



Guía para la seguridad vial de los trabajadores en la auscultación de pavimentos (Primera Parte).

Domingo Pérez¹, Maribel Trujillo²,
Luis Alberto Hernández³

¹ YUTAVE Ingeniería, Cardel Ver., México, Domingopm@yutave.com

² YUTAVE Ingeniería, Cardel Ver., México, maribeltrujillo4@aragon.unam.mx

³ YUTAVE Ingeniería, Cardel Ver., México, Igalicia@yutave.com

Resumen

La infraestructura vial es un componente fundamental del sistema de transporte moderno y tiene una influencia sustancial en la economía. La auscultación de una carretera es uno de los procesos más importantes, ya que determina la calidad y el rendimiento a largo plazo de la carretera. Hay muchos factores a considerar durante este proceso, entre los cuales el factor de seguridad es de especial preocupación ya que involucra la actividad humana. Es necesario monitorear los riesgos de seguridad de la auscultación y proporcionar advertencias con anticipación. Elvik (2004) tiene dos importantes teorías de seguridad vial que están relacionadas con la ingeniería y los efectos del comportamiento humano y los sugiere como dos fuentes importantes de riesgos. Por tal motivo, este trabajo plantea en una primera parte, dotar de lineamientos ingenieriles y de comportamiento humano a seguir durante la auscultación de pavimentos, con el objetivo de generar una guía que plasme los conceptos, procedimientos y recomendaciones para crear una estrategia adecuada para cada actividad y las características particulares de cada carretera desde un enfoque proactivo; por otra parte, se busca implementar planes de acción que garanticen la seguridad del trabajador y los usuarios de la red carretera durante la ejecución de las actividades de campo inherentes a la auscultación de pavimentos con equipos de alto rendimiento.

Palabras Clave: Seguridad vial, auscultación, equipo de protección.

1 Introducción

La movilidad es una actividad que involucra el desplazamiento de personas de un sitio a otro y responde a una necesidad poblacional, es un derecho que debe de ejercerse con responsabilidad. Debe ser un compromiso multidisciplinario generar un modelo sustentable apoyado en la experiencia y los avances tecnológicos. Ejercer una movilidad sustentable permitirá satisfacer las necesidades de la sociedad a moverse libremente, sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos básicos.

La auscultación de pavimentos se considera un área de investigación en la que una de las principales directrices es evaluar las condiciones estructurales, funcionales y de servicio de las carreteras, con el uso de equipos de alto y bajo rendimiento, lo que permite programar las acciones necesarias para mantener la vialidad en condiciones aceptables de operación.

La auscultación de pavimentos se realiza con movimiento ininterrumpido, por lo que la señalización y los dispositivos de protección deben moverse también, lo que hace patente la necesidad de disponer de un manual para los prestadores de servicio. Así, dicho manual podrá transmitir a detalle la dinámica de operación de cada una de las pruebas que se realizan sobre la superficie de un pavimento y permitirá conocer la naturaleza funcional del transporte que circula por la carretera, así como encontrar el punto de equilibrio entre ambas, con el objetivo de minimizar el riesgo operacional, reducir el tiempo de intervención de los equipos de auscultación.



1.1 Objetivo

Este trabajo tiene por objeto establecer un manual con los requisitos mínimos para cumplir con las exigencias básicas de seguridad en relación con la señalización móvil en la auscultación de pavimentos. Contempla las acciones y medidas para la selección y uso de los elementos de seguridad y señalización en carreteras.

2 Personal de trabajo en campo

El personal de trabajo en campo dentro de las actividades de auscultación de pavimentos se clasifica en cuatro tipos: operador del equipo de medición y del vehículo que lo porta, operador del vehículo de apoyo principal, operadores de los vehículos de apoyo secundario, bandereros y auxiliares.

Los operadores laboran la mayor parte del tiempo dentro de los vehículos, por lo que su protección vendrá dada por el propio vehículo; sin embargo, en todas las circunstancias deberán llevar puestos chalecos reflejantes de color amarillo o naranja en horas de trabajo, de modo que puedan ser percibidos lo más claramente posible.

a) Operador del vehículo equipado

Será una persona capacitada para la conducción a alta y baja velocidad de un vehículo con remolque; es recomendable un mínimo de 2000 horas de experiencia verificable conduciendo y dando servicio a la combinación de una unidad tractora y un semirremolque; contará con licencia de conducir vigente, de acuerdo con el vehículo y equipo que opere.

b) Operador del equipo de medición

El operador del equipo será el encargado de realizar las actividades de auscultación con el equipo a su cargo, para lo cual deberá conocer y manejar adecuadamente el equipo y tener conocimientos básicos de mecánica y mantenimiento del equipo de medición.

c) Operador del vehículo de apoyo principal

Será una persona capacitada para la conducción a alta y baja velocidad de un vehículo, conocimiento en señalización y colocación de los dispositivos de protección fijos y móviles, requiere un mínimo de 1000 horas de experiencia verificable conduciendo una unidad piloto; contará con licencia de conducir vigente de acuerdo al vehículo que opere; durante los trabajos de medