: $I = ED / VLA-ED$ ó $I = EC / VLA-EC$, expresado como porcentaje

En las muestras anteriores se analizan además PAH, y en particular los compuestos Naftaleno, Acenaftaleno, Acenaftaleno/Fluoreno Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo-a-antraceno, Criseno, Benzo-e-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-k-fluoranteno, Benzo-a-pireno, Dibenzo-a-antraceno, Benzo-g,h,i-perileno en Indeno 1,2,3-c,d-pireno), siendo en todos los casos el resultado inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Archivar como parte de la documentación preventiva en el apartado de: EVALUACIÓN DE RIESGOS
La relación de factores de riesgo observados no excluye la posibilidad de la existencia de otros.

Fecha: 21-06-2006



Recibido:
EMPRESA

NOTA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



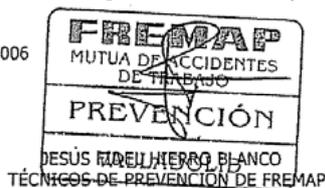
DATOS IDENTIFICATIVOS	
EMPRESA	CONSTRUCCIONES Y OBRAS LLORENTE S.A.
CENTRO DE TRABAJO	OBRA (Extendedoras de asfalto)
FECHA: 01-06-2006	REF.: NP-FH-COLL-ASF

ASPECTOS CONSIDERADOS									
RESULTADOS									
OBRA DE EXTENDIDO DE ASFALTO ENTRE SAHAGÚN Y ALMANZA									
Muestreo de vapores orgánicos									
MUESTRAS		AGENTES MUESTREADOS	RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTALES (mg/m ³)			ÍNDICE de EXPOSICIÓN (*) I (%)
Ref.	Tiempo Muestreo (min.)		Por muestra	ED 8 h/día	EC 15 min.	VLA-ED	VLA-EC	NOTAS (**)	
H06FH05004 Puesto de PEÓN	89		NO DETECTADOS						
H06FH05005 Puesto de CONDUCTOR EXTENDEDORA	87		NO DETECTADOS						
(*) Índice exposición: $I = ED / VLA-ED$ ó $I = EC / VLA-EC$, expresado como porcentaje									
CONCLUSIONES. MEDIDAS PROPUESTAS									
Se asimilan las mismas conclusiones descritas en el informe previo con referencia 47FH04096 (puntos 8.1.2 y 8.1.3.).									

Archivar como parte de la documentación preventiva en el apartado de: EVALUACIÓN DE RIESGOS
La relación de factores de riesgo observados no excluye la posibilidad de la existencia de otros.

Pág. nº 5 de 5

Fecha: 21-06-2006



Recibido:
EMPRESA

De los resultados expuestos en las anteriores mediciones podemos llegar a la conclusión de que ambos puestos de trabajo de los que hemos obtenido mediciones habría que establecer un plan de acciones.

Especialmente para el puesto de Reglista (peón) el cual está expuesto a niveles superiores a los valores límite ambientales establecidos en una de las mediciones, lo cual obliga directamente a tomar medidas inmediatas.

Para el puesto de conductor de extendedora también habría que establecer un plan de acciones preventivas por encontrarse en la zona de indeterminación en la cual no se puede asegurar que la exposición no supere el valor límite ambiental en algún momento de la actividad.

ii. Medición 2:

La medición adjunta como medición 2 ha sido proporcionada de manera privada, prefiriendo la empresa permanecer en el anonimato. Por lo cual no se expone ninguna identificación de la misma, ni del organismo que la realizó.

La elección del método de muestreo se ha llevado a cabo en función de los contaminantes identificados (Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), humos solubles al ciclohexano (humos de asfalto) y Polvo Total (PNCOF) atendiendo a la información del proceso realizado y el producto utilizado (aglomerado asfáltico), realizándose posteriormente los análisis correspondientes:

- Método para Determinación de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH): NIOSH 5506, recogido mediante filtro de Teflón 37 mm de 2 um de tamaño de medio poro y análisis por Cromatografía Líquida HPLC-UV-FL
- Método para Determinación de Humos solubles al ciclohexano (Humos de Asfalto): NIOSH 5042/5506 mediante filtro de Teflón 37 mm de 2um de tamaño de medio poro + Tubo de XAD-2 (100/50 mg) y análisis por Cromatografía Líquida HPLC-UV-FL y extracción y gravimetría.
- Método para Determinación de Materia particulada (PNCOF): UNE 81599 MTA/MA-014/A11 NIOSH 0500, recogido mediante filtro de fibra de vidrio 25 mm en IOM y analizado mediante Gravimetría.

Los equipos de medida utilizados para la determinación de contaminantes químicos cumplen con los requisitos establecidos en los métodos de muestreo y han sido calibrados y revisados de acuerdo a los mismos y a los procedimientos de calidad.

Se ha seguido una estrategia de evaluación basada en la información aportada por los trabajadores durante las mediciones; la descripción de las tareas y los tiempos de exposición facilitados por la empresa y el criterio técnico en función de la normativa.

El día de las mediciones se utilizó la mezcla: betún asfáltico y filler y se realizó el riego con emulsión mediante un camión cisterna antes de que pasase la extendidora echando la capa de mezcla bituminosa.

Las mediciones se realizaron durante la jornada matinal, al ser trabajos realizados en el exterior, las condiciones meteorológicas pueden influir de forma sustancial en los resultados. El día de muestreo fue un día despejado y soleado con temperatura ambiental en torno a los 16°C en las horas próximas al mediodía y con viento sueva. Los trabajos de extendido se realizaron de forma continuada durante las mediciones y no se observaron otras incidencias que pudiesen influir sobre los resultados obtenidos

Las fuentes de emisión de contaminantes químicos proceden del aglomerado asfáltico que se extiende. La exposición puede verse influenciada por el ritmo de trabajo y las condiciones meteorológicas de cada día; así como la temperatura del asfalto a su llegada en los camiones.

La principal vía de incorporación de estos compuestos químicos al organismo es la inhalatoria, pero también hay que tener en cuenta la vía dérmica, la digestiva y la parenteral.

(I) Operario del silo de transferencia:

AGENTE	TAREA	T. Exp (min)	MUESTRAS		RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LÍMITE AMBIENTAL (mg/m ³)	I*
			Muestra REF.	T. Med (min)	por muestra	Media ponderada	ED 8 h/día	VLA ED	
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno	Propias de operario de silo de transferencia	480	H13BP1005-X	223	0,2022	0,2022	0,2022	0,5	0,40
Polvo total (fracción inhalable)		480	G13-2843	225	0,9193	0,9193	0,9193	10	0,09
Fluoranteno		480	H13BP1005	223	0,00007	0,00007	-	-	-

(*) Índice de Exposición: Concentración exposición laboral ponderada / valor límite.

Observaciones: Los HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH) analizados en las muestras son los compuestos Acenaftileno, Antraceno, Benzo-a-antraceno, Benzo-a-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-e-pireno, Benzo-g,h,i-perileno, Benzo-k-fuoranteno, Criseno, Dibenzo-a, h-antraceno, Fenantreno. Fluoranteno, Fluoreno, Indeno-1,2,3-c,d-pireno, Naftaleno y Pireno.

El compuesto detectado Fuoranteno no dispone de Valor Limite Ambiental.

Aquellos compuestos para los que no se indica un valor de concentración en la tabla de resultados son porque el resultado obtenido en el análisis es inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

- Conclusiones:

AGENTES QUÍMICOS	FRASES R	NOTAS (*)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN				
			I ≤ 0,1	0,1 < I ≤ 0,25	0,25 < I ≤ 0,5	0,5 < I ≤ 1	I > 1
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno			-	-	X	-	-
Polvo total (fracción inhalable)			X	-	-	-	-

Comparativa utilizando el Índice de Exposición (I)

(*) Notas según documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. Este informe responde a la evaluación del puesto en Higiene Industrial. A criterio médico, se adoptaran las medidas que procedan cuando al efectuarse los controles de vigilancia de la salud, se detecte el personal especialmente sensible (menores, maternidad, toma de medicamentos, discapacidad física o psíquica,...) en dicho puesto de trabajo.

De los resultados que se han obtenido en las mediciones se puede verificar la necesidad de tomar medidas correctivas de la exposición por encontrarse el trabajador expuesto, y no poder asegurar que en ninguna jornada se van a superar los niveles máximos de exposición permitidos.

(II) Conductor de la extendidora asfáltica:

AGENTE	TAREA	T. Exp (min)	MUESTRAS		RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LIMITE AMBIENTAL (mg/m ³)		I*
			Muestra REF.	T. Med (min)	por muestra	Media ponderada	ED 8 h/día	VLA ED		
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno	Propias de conductor de extendidora asfáltica	480	H13BP1004-X	220	0,0777	0,0777	0,0777	0,5	0,15	
Polvo total (fracción inhalable)		480	G13-2836	219	0,3529	0,3529	0,3529	10	0,03	
Fluoranteno (no es cancerígeno)		480	H13BP1004	220	0,00009	0,00009	-	-	-	
Fenantreno (no es cancerígeno)		480	H13BP1004	220	0,00043	0,00043	-	-	-	

(*) Índice de Exposición: Concentración exposición laboral ponderada / valor límite.

Observaciones: Los HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH) analizados en las muestras son los compuestos Acenaftileno, Antraceno, Benzo-a-antraceno, Benzo-a-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-e-pireno, Benzo-g,h,i-perileno, Benzo-k-fuoranteno, Criseno, Dibenzo-a, h-antraceno, Fenantreno. Fluoranteno, Fluoreno, Indeno-1,2,3-c,d-pireno, Naftaleno y Pireno.

Los compuestos detectados Fluoranteno y Fenantreno no disponen de Valor Limite Ambiental. Aquellos compuestos para los que no se indica un valor de concentración en la tabla de resultados son porque el resultado obtenido en el análisis es inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

- Conclusiones:

AGENTES QUÍMICOS	FRASES R	NOTAS (*)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN				
			I ≤ 0,1	0,1 < I ≤ 0,25	0,25 < I ≤ 0,5	0,5 < I ≤ 1	I > 1
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno			-	X	-	-	-
Polvo total (fracción inhalable)			X	-	-	-	-

Comparativa utilizando el Índice de Exposición (I)

(*) Notas según documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. Este informe responde a la evaluación del puesto en Higiene Industrial. A criterio médico, se adoptaran las medidas que procedan cuando al efectuarse los controles de vigilancia de la salud, se detecte el personal especialmente sensible (menores, maternidad, toma de medicamentos, discapacidad física o psíquica,...) en dicho puesto de trabajo.

A partir de los resultados arrojados por las mediciones higiénicas en este puesto, se puede considerar que el trabajador no se haya expuesto a humos de asfalto, pero sería recomendable el establecimiento de un plan de mediciones para verificarlo definitivamente.

(III) Reglista:

AGENTE	TAREA	T. Exp (min)	MUESTRAS		RESULTADOS OBTENIDOS Concentración (mg/m ³)			VALORES LIMITE AMBIENTAL (mg/m ³)	
			Muestra REF.	T. Med (min)	por muestra	Media ponderada	ED 8 h/día	VLA ED	I*
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno	Propias del reglista	480	H13BP1006-X	216	0,0492	0,0492	0,0492	0,5	0,09
Polvo total (fracción inhalable)		480	G13-2501	120	0,4399	0,4399	0,4399	10	0,04
Fluoranteno		480	H13BP1006	216	0,000006	0,000006	0,000006	-	-
Fenantreno		480	H13BP1006	216	0,00034	0,00034	0,00034	-	-

(*) Índice de Exposición: Concentración exposición laboral ponderada / valor límite.

Observaciones: Los HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAH) analizados en las muestras son los compuestos Acenafileno, Antraceno, Benzo-a-antraceno, Benzo-a-pireno, Benzo-b-fluoranteno, Benzo-e-pireno, Benzo-g,h,i-perileno, Benzo-k-fuoranteno, Criseno, Dibenzo-a, h-antraceno, Fenantreno. Fluoranteno, Fluoreno, Indeno-1,2,3-c,d-pireno, Naftaleno y Pireno.

Los compuestos detectados Fluoranteno y Fenantreno no disponen de Valor Limite Ambiental. Aquellos compuestos para los que no se indica un valor de concentración en la tabla de resultados son porque el resultado obtenido en el análisis es inferior al límite de cuantificación de la técnica de análisis.

- Conclusiones:

AGENTES QUÍMICOS	FRASES R	NOTAS (*)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN				
			I ≤ 0,1	0,1 < I ≤ 0,25	0,25 < I ≤ 0,5	0,5 < I ≤ 1	I > 1
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno			X	-	-	-	-
Polvo total (fracción inhalable)			X	-	-	-	-

Comparativa utilizando el Índice de Exposición (I)

(*) Notas según documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. Este informe responde a la evaluación del puesto en Higiene Industrial. A criterio médico, se adoptaran las medidas que procedan cuando al efectuarse los controles de vigilancia de la salud, se detecte el personal especialmente sensible (menores, maternidad, toma de medicamentos, discapacidad física o psíquica,...) en dicho puesto de trabajo.

De los anteriores resultados de exposición en el puesto de trabajo, se considera que el trabajador, está expuesto a unos niveles aceptables de humos de asfalto, pero al tratarse de un contaminante que se ve altamente influencia por las condiciones climáticas, es recomendable establecer un calendario de mediciones.

iii. Medición 3:

La medición adjunta como medición 3 ha sido proporcionada de manera privada, prefiriendo la empresa permanecer en el anonimato. Por lo cual no se expone ninguna identificación de la misma, ni del organismo que la realizó.

A falta de normativa que especifique el método que debe emplearse, se ha actuado de acuerdo con las indicaciones del Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997) que, en su artículo 5, menciona que se podrán utilizar los métodos o criterios recogidos en:

- Normas UNE.
- Guías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Normas Internacionales.

En concreto, el muestreo y análisis de los contaminantes objeto de este estudio se ha seleccionado en función del contaminante: Asfalto humos: PNCOF + fracción soluble en benceno. Eligiendo por lo tanto un muestreo ambiental, con una muestra única de periodo parcial y Filtro de PTFE PREPESADO. La técnica analítica que se usara para la detección de los contaminantes es: Gravimetría PEE7LHIA714 + NIOSH 5042.

Los equipos utilizados son bombas de aspiración de alto caudal (2 l/min) marca GILLIAN. Como sistema de captación se ha usado un filtro PTFE prepesado (37 mm de diámetro y 1 um tamaño poro)

Los equipos han sido calibrados, antes de cada medición, al caudal especificado en el método de muestreo empleado.

La calibración de las bombas se realizó con un sistema de captación igual al empleado en el muestreo, con el fin de que la pérdida de carga producida fuera similar.

Una vez terminado el muestre, se comprobó el caudal de las bombas de aspiración empleadas, verificando que se mantenía dentro de un intervalo de diferencia del 5%.

Se realizó un blanco de muestra, con el fin de comprobar si el propio soporte o su manipulación durante la medición, introducían valores de contaminantes no achacables al propio muestreo.

Los resultados obtenidos para los distintos puestos de trabajo son los siguientes:

(I) Operario de silo de transferencia:

<u>Contaminante</u>	<u>T exposición</u>	<u>T muestreo</u>	<u>Caudal (l/min)</u>	<u>Volumen muestreado (mg)</u>	<u>Cantidad de muestra (laboratorio) (mg)</u>	<u>Concentración (mg/m3)</u>	<u>Concentración media ponderada en el tiempo (8 h) (mg/m3)</u>	<u>Valor Límite Ambiental</u>	<u>Índice de Exposición</u>
PNCOF	480	120	2.00	0.24	0.10	0.42	0.42	10	0.04
Humos de asfalto	480	120	2.00	0.24	0.04	0.17	0.17	0.5	0.33

(II) Operario maquina extendedora:

Contaminante	T exposición	T muestreo	Caudal (l/min)	Volumen muestreado (mg)	Cantidad de muestra (laboratorio) (mg)	Concentración (mg/m ³)	Concentración media ponderada en el tiempo (8 h) (mg/m ³)	Valor Límite Ambiental	Índice de Exposición
PNCOF	480	120	2.00	0.24	0.11	0.46	0.46	10	0.05
Humos de asfalto	480	316	2.00	0.63	0.04	0.06	0.06	0.5	0.13

(III) Reglista:

Contaminante	T exposición	T muestreo	Caudal (l/min)	Volumen muestreado (mg)	Cantidad de muestra (laboratorio) (mg)	Concentración (mg/m ³)	Concentración media ponderada en el tiempo (8 h) (mg/m ³)	Valor Límite Ambiental	Índice de Exposición
PNCOF	480	120	2.00	0.24	1.78	7.42	7.42	10	0.74
Humos de asfalto	480	120	2.00	0.24	0.54	2.26	2.26	0.5	4.52

De los resultados obtenidos en laboratorio obtenemos el siguiente valor de exposición para los distintos puestos de trabajo:

VALORACIÓN DE RESULTADOS: EXPOSICIÓN DIARIA (ED)

PUESTO DE TRABAJO	TRABAJADOR	CONTAMINANTE	Índice de Exposición (I)	VALORACIÓN EXPOSICION
Operario de silo de transferencia		Asfalto humos:PNCOF+ fracción soluble en benceno	0,13	INDETERMINADA
Operario de extendedora		Asfalto humos:PNCOF+ fracción soluble en benceno	0,13	INDETERMINADA
Reglista		Asfalto humos:PNCOF+ fracción soluble en benceno	4,52	INACEPTABLE

Índice de exposición (I), y nivel de riesgo (Valoración)

De los resultados obtenidos de las mediciones realizadas a los trabajadores que ocupan los tres principales puestos expuestos en asfaltado de carreteras se puede llegar a las conclusiones.

De que es necesaria la adopción de medidas con carácter inmediato en el puesto de reglista por verse superada la concentración diaria máxima permitida.

En el puesto de operario de silo de transferencia y operario de la extendedora la exposición se encuentra por debajo del límite de exposición; pero aun con todo sería necesario establecer un calendario de mediciones en estos puestos, para verificar que la posibilidad de verse superados estos límites es extremadamente baja, y de no ser así, establecer medidas preventivas en ellos también.

e. Medidas preventivas:

Como hemos podido ver en las mediciones aportadas en el anterior apartado, los índices de exposición más altos se dan para los humos procedentes del asfalto. Mientras que la exposición a polvo total es muy baja, y por lo tanto se considera que no habría que tomar medidas concretas para este tipo de contaminante, en ningún puesto de los anteriormente mencionados. Esto se debe a que la producción de polvo se puede considerar insignificante al poseer la tierra que se mueve en este tipo de procesos con una alta cohesión, debido a la presencia de los aglomerantes en la mezcla.

La exposición más importante se produce en el reglista, que es el único puesto de los puestos analizados que se supera el Valor Límite Ambiental. Por tratarse del trabajador que controla directamente los parámetros de asfaltado visualmente, y para ello debe colocarse en una posición muy cercana al aglomerado cuando aún se encuentra a altas temperaturas. Es por ello que en el puesto de trabajo de reglista habría que establecer una serie de medidas preventivas con carácter inmediato. Aunque se trata también del puesto que más complicado encontramos la adopción de medidas preventivas.

Por otro lado en los puestos de operador de silo de transferencia y de conductor de extendidora de aglomerado, valores por debajo al Valor Limite Ambiental, aunque en proporciones que pueden llegar al 50% del Índice de Exposición.

Se ha seguido el procedimiento establecido “Guía para la Evaluación de Agentes Químicos” del INSHT para la toma de decisiones según el Índice de Exposición:

1. Si $I_1 \leq 0,1$, la exposición es aceptable. Puede considerarse que es improbable que se supere el valor límite en cualquier jornada.
2. Si $I_1 > 1$, la exposición es inaceptable y debe procederse a corregir la exposición.
3. Si $0,1 < I_1 \leq 1$, debe procederse a obtener por lo menos dos valores más de ED para disponer de un mínimo de tres índices de exposición (I) y continuar el procedimiento en (4).
4. Si todos los índices de exposición calculados $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ son $\leq 0,25$, la exposición es aceptable.
5. Si I_1 o I_2 o I_3 o ... $I_n > 1$, la exposición es inaceptable. Se debe corregir la exposición.
6. Si $I_1 \leq 1$ e $I_2 \leq 1$ e $I_3 \leq 1$ e ... $I_n \leq 1$, pero no se cumple (4), se calcula la media geométrica de los índices

$$MG = \sqrt[n]{I_1 \cdot I_2 \cdot \dots \cdot I_n}$$

7. Si $MG \leq 0,5$, la exposición es aceptable con mediciones periódicas.
8. Si $MG > 0,5$, se llega a una indeterminación y no es posible alcanzar una conclusión definitiva. Puede optarse por obtener un nuevo índice y repetir el procedimiento desde el punto 5 (solamente en el caso de que la MG no sea mucho mayor que 0,5 y/o la GSD no exceda ligeramente de 1,5) o bien por implantar medidas específicas de prevención y posteriormente llevar a cabo una nueva evaluación.

En este caso en concreto la Medio Geométrica no nos proporcionaría conclusiones verdaderas; porque se establecen los siguientes criterios de muestreo para su validez:

1. Que cada índice proceda de una jornada diferente de muestreo, a poder ser no consecutivas y elegidas al azar.
2. Que el proceso sea repetitivo, esto es, que las condiciones de trabajo no varíen sustancialmente de una jornada a otra, ni a largo plazo.
3. Que las fases diferenciadas de la exposición se muestreen por separado (operaciones distintas del trabajo).
4. Que los periodos de corta duración se hayan valorado aparte, si procede, y no se superen los VLA-EC.

Por no cumplirse una de las condiciones establecidas en la Guía para que los valores obtenidos de este apartado sean considerados como válidos. Ya que en el caso que nos encontramos las condiciones de trabajo, no se reproducen de manera exacta porque al tratarse de tres empresas distintas los procedimientos de trabajo son distintos y la maquinaria utilizada también.

Es por ello que se ha decidido tomar medidas preventivas en los puestos en los que, aunque las mediciones no superan el Valor Limite Ambiental, no tenemos garantía ninguna de que no se puedan superar. Y más en un tipo de contaminante y de actividad que estamos estudiando, por tratarse de una actividad realizada al aire libre, por lo cual se ve altamente afectada por la climatología. Las condiciones de temperatura ambiental, de viento, climatología pueden hacer variar la exposición que recibe el trabajador de manera sustancial.

La presencia de viento puede provocar en mayor o medida que los humos del asfalto se dispersen antes de que sean inhalados por el trabajador en altas proporciones. La temperatura también es un factor importante, ya que retrasa o acelera el enfriamiento del aglomerado asfáltico y por lo tanto puede provocar que la exposición de los trabajadores se vea aumentada. Lo mismo ocurre con la climatología ya que en caso de que estuviera lloviendo actuaría como una cortina de agua que atraparía los humos del asfalto antes de afectar de manera considerable al trabajador.

Aunque no es habitual realizar trabajos de este tipo con condiciones climatológicas adversas (frio, o lluvia fuerte) ya que provocan que haya deficiencias en la continuidad de la capa de rodadura, y el enfriamiento excesivamente rápido de la misma provoca fracturas, y disminuyen su capacidad portante.

O incluso hay otros factores externos no controlables procedentes de la mezcla bituminosa (aglomerado asfáltico) como la composición del betún, proporción del mismo en la mezcla, temperatura de transporte y aplicación; este último influye a causa de que la emisión de humos disminuye cuando el asfalto va disminuyendo su temperatura.

- 1) Se establecen una serie de medidas generales para todos los puestos de trabajo expuestos:

-- Para poder llegar a una conclusión definitiva, en primer lugar habría que establecer un calendario de mediciones para poder llegar a una conclusión acerca de la exposición que sufre el trabajador en su puesto de trabajo, y a la probabilidad de superar el Límite de Valor Ambiental.

Las mediciones se realizaran en función principalmente de las características del entorno y climatología, intentando elegir días desfavorables para realizarlas. Es decir,

días en los que la temperatura ambiental sea elevada, con un alto ritmo de trabajo, y no haya presencia de viento. El interior de túneles también es un lugar de trabajo donde las condiciones pueden afectar de manera notable a la exposición de los trabajadores.

Hay otros parámetros como son la composición del aglomerado asfáltico, sobre el que no podremos tener poder de decisión, ya que al fabricarse en planta viene determinado por un condiciones previas, que dependen de la situación de la obra, distancia de la obra a la planta y la los compuestos que se utilice en esta para su fabricación.

-- Se evitará hacer los trabajos en contra de la dirección del viento en caso de que este exista, para evitar que nos acerque los contaminantes a las vías respiratorias.

-- Los trabajadores deben hacerse un Reconocimiento Médico anual por parte de un médico del trabajo, el cual establecerá los protocolos de control en función de los riesgos a los que está expuesto el trabajador, y dará un veredicto de aptitud o no del mismo.

-- El asfalto se manipulara, es decir, se trabajara a la menor temperatura posible, siempre cumpliendo con las condiciones técnicas para un correcto extendido. Es decir, se trabajará por encima del punto de reblandecimiento pero lo más próximo posible a este.

-- Todos los trabajadores deben poseer la formación e información de los riesgos laborales en su puesto, en el que se haga especial hincapié en los riesgos de no utilizar los equipos de protección individual que se les proporcionan. La formación tendrá que ser renovada cada periodo de 5 años. Y la información se deberá proporcionar todos los años, para hacer un refresco en los conocimientos de los mismos a los riesgos a los que se encuentran expuestos.

-- Se dispondrán en la obra, en lugar conocido y de rápido acceso, de las fichas de seguridad de las materiales peligrosos que se estén manipulando en este caso la ficha de seguridad de ASFALTO (PETROLEO) específico del compuesto que se esté utilizando en esa determinada obra.

-- Se deberá disponer en la obra de un lava ojos; o cualquier objeto o almacenamiento de agua similar para que se pueda proceder a realizar los primeros auxilios establecidos en la Ficha de Seguridad de ASFALTO (PETROLEO), en caso de contacto con la piel o con los ojos. Básicamente estos primeros auxilios se reducen a aclarar o enjuagar con abundante agua cualquier parte del cuerpo que haya entrado en contacto directo con el contaminante.

-- Esta terminante prohibido comer, beber o fumar cuando se haya estado manipulando el contaminante químico sin antes haberse lavado las manos con agua y jabón. Está prohibido depositar cualquier alimento en una zona cercana al contaminante para que se mantenga caliente, o calentarlo.

-- Queda terminantemente prohibido limpiar las herramientas manuales y maquinaria utilizada con gasolina, se deberá utilizar un producto específico para este tipo de restos, y que sea menos perjudicial para la salud de los trabajadores. Siempre se utilizara siguiendo las instrucciones de seguridad establecidas en la Ficha de Seguridad del producto. En este caso se recomienda el uso de BITUCLEAN de la empresa CYNDAN, aunque podría usarse cualquier producto similar al recomendado.

A continuación se establecen las medidas preventivas específicas a adoptar por puesto de trabajo:

i. Operario del silo de transferencia:

Para intentar solventar la inhalación de humos de asfalto por parte de los trabajadores, habría que intentar establecer medidas de protección colectiva, para que proteja a cualquier trabajador que ocupe el puesto.

-- En este caso se puede proteger al trabajador instalando una cabina climatizada para proteger el puesto de conducción de los humos que se producen al verter el aglomerado al silo de recepción. Esta solución reduciría la exposición del trabajador a 0 mg/m³, ya que solo debería salir de la cabina cuando los trabajos de extendido del aglomerado estén parados.

Como última opción, habría que recurrir a la utilización de EPIs por parte de cualquier trabajador que ocupe el puesto de trabajo, estos se les deberán proporcionar a los trabajadores periódicamente y siempre que se encuentren en un estado deficiente. Será obligatorio su uso durante las 8 horas de trabajo.

-- En este puesto de trabajo se considera que solo es necesario el uso de media máscara con filtro **A2P3R** para vapores orgánicos con punto de ebullición superior a 65°C. polvo, humo y neblinas.

Por ejemplo, se podría usar el filtro 6055 A2 (EN 14387:2004+ A1:2008) de 3M en un media máscara serie 6000 de 3M.

No son recomendables otros EPIs para este puesto de trabajo por no estar en contacto directo con el aglomerado asfáltico, y lo único que proporcionarían es una sensación de agobio al trabajador.

ii. Conductor de la extendidora asfáltica:

Para intentar solventar la inhalación de humos de asfalto por parte de los trabajadores, habría que intentar establecer medidas de protección colectiva, para que proteja a cualquier trabajador que ocupe el puesto.

-- En este caso se puede proteger al trabajador instalando una cabina climatizada para proteger el puesto de conducción, de los humos que se producen al verter el aglomerado al silo de recepción. Esta solución reduciría la exposición del trabajador a 0 mg/m³, ya que solo debería salir de la cabina cuando los trabajos de extendido del aglomerado estén parados.

Como última opción habría que recurrir a la utilización de EPIs por parte de cualquier trabajador que ocupe el puesto de trabajo, estos se les deberán proporcionar a los trabajadores periódicamente, y siempre que se encuentren en un estado deficiente. Será obligatorio su uso durante las 8 horas de trabajo.

-- En este puesto de trabajo se considera que solo es necesario el uso de media máscara con filtro **A2P3R** para vapores orgánicos con punto de ebullición superior a 65°C. polvo, humo y neblinas.

Por ejemplo se podría usar el filtro 6055 A2 (EN 14387:2004+ A1:2008) de 3M en un media máscara serie 6000 de 3M.

No son recomendables otros EPIs para este puesto de trabajo por no estar en contacto directo con el aglomerado asfáltico, y lo único que proporcionarían es una sensación de agobio al trabajador.

iii. Peón reglista:

La protección colectiva para este puesto de trabajo es más difícil establecerla por no ser posible encerrar al trabajador en una cabina, como si se puede en los conductores tanto del silo de transferencia como con la extendidora de aglomerado asfáltico.

-- Es por ello que se ha pensado en la instalación de un filtro longitudinal en la zona de distribución de la regla, cerca de los tornillos sinfines; que es el punto donde se produce una mayor emisión de humos de asfalto. Para la extracción, se podría utilizar la potencia del motor de la extendidora, combinado con el sistema de expulsión de gases del mismo motor para un mejor aprovechamiento energético del mismo. No sería suficiente con la redirección de los humos de asfalto, ya que la densidad de estos es 30 veces (dato obtenido Ficha de Seguridad Cemento Asfáltico de Refinería LA PAMPILLA S.A.) superior a la densidad del aire, por lo cual si el sistema de extracción no estuviera dotado de un filtro los humos volverían a la altura de las vías respiratorias del trabajador.



Ubicación de los sinfines en la extendidora.

Pero esto se trata de una suposición sobre la cual habría que investigar durante años, hasta lograr obtener un resultado eficaz para la extracción de los humos de asfalto.

Hasta que la protección colectiva sea real y eficaz, no tenemos otra opción que proteger a los trabajadores con EPIs que serán utilizados por parte de cualquier trabajador que ocupe el puesto de trabajo. Estos se les deberán proporcionar a los trabajadores periódicamente y siempre que se encuentren en un estado deficiente. Será obligatorio su uso durante las 8 horas de trabajo.

-- En este puesto de trabajo, se considera necesario la utilización de una media máscara con filtro **A2P3R** para vapores orgánicos con punto de ebullición superior a 65°C polvo, humo y neblinas.

Esta medida cuanto menos se debería adoptar con carácter inmediato, aunque se trata de uso de EPIs y está a la cola de las medidas a adoptar frente a un riesgo en la ley de prevención de riesgos laborales. Se trata de una medida con un bajo coste para el

empresario, pero aun con todas estas condiciones no es una medida extendida en la mayor parte de las empresas actualmente

Por ejemplo se podría usar el filtro 6055 A2 (EN 14387:2004+ A1:2008) de 3M en un media mascara serie 6000 de 3M.

-- Es recomendable el uso de guantes con protección térmica y con resistencia a la abrasión para poder realizar las tareas habituales del puesto, sin que se vea menospreciada la protección del guante. Este se usa para evitar el contacto de cualquier resto de aglomerado asfáltico directamente con la piel, y se deberían usar manguitos con las mismas propiedades que el guante. En este caso por ejemplo se podría usar los guantes 688 TAEKI/L de la MARCAPL.

iv. Regador:

La recomendación básica para este puesto de trabajo es evitar que un trabajador ocupe este puesto de trabajo. Siempre que sea posible el riesgo de betún anterior al paso de la extendidora de aglomerado asfáltico, se realizara con un camión cisterna con boquillas de proyección. Eliminando de esta manera que el trabajador este expuesto a los contaminantes, ya que se encuentra en el interior de la cabina del camión.

Si esto no fuera posible, habría que proteger al trabajador mediante el uso de EPIs, que serán utilizados por parte de cualquier trabajador que ocupe el puesto de trabajo, estos se les deberán proporcionar a los trabajadores periódicamente, y siempre que se encuentren en un estado deficiente. Será obligatorio su uso durante las 8 horas de trabajo.

Este trabajador no está expuesto a humos de asfalto, ya que el betún al que está expuesto se suele encontrar a temperaturas que rondan los 50°C, y a esta temperatura el betún no produce humos de asfalto, o su producción es insignificante, por lo que su exposición estaría en un rango de seguridad.

Los trabajadores que ocupen este puesto de trabajo, necesitarían unos EPIs diferentes a los usados por el resto de trabajadores que realizan la operación de asfaltado por estar en contacto con el betún en un estado y temperatura diferente.

-- En este puesto de trabajo se considera necesaria la utilización de un mandil impermeable para evitar que la ropa de trabajo se vea contaminada con el betún.

-- Así como el uso de botas impermeables hasta la rodilla para evitar la contaminación de la ropa de trabajo habitual.

-- También se deben usar guantes de protección para evitar el contacto directo de la piel descubierta con el betún asfáltico. Por ejemplo se podrían utilizar el guante de protección un guante Organic de la marca 3M.

-- El trabajador, al estar expuesto al betún en un formato y proporciones, debe utilizar otros EPIs. Se debe utilizar una protección buco-nasal para evitar respirar la posible niebla de betún que se pueda producir al proyectarlo sobre el suelo. Este EPI puede ser una pequeña mascarilla desechable para nieblas y partículas. Incluso sería válida cualquier mascarilla para nieblas de agua, ya que el tamaño de gotas de betún es mayor que el del agua. Por ejemplo se podría utilizar una máscara desechable 833 de la marca 3M.

v. Peón palista:

La protección colectiva para los trabajadores que ocupan este puesto es casi inviable por la labor que debe realizar.

-- Pero se podría establecer una recomendación, que es guardar siempre una distancia con la extendidora de aglomerado asfáltico, ya que al aumentar la distancia con la misma hacemos que el aglomerado asfáltico sobre el que trabaja el operario, se encuentre ya a una temperatura lo suficientemente baja para que la emisión de humos de asfalto disminuya, hasta límites donde esta emisión haga situarse a la Exposición Diaria a la que estaría expuesto el trabajador por debajo del 10% de los VLA.

Habría que realizar mediciones al puesto de trabajo de auxiliar de reglita, ya que para la realización de este estudio no hemos podido obtener ninguna.

Aunque la exposición a humos de asfalto sea insignificante, el trabajador tiene que llevar una serie de EPIs que serán utilizados por parte de cualquier trabajador que ocupe el puesto de trabajo. Estos se les deberán proporcionar a los trabajadores periódicamente y siempre que se encuentren en un estado deficiente. Será obligatorio su uso durante las 8 horas de trabajo.

-- Para este puesto de trabajo, es obligatorio el uso guantes con protección térmica y con resistencia a la abrasión para poder realizar las tareas habituales del puesto sin que se vea menospreciada la protección del guante. Este se usa para evitar el contacto de cualquier resto de aglomerado asfáltico directamente con la piel, y se deberían usar manguitos con las mismas propiedades que el guante. En este caso por ejemplo se podría usar los guantes 688 TAEKI/L de la MARCAPL.

-- Es recomendable el uso de gafas de protección para evitar que se pueda producir cualquier salpicadura en los ojos.

vi. Conductor del rodillo compactador:

Este puesto está expuesto a unos niveles de exposición a humos de asfalto casi ínfimos, por lo que se considera que no es necesario tomar ninguna medida específica.

-- Sería recomendable el realizar mediciones de exposición a humos de asfalto para cerciorarnos que esta suposición es verdadera, ya que para la realización de este estudio no se ha podido obtener ninguna medición de exposición a humos de asfalto de este puesto de trabajo.

f. Innovación:

Hay dos proyectos innovadores para evitar o disminuir la exposición a humos de asfalto en la construcción y conservación de carreteras. Todavía se está investigando en ellos, por lo que no son una realidad actual, pero podría tratarse de soluciones futuras para esta actividad dentro la construcción.

El primero es alejar a todos los trabajadores de la zona donde se producen los mismos mediante el guiado remoto de las extendedoras de aglomerado asfáltico.

El segundo proyecto se basa en la búsqueda de aditivos para disminuir el punto de fluidificación del aglomerado asfáltico (Mezclas asfálticas tibias); de tal forma que pueda ser manipulado y extendido sin problemas, pero la emisión de humos de asfalto sea menor.

i. Guiado remoto de extendedoras:

Una de las tareas de investigación creciente durante los últimos años, ha sido y es la del posicionamiento y guiado de maquinaria. Este método remoto ya se ha implantado con éxito dentro del sector agrícola donde la precisión requerida no es tan alta.

Recientemente, se están desarrollando también aplicaciones orientadas a la construcción de carreteras. Aunque hasta el momento esta no permiten un control remoto total. El objetivo que persigue esta automatización de las tareas es incrementar la productividad, mejorar el acabado superficial y reducir los costes de construcción. Aunque el alto coste que conlleva su implantación en la actualidad las hace inviables para la gran mayoría de las empresas actuales.

La forma tradicional para abordar este problema es el Guiado de la maquinaria mediante cables de guiado. Pero este sistema tiene varios inconvenientes que hacen que su utilización este muy alejada todavía de una aplicación real y continuada. Los principales inconvenientes de este sistema son que para instalar dichos cables se pierde un tiempo considerable, se pueden producir errores en su colocación, se dañan con mucha facilidad, interfieren en la logística de la obra, requiere una planificación previa y cuidadosa y además, un trabajo adicional de topografía.

Un sistema automático de guiado y control requiere conocer la posición y ángulos de orientación del equipo en el sistema de coordenadas a empleados en la obra. Las tecnologías más habituales y las prometedoras en este campo para solucionar el problema de la localización, son la localización de balizas activas, estaciones totales y GPS diferencial y cinemático.

Se ha encontrado un sistema de la marca LEICA GEOSYSTEMS el PaveSmart 3D con el cual la maquina se controla sin cables mediante dos estaciones totales robotizadas y receptores GPS que transmiten directamente al ordenador.

En la maquina se montan sensores de alta precisión que proporcionan la pendiente longitudinal y transversal. El resultado de comparar estos datos con los de diseño, le indican al operador de la maquina las correcciones de elevación y pendiente necesarios para mantener la maquina a nivel con una precisión de +/- 5mm. Dependiendo de las

condiciones de la obra, el operador regula la hidráulica de modo similar al control con sensores convencionales.

El sistema de control automático de la extendedora se orienta en un modelo digital del terreno transferido a un ordenador montando en la extendedora. Este modelo puede ser importado de cualquier aplicación CAD, aunque requiere que este modelo este realizado con una gran precisión si queremos obtener una precisión en el extendido del aglomerado asfáltico.

La máquina se debe equipar con dos prismas colocados en la parte superior que reciben las señales de las dos estaciones totales robotizadas colocadas sobre trípodes delante de la extendedora. Los prismas guardaban una relación con los cuatro puntos en el tablón de la extendedora.

Las dos estaciones totales se colocaron apuntando a tres puntos de control estipulados. De este modo, se fijó la posición de las estaciones totales en razón al modelo digital de la pista de aterrizaje. Las estaciones totales reconocían así los dos prismas en la extendedora y le proporcionaban datos precisos de posición de forma inalámbrica a través de dos radio-módems. A continuación, el ordenador de a bordo compara la posición real de la extendedora con el modelo digital del terreno y contralaba automáticamente el tablón en función de las diferencias registradas.

Para este trabajo solo se necesita a dos personas. El operador de la máquina que realiza la lectura del ordenador de a bordo para controlar la altura y dirección, mientras el responsable de calidad supervisaba la colocación de las estaciones totales robotizadas y su funcionamiento.

Estas herramientas son muy útiles, pero exigen que la topografía se haya diseñado bien; con una precisión muy buena en la poligonal, los problemas en el guiado se minimizan.

Este es un método muy costoso que solo es aplicable a grandes obras donde las labores de extendido de aglomerado asfáltico se requieren hacer de forma ágil, rápida y con una buena calidad de acabado. Además, conlleva un gran trabajo por parte de los topógrafos para realizar un modelo digital muy exacto del terreno.

A cambio obtenemos alejar a los trabajadores del riesgo que supone estar expuestos a los humos de asfalto. Actualmente, es el único método que nos proporciona una exposición igual a 0 mg/m³ a humos de asfalto.

En el futuro puede ser un método que si se continúa desarrollando puede ser interesante para su aplicación en todas las situaciones de aglomerado de carreteras.

En la actualidad ya se han realizado algunos proyectos con este método como la E40 Ghent-Brussels, 4 x 10km (Bélgica); A1 Peterborough, 2 x 15km (UK), E67 Prague-Wroclaw, 30km (República Checa); E462 Brno (República Checa).

ii. Mezclas asfálticas tibias:

Se están llevando a cabo investigaciones para obtener una serie de aditivos para reducir las temperaturas de fabricación y puesta en obra del aglomerado. Esta investigación se está llevando a cabo por el PROYECTO FENIX "Investigación estratégica en carreteras más seguras y sostenibles".

(<http://www.proyctofenix.es/clients/showsection.aspx?OriginId=282876>)

El Proyecto Fénix representa el mayor esfuerzo en I+D realizado en Europa en el área de la pavimentación de carreteras. El líder del proyecto es la Agrupación de Investigación Estratégica Proyecto Fénix A.I.E. compuesta por seis socios industriales procedentes del sector de la construcción y de la pavimentación (Sacyr, Elsan Pacsa, Pavasal, Sorigué, Collosa y Serviá Cantó), un socio industrial fabricante de maquinaria de producción de mezcla bituminosa (Intrame) y un laboratorio privado altamente especializado (CIESM). Además de la Agrupación de investigación estratégica proyecto Fénix A.I.E., hay tres socios: el fabricante más importante de betún de España (Repsol YPF), un distribuidor de betún (Ditecpesa) y el instituto de investigación del sector asegurador español para la mejora de la Seguridad Vial (Centro Zaragoza).

En el proyecto participan quince organismos públicos de investigación (OPI's) procedentes de ocho universidades (Huelva, Cataluña, Madrid, Castilla La Mancha, Valencia y Cantabria), cinco centros tecnológicos procedentes de Andalucía, Extremadura, Castilla-León y el País Vasco, un instituto de investigación del CSIC de Cataluña y el laboratorio del transporte del CEDEX.

El proyecto se estructura en torno a 12 líneas de investigación originales que van desde el desarrollo de nanomateriales activos en la reducción de emisiones de los vehículos, al desarrollo de nuevas tecnologías de producción en plantas asfálticas más eficientes, al desarrollo de nuevas mezclas bituminosas obtenidas mediante procedimientos más amigables con el medio ambiente y más seguras ante el riesgo de accidentes, al desarrollo de sistemas proactivos de la seguridad integrados en la carretera o en el aprovechamiento energético de la irradiación solar sobre el pavimento filtrante.

En nuestro caso, de las 12 líneas de investigación del proyecto FENIX, nos centraríamos en la que genera la tecnología necesaria para obtener un ligante o una mezcla bituminosa lo suficientemente manejable durante la fase de mezclado, extensión y compactación como para permitir una adecuada manipulación del aglomerado rebajando la temperatura de trabajo en alrededor 20°C para desarrollar la tecnología de mezclas semicalientes (120° - 140°C).

Este tipo de tecnología reporta los siguientes beneficios tanto en el campo de la Prevención de Riesgos Laborales o el medio ambiente, como en el campo de la producción, tan importante para los empresarios en estos tiempos actuales:

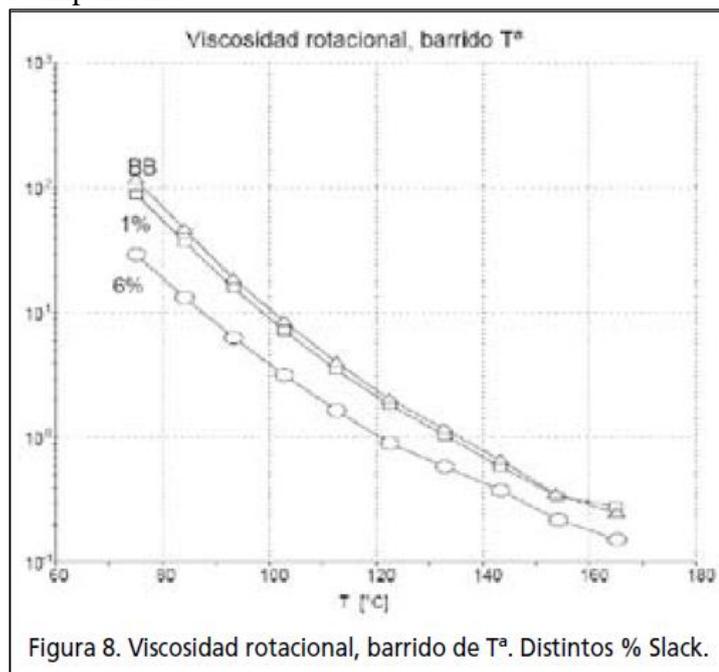
- Reducción de la exposición de los trabajadores: Se reduce significativamente las emisiones de jomos e hidrocarburos policíclicos aromáticos al que los trabajadores están expuesto. Se considera una reducción del 30 al 50%.
- Reducción de emisiones: Al reducir la temperatura se reducen las emisiones de gases contaminantes. Hay datos que indican que se pueden llegar a reducir entre un 30-40% la cantidad de CO₂ y SO₂; alrededor de un 50% la cantidad de

compuestos orgánicos volátiles (VOC); y entre el 10-30% de CO y el 60-70% de NO_x

- Reducción de combustible: Al bajar la temperatura de fabricación de las mezclas asfálticas también reducimos el consumo energético de las mismas. Se estima un ahorro de entre el 11 al 35%.
- Beneficios prestacionales: Permite trabajar con mayores distancias entre planta y obra, y la energía de extendido es mayor. Además de producir unas mejoras prestacionales del aglomerado una vez extendido.

Los aditivos que se han estudiado reducen la viscosidad del ligante a temperaturas superiores a los 100°C. Estas sustancias son conocidas como ceras; se han estudiado ceras de distinta naturaleza, proporcionando cada una de ellas unos resultados distintos, la cantidad de aditivo añadido a cada muestra es del 3% de la misma.

- Cera Slack: La adición de la cera slack reduce la rigidez de los betunes, temperatura máxima, temperatura de equiviscosidad y pendiente de modulo. Estos efectos pueden ser debidos a la diferente micro estructura del betún conseguida con la adición. Esta diferente ordenación interna del betún, hace que se fluidifique el mismo, consiguiendo una reducción de la viscosidad en todo el rango de temperaturas estudiado, pero haciendo que estas mezclas sean más sensibles a la temperatura.



- Fischer-Tropsch (F-T): La adición de la cera F-T proporciona betunes con una elevada rigidez en todo intervalo de temperaturas y frecuencias estudiado. La viscosidad del betún también es modificada, sufriendo una caída de la misma y estableciéndose alrededor del punto de fusión de la cera (100 – 120°C). A partir de los ensayos se pueden establecer las siguientes características:
 - Aumenta la viscosidad a temperaturas de servicio, reduciendo la penetración, aumentando el punto de reblandecimiento y el índice de penetración.
 - La adición de un 3% no altera las propiedades a bajas temperaturas.

- Aumenta el intervalo de plasticidad.
- No altera la ductilidad.
- No altera la resistencia al envejecimiento.
- Confiere algo de elasticidad al ligante.
- Modifica sustancialmente la susceptibilidad térmica del ligante: aumenta la viscosidad por debajo de los 100°C y la disminuye por encima de esta temperatura.
- Reduce las temperaturas de mezclado y compactación.
- Mejora la resistencia a deformaciones plásticas.

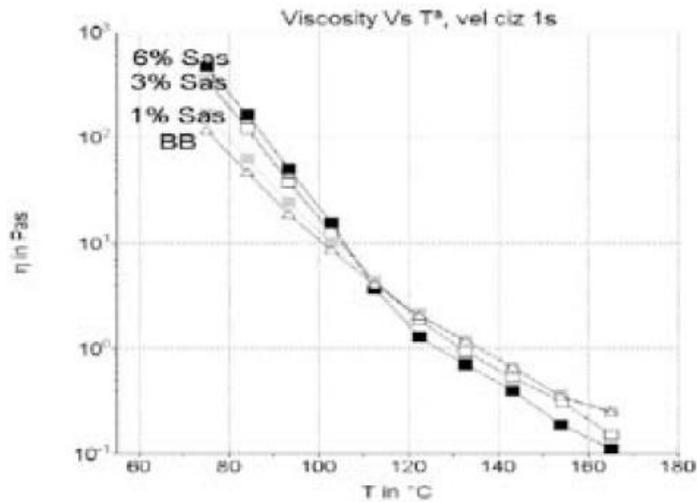
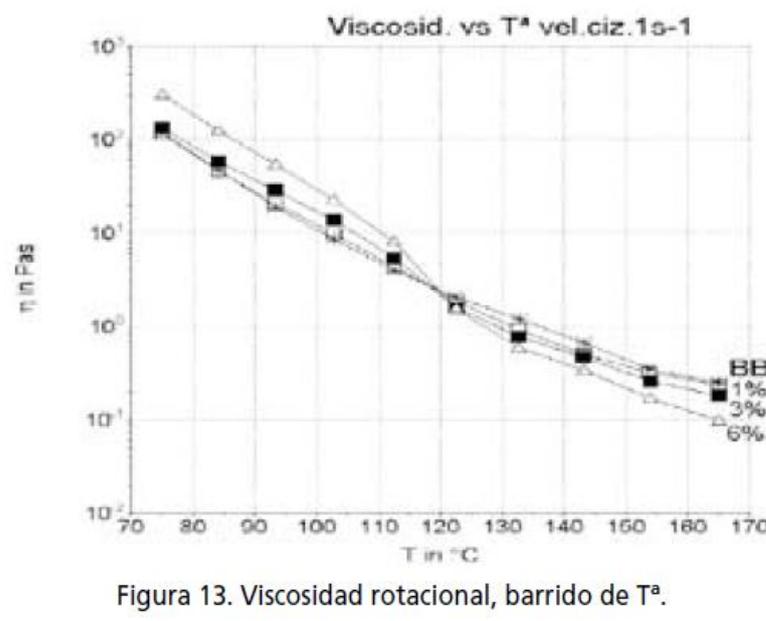


Figura 10. Viscosidad rotacional, barrido de Tª.

- Amidas de ácidos grasos: La adición de cera Amidas de ácidos grasos proporcionan los mismos efectos que la cera F-T, si bien imparte mayor rigidez al betún por segregar en mayor grado a los asfáltenos, mientras que la disminución de la viscosidad se produce a una mayor temperatura, 10°C más, debido al punto de fusión de dicha cera.
- Ceras de polietileno: Para que la adición de este tipo de cera actúe mejorando la viscosidad del betún, es necesario que esta sea del 6% con un cantidad menor habría una ligera mejoría en este sentido pero no siendo lo suficientemente importante.



Por lo tanto, la cera SLACK serviría para reducir las temperaturas de fabricación del aglomerado al reducir la viscosidad del ligante, pero comprometería las características de la mezcla.

Mientras que la cera F-T permitiría fabricar el aglomerado a menores temperaturas, mejorando incluso las características mecánicas de la mezcla. Si bien el endurecimiento estérico presenta una gran dependencia del tiempo hasta lograr su total estabilización a temperatura ambiente.

Por otro lado, la cera AMIDA proporcionaría al betún las mismas características que la cera F-T; por lo que permitiría fabricar aglomerados a menores temperaturas, mejorando incluso las características mecánicas en una mayor proporción que la cera F-T. El endurecimiento estérico, también se ve mejorado el periodo necesario hasta su estabilización total es menor. Por otro lado no permitiría reducir tanto la temperatura como la cera F-T.

La cera de polietileno produce efectos parejos a las ceras anteriores, si bien los valores de modulo y temperatura son sensiblemente menores.

Es por ello que consideramos que las mejores ceras para crear mezclas asfálticas tibias que reduzcan la exposición de los trabajadores a humos de asfalto, serian la cera Fischer-Tropsch y la cera de Amida de ácidos grasos, no solo por mejorar el apartado que se buscaba de la viscosidad a una temperatura menor, sino que también mejoran las propiedades mecánicas de las mismas y no teniendo contraprestaciones mecánicas o de durabilidad del aglomerado asfáltico.

A continuación, se adjunta el enlace de un video del PROYECTO FENIX donde se explica brevemente el método utilizado para la realización del estudio:

<https://www.youtube.com/watch?v=xcgT0dybMJ8>

g. Carcinogenicidad:

Es muy importante la protección de los trabajadores frente a estos compuestos, no solo para evitar exponerlos a un contaminante químico del que no podemos controlar la exposición, sino también porque desde el año 2013 la IARC (Agencia Internacional para la investigación del cáncer), dependiente de OMS (Organización Mundial de la Salud), estableció a los betunes (N° CAS 008052-42-4) y su exposición ocupacional durante el asfaltado de carreteras y su emisiones en el grupo 2B de los agentes cancerígenos. En este grupo se encuentran los agentes posiblemente cancerígenos para el ser humano.

Muchos estudios han evaluado la posibilidad de contraer cáncer de pulmón en los trabajadores de asfaltado de carreteras, pero ninguno ha llegado a conseguir resultados reales de que el aumento de posibilidad de tener cáncer de pulmón es debido única y exclusivamente a la exposición a los humos de asfalto. Esto se debe a que existen muchos parámetros externos, y que es imposible monitorizar a un trabajador durante toda su vida laboral para saber a qué cantidad de humos de asfalto está expuesto.

Ya que como hemos comentado anteriormente esta exposición puede verse influenciada por muchos factores externos y no controlables; algunos de ellos pueden incluso aumentar la posibilidad de contraer el cáncer como la exposición a asbestos, polvo de sílice y gases de combustión. Así mismo, en función del país en el que nos encontremos, los aglomerados asfálticos no tienen la misma composición, ya que las condiciones climatológicas de unos países y otro son completamente diferentes dentro de la misma Unión Europea. Otros incluso pertenecen a la vida privada del trabajador como el consumo de tabaco.

Otra razón por la que actualmente es muy difícil establecer la carcinogenicidad de los humos de asfalto, es porque muchos de los trabajadores que ahora están sufriendo las consecuencias de la exposición a este contaminante químico, también estuvieron expuestos a alquitrán de hulla (N° CAS 65996-92-2) que se utilizaba antiguamente en la reparación de asfalto y como sellante de juntas de los mismos. Este compuesto está catalogado en el grupo 1 de la IARC desde 2012. Es decir, está catalogado como agente cancerígeno para los seres humanos.

Además es muy difícil que una población de estudio este toda su vida laboral trabajando en el mismo sector y en la misma empresa, por lo cual también habría que recabar información acerca de otros trabajos en los que haya podido estar expuesto a agentes químicos perjudiciales para la salud.

Estos tres principales aspectos son en los que impiden una determinación definitiva de los humos de asfalto como agentes cancerígenos aunque existan evidencias de ello. Ya que cualquier investigación que se hace en la actualidad los trabajadores que tienen altas posibilidades de enfermar con un cáncer de pulmón han estado expuestos en algún momento de su vida a alquitrán de hulla.

Hay estudios independientes del norte de Alemania que obtienen un inestable ratio de aumento de la mortalidad del 3.7 (95% CI, 1.06-13.20) mientras que otros dos estudios alemanes encuentran un pequeño ratio de 1.20 (95% CI, 1.0-1.5). Estos estudios no son extrapolables ya que incluyen a trabajadores que han realizado trabajos de excavación por lo que la exposición a asbestos y polvo de sílice hace que se diluyan la exposición a humos de asfalto.

Mientras que el estudio más grande que se ha realizado sobre la posibilidad de contraer cáncer de pulmón en los trabajadores de asfaltado de carreteras ha sido realizado por la IARC. En él, se observa un aumento de mortalidad a causa de cáncer de pulmón sobre la población general del 17% (SMR, 1.17; 95% CI, 1.01-1.35). Mientras que si comparamos con el grupo de trabajadores pertenecientes al gremio de la construcción este aumento de la mortalidad es menor situándose en el 8% (RR, 1.08; 95% CI, 0.89-1.34). Esto se debe a que se considera que el tabaquismo entre los trabajadores del gremio es mayor que entre la población en general, al cual se atribuye todas las declaraciones de cáncer de pulmón producidas entre los trabajadores del gremio.

Existen otros gremios que también se hayan expuestos a los humos de asfalto y para los cuales la cancerigenicidad de los mismos se encuentra en un punto más arriba de la escala. Como por ejemplo para los techadores expuestos a productos bituminosos, la IARC establece que la cancerigenicidad de los humos de asfalto se sitúa en el grupo 2A (Probablemente cancerígeno para el ser humano). Este el paso previo a que una sustancia sea declarada cancerígena definitivamente. Puede deberse a que la exposición que sufren estos trabajadores es más alta por trabajar mucho más cerca de los productos bituminosos, y en concentraciones también más altas de los mismos que las encontradas en los aglomerados asfálticos. Siendo el componente base de ambos compuestos el mismo, por lo cual la cancerigenicidad se establecería en función de la exposición.

Pero la exposición a humos de asfalto no aumenta únicamente la posibilidad de contraer cáncer de pulmón sino que existe la posibilidad de contraer otros tipos de cáncer como el cáncer de vejiga, y de la parte alta de las vías respiratorias o el aparato digestivo.

El estudio realizado por la IARC también se introdujo en esta posibilidad. Ofreciendo unos datos que establecían que los trabajadores de asfaltado de carreteras también podían ver incrementada la posibilidad de contraer cáncer de vejiga, pero este está asociado a la exposición de Benzo-a-Pireno. Aunque hay indicios en algunos estudios de la asociación del cáncer de vejiga y la exposición a humos de asfalto.

En el estudio establece que el aumento de la mortalidad a causa de cáncer de la cabeza y el cuello es del 30% (1.30; 95% CI, 0.99-1.68) y la posibilidad de contraerlo cuando comparamos con los trabajadores del gremio de la construcción es del 24% (1.24; 95% CI, 0.91-1.68). En general los datos en relación con estas enfermedades y la exposición a humos de asfalto es inconcluyente.

El informe de la IARC llega a la conclusión de que existe una deficiente evidencia de la carcinogenicidad de los humos de asfalto en humanos, especialmente en el extendido de aglomerado asfáltico en carreteras. Mientras que en los trabajos de impermeabilización de techos y en la utilización de mezclas SMA (Stone Mastic Asphalt) la correlación entre la exposición a humos de betún y la posibilidad de contraer cáncer es limitada.

También se han hecho experimentos en animales para poder establecer una correlación entre la exposición a betunes y la probabilidad de contraer cáncer.

- La evidencia entre la exposición a estabilizadores de betunes clase 1 y humos de asfalto es deficiente.
- La evidencia entre la exposición a betunes oxidados clase 2 es limitada
- La evidencia entre la exposición a humos de asfalto generados por betunes oxidados clase 2 es suficiente.

- La evidencia entre la exposición a estabilizadores y ligantes de betunes clase 1 y betunes oxidados clase 2 es limitada.
- La evidencia entre la exposición a ligantes y estabilizadores de betunes clase 1 y betunes rectificadas clase 2 es inadecuada.

Por lo tanto nos encontramos antes un compuesto que hasta el momento no está catalogado como cancerígeno, pero que en el futuro sí que puede llegar a catalogarse como tal, dado los antecedentes anteriormente expuestos. Ya existen precedentes de compuestos que han ido subiendo en la escala de cancerígenos hasta situarse en la parte más alta. Como por ejemplo el asbesto, compuesto que en los años 70 se consideraba que no tenía afecciones sobre la salud; en los años 80 se empezaron a observar ciertos indicios de cancerigenicidad hasta que en el año 2002 cuando se prohibió su uso.

V. Riesgos ergonómicos:

Los riesgos ergonómicos no son los más vigilados en el trabajo de extendido de aglomerado asfáltico porque habitualmente los trabajadores, disponen de tiempos de descanso suficientes en el ir y venir de camiones de aglomerado que alimentan el silo de transferencia o la asfaltadora. O por no realizar constantemente la misma operación, sino que un mismo trabajador adopta muchas posturas a lo largo de la jornada de trabajo.

Pero aun así existen una serie de recomendaciones o medidas que se pueden adoptar con el fin de que los trabajadores no sufran trastornos musculoesqueléticos en el puesto de trabajo.

Estos riesgos muchas veces se pueden ver incrementados debido a la exposición de la radiación solar; sobre todo por efecto de la deshidratación, un riesgo muy importante en los operarios que realizan estos trabajos. Ya que habitualmente estos se realizan en verano, dado que el extendido de aglomerado asfáltico con bajas temperaturas produce una pérdida excesivamente rápida de temperatura y haga que el asfalto no posea las condiciones mecánicas adecuadas. A ello se suma la temperatura a la que se debe manejar y manipular el asfalto; que ronda los 150°C. Y que hace que la sensación de agobio por parte de los trabajadores aumente.

Los riesgos de ergonomía a los que los trabajadores están expuestos son:

- Vibraciones: Los operadores de la asfaltadora, reglista, operador del rodillo compactador y operador del silo de transferencia están expuestos a vibraciones, por no disponer la maquinaria de amortiguación para disipar las vibraciones y estar equipadas con un motor de combustión. También han detectado la presencia de vibraciones de cuerpo entero en los peones palistas y auxiliar de palista debido a las vibraciones provocadas con la compactación del terreno, especialmente si esta se realiza con compactadores dinámicos. Para establecer las vibraciones a las que se hayan expuestos los trabajadores de los diferentes puestos sería necesario realizar mediciones, mediante el uso de acelerómetros.
- Posturas forzadas de brazos, cuello, espalda y piernas: Los trabajadores que se encargan del manejo de la regla (reglista y auxiliar de reglista), adoptan posturas de trabajo forzadas, principalmente, de flexión de tronco y cuello, asociadas a la necesidad de controlar el proceso y mantener las referencias en el extendido. Además, se han detectado posturas forzadas muy importantes y continuadas durante la totalidad del proceso tanto de espalda como de cuello en los trabajadores encargados de hacer juntas, liberar trapas, realizar ajustes en el extendido, etc. (palista y rastros). La flexión de espalda está asociada al uso continuado de herramientas manuales (pala y rastro) tanto en el ajuste como en el abastecimiento de material en las zonas irregulares donde la extendidora no llega. se han detectado posturas forzadas de brazos (flexiones/elevaciones importantes) en las tareas realizadas por el reglista y auxiliar de reglista asociadas fundamentalmente al acceso a los mandos de control de la regla. Asimismo, tanto el palista como el rastros adoptan posturas forzadas de brazos durante las tareas de extendido de la mezcla asfáltica.

- Manipulación manual de cargas: Los trabajadores que realizan las labores de regado, por tener que sujetar la lanza que pesa alrededor de 7 kg de forma continuada; a ello se suma los tirones que se pueden producir por descoordinación entre el regador y el conductor del camión nodriza. También habría que aplicarle el protocolo a de manipulación manual de cargas al palista, cuando se carga excesivamente la herramienta manual con el material.
- Sobreesfuerzos: El palista especialmente puede realizar fuerzas importantes asociadas al manejo de herramientas manuales, fundamentalmente palas, tanto en el gesto de carga de la pala de material como cuando existe una carga excesiva de la misma. De igual modo, se han detectado fuerzas importantes en la sujeción continuada de la lanza de riego por parte del regador, las cuales se ven incrementadas, considerablemente, si existen tirones de la goma que une la lanza de riego al camión.
- Condiciones ambientales:
 - Ruido: Los trabajadores están expuestos a elevados niveles de ruido, derivados por una parte de la máquina extendedora así como del resto de maquinaria (camiones, compactadores, etc.), que pueden encontrarse en la zona de trabajo (ruido ambiental). Puesto que se trata de un trabajo al aire libre, el control del ruido es muy complicado.
 - Iluminación: Es un problema que únicamente se presenta cuando los trabajos de aglomerado se realizan con nocturnidad, y afectan a todos los trabajadores de la operación; especialmente a los que trabajan más alejados de la maquinaria como pueden ser los peones palistas.
 - Estrés por calor: Los trabajadores están sometidos a un importante estrés térmico, sobre todo los trabajadores que se encuentran en contacto directo con la mezcla bituminosa. La situación es especialmente delicada en verano, donde se pueden alcanzar temperaturas cercanas a los 40°C unidas a la temperatura del material que se está extendiendo (alrededor de 150°C) y al desprendimiento de vapores del mismo, por lo que son trabajadores especialmente expuestos a sufrir un golpe de calor.

a. Medidas preventivas:

A continuación se expondrán una serie de medidas que se deben adoptar para intentar evitar o minimizar los daños en la salud que puedan sufrir los trabajadores a causa de estar expuestos a los riesgos ergonómicos.

-- Los trabajadores tendrán que pasar un Reconocimiento médico anual realizado por un médico del trabajo en el cual el medico establecerá los protocolos pertinentes en función de los riesgos a los que se encuentre expuesto el trabajador.

-- Todos los trabajadores deben estar formados e informados en el puesto, la información se aconseja renovarla anualmente para un mayor refresco de los conocimientos en prevención por parte de los trabajadores.

-- Vibraciones: Toda la maquinaria que precise de conductor dispondrá de amortiguadores o de asientos antivibraciones para reducir la exposición a las mismas por parte de los conductores.



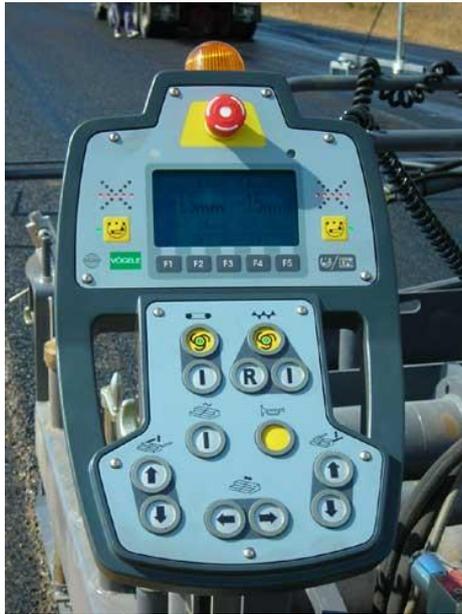
Asiento antivibraciones.

Los trabajadores que se encuentren expuestos a vibraciones y no conduzcan esta maquinaria, evitaren estar en contacto directo con la maquinaria de manera continuada en el tiempo. Es decir, a los reglistas se les aconseja no ir el 100% del tiempo subidos sobre la regla de extendido, sino alternar esta con el suelo para reducir la exposición a vibraciones. La maquinaria tiene que pasar revisiones periódicas para evitar que un mal funcionamiento de la misma produzca un aumento de las vibraciones.

La exposición a vibraciones transmitidas por el suelo debido a la compactación del mismo con los rodillos compactadores, se puede considerar que no es perjudicial para la salud de los trabajadores.

-- Posturas forzadas de brazos, cuello, espalda y piernas: En el caso del reglista las posturas forzadas se producen por tener que vigilar el correcto extendido del aglomerado de manera visual. Actualmente, existen reglas con control con pantalla de LCD en la que muestran toda la información. Estas evitan que el reglista adopte posturas forzadas para su comprobación. Además este nuevo sistema de control suele

ser extraíble; lo que evita que el trabajador flexione continuamente el tronco para su control.



Control ergonómico regla extendidora.

El resto de operarios que están expuestos a posturas forzadas es por el manejo y extendido manual de aglomerado asfáltico, para corregir pequeñas imperfecciones, o huecos, y esquinas que la máquina no puede realizar. Para evitarlo las herramientas manuales deberían disponer de mandos extensibles, para que cada trabajador se los pudiera acomodar en función de su altura. O la instalación de mangos angular, o auxiliares para evitar la postura forzada de la espalda y brazos al cargar la herramienta manual con el material.



Mango auxiliar en pala.

Estos también pasan la mayor parte de su jornada de pie, por lo cual se produce fatiga en las piernas. Para evitarlo se aconseja el uso de plantillas antifatiga.

-- Manipulación Manual de cargas/Sobreesfuerzos: Para evitar que los trabajadores realicen levantamiento de cargas excesivo se aconseja utilizar herramientas manuales con mangos fabricados en materiales ligeros. Además se debe limitar la carga de las

mismas a 4,5 kg; esto lo podemos conseguir disminuyendo la superficie de la herramienta donde se carga el material.

-- **Ruido:** Se deben realizar mediciones en la zona de trabajo para verificar la exposición a ruido a la que están expuestos los trabajadores. En función de estas mediciones y tomando como referencia las pautas establecidas en el RD 286/2006 y en la Guía Técnica que lo desarrolla. En función de los datos obtenidos se tomarán una serie de medidas u otras.

-- **Iluminación:** Cuando se realicen trabajos nocturnos, la iluminación de la zona de trabajo debe de ser la adecuada con una iluminación mínima de 200 lux por tratarse de un trabajo de con exigencias visuales moderadas según el RD 486/1997.

-- **Estrés por calor:** Se recomienda el uso de ropa fresca, para disminuir el efecto del calor.

Se debe disponer de agua fresca para que los trabajadores puedan recuperar los líquidos que se pierden durante la sudoración y se debe ingerir agua con una alta frecuencia. Es recomendable que esta agua, tenga compuestos isotónicos para realizar simultáneamente una recuperación de las sales que se pierden durante la sudoración.

Se deben realizar pausas periódicas a la sombra para ayudar al cuerpo a recuperar una temperatura más adecuada.

Es obligatorio el uso de gorra protectora para evitar que los rayos solares incidan directamente sobre la cabeza del trabajador.

Se debe proporcionar crema de alta protección a los trabajadores para evitar la aparición de quemaduras por los rayos solares debido a la exposición prolongada de los mismos a los rayos solares.

Se debe formar a los trabajadores en estas situaciones para que sepan reconocer los síntomas que aparecen previamente al golpe de calor; y como se debe actuar.



Consideraciones básicas frente al golpe de calor.

VI. Conclusión:

Tras los hechos expuestos podemos llegar a la conclusión de que, actualmente, se está infravalorando la exposición a humos de asfalto por parte de empresas y técnicos de prevención de sus servicios.

En las mediciones anteriormente mostradas, se puede extraer que puede superarse en muchas ocasiones los límites de exposición diarios ya que de la única medición que disponemos de datos meteorológicos presentes durante la misma, la temperatura era de 16° y había presencia de viento suave. Estas condiciones no son las más usuales en las operaciones de extendido de aglomerado asfáltico porque este se suele hacer en verano que son días calurosos con temperaturas que pueden alcanzar e incluso superar los 40°C; y sin presencia de viento. Por lo cual la exposición a la que estaría expuesto el trabajador, sería en algunas ocasiones, incluso superior a las obtenidas en las mediciones.

La disminución de los valores límite ambientales de este tipo de compuesto, deja patente el aumento de la preocupación de las instituciones, sobre los peligros que entraña para los trabajadores estar expuestos a los humos de asfalto. A lo que hay que añadir que los humos de asfalto para este tipo de actividades ya están catalogados dentro del grupo 2B, lo cual es un paso previo a que la sustancia pueda ser declarada como cancerígena. Situación que, desde mi punto de vista, puede ser factible en el futuro pese a que actualmente no existan los medios y tecnologías suficientes para establecer una relación directa. Porque las enfermedades que provocan la exposición a este agente son las debidas al tabaquismo también. Al cual se suelen atribuir todos los cánceres presentes en trabajadores de este sector, debido a una clara subdeclaración de estas enfermedades profesionales.

Esta subdeclaración se puede deber a la presión ejercida por las petroleras, ya que el asfalto es un subproducto de su actividad principal del cual obtienen una serie de beneficios. Por lo cual en caso de que este se declarase cancerígeno y se prohibiera su uso; dejarían de obtener un beneficio, sino que tendrían un gasto por su gestión.

Por otra parte, muchos técnicos no tienen la formación adecuada para una correcta evaluación de los riesgos en el extendido de aglomerado asfáltico ya que existe incluso alguna evaluación de riesgos donde se establece que los vapores que emanan del asfalto caliente durante su extendido es vapor de agua. Se hace necesario por lo tanto que los técnicos que participen en estas tareas tengan formación adecuada y sean informados acerca de los riesgos que entraña la exposición a humos de asfalto.

Por todos estos hechos se han intentado exponer una serie de medidas e innovaciones a través de las cuales minimizar lo máximo posible esta exposición. Algunas de ellas están todavía en investigación y pueden ser sistemas muy válidos en la construcción de firmes de carreteras en el futuro, pero actualmente se escapan del alcance de la gran mayoría de empresas.

Sería necesario continuar con la investigación acerca de posibles medidas colectivas que protejan al conjunto de los trabajadores. La instalación del filtro en un lugar cercano a los tornillos sinfin que empujan y realización la homogeneización de la mezcla cerca de la regla sería una solución real que se podría establecer en un periodo medio de tiempo, realizando una maqueta y monitorizando la efectividad del sistema.

La utilización de mezclas asfálticas tibias, está sujeta a coste del producto, el cual se debería ajustar al mercado actual, o proceder a su utilización de manera generalizada por el conjunto de la industria. Este impulso se debería de dar desde el propio sector del extendido de aglomerado asfáltico. Pero también podría darse un empujón a su uso desde instituciones públicas, por tratarse de una mejora tanto para los trabajadores como en el producto final, por poseer mejores propiedades físicas.

El guiado remoto de la extendidora asfáltica, acaba casi por completo con la problemática, con la que actualmente estamos tratando. Pero también si eliminamos los trabajadores eliminaríamos la profesión del técnico de prevención de riesgos por no tener trabajadores a los que proteger. Es una válida a largo plazo, pero este tipo de operaciones requieren una alta precisión que actualmente estos equipos les cuesta alcanzar, y los que consiguen alcanzarla están completamente fuera del mercado comercial.

Por otro lado, en la mayor parte de los puestos se ha optado por la obligación de uso de EPIs por parte del trabajador aun conociendo que esta es la última medida que se debe tomar en la protección de los trabajadores frente al riesgo. Se ha considerado como la solución más y eficiente para evitar los posibles riesgos de la exposición a aglomerado asfáltico. Pero aun esta solución no es adoptada en la actualidad por la mayoría de las empresas. Es más que habitual ver a trabajadores operando con aglomerado asfáltico sin ningún tipo de protección. Este hecho se puede deber a muchos motivos sobre los cuales habría que incidir para intentar poner una solución a corto plazo a la exposición a humos de asfalto; aunque sea la obligación de uso de los EPIs por parte de los trabajadores.

En las condiciones que realizan los operarios sus trabajos, tal vez esta medida no sea de su agrado por aumentar la sensación de agobio que sufren los mismos a causa de las altas temperaturas. Por lo que habría que establecer un plan de descansos a la sombra y la disponibilidad de agua/bebida isotónica fresca para la recuperación de líquidos, para que, de esta manera evitar la posible aparición de un golpe de calor.

Por lo cual lo también se debería incidir en la formación y concienciación de los trabajadores, para que estos conozcan los riesgos a los que se encuentran expuestos y la peligrosidad de las sustancias que pueden respirar, para que tengan conocimiento de que la toma de medidas es por su protección. Aunque como todos sabemos en algunas condiciones pueda ser incomodo el uso de los EPIs que se les proporcionan, especialmente cuando se producen las condiciones más favorables para que la cantidad de humos de asfalto supere los límites de exposición. Y tengan el conocimiento de que la exposición a los humos de asfalto puede aumentar las posibilidades de sufrir un cáncer en el futuro.

VII. Bibliografía:

- ✓ Ergonomía en el sector de la construcción
- ✓ Fundación de laboral de construcción
- ✓ Carreteros.org
- ✓ INSHT
- ✓ INFOCARQUIM
- ✓ Límites de exposición 2015
- ✓ Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo.
- ✓ Informe Collosa (Sensibilización y líneas de actuación ante la modificación realizada por el instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de los VLA-ED de los “humos de asfalto en el extendido de mezclas bituminosas en caliente”)
- ✓ PG-3
- ✓ IARC (<http://www.iarc.fr/>)
- ✓ Leica Geosystems (<http://www.leica-geosystems.es/es/index.htm>)
- ✓ Proyecto Fénix
(<http://www.proyectofenix.es/clients/showsection.aspx?OriginId=282876>)
- ✓ Catalogo EPIs 3M (<http://www.3mdirecto.es/>)
- ✓ CYNDAN (<https://cyndan.com.au/es/transporte-automocion/7-bituclean-elimina-betun-alquitran-asfalto-cera-y-grasa-de-camiones-herramientas-y-maquinaria.html>)
- ✓ Cemento asfaltico 60/70 Repsol
- ✓ Riesgos laborales derivados del uso del asfalto y/o productos bituminosos (Prevención BIP 54)
- ✓ Ibermutuamur.es
- ✓ Case–Control Study of Lung Cancer Nested in a Cohort of European Asphalt Workers (volume 118 | number 10 | October 2010 • Environmental Health Perspectives)
- ✓ Asfalto (Petróleo) Ficha de Seguridad
- ✓ Alquitrán de Hulla Ficha de Seguridad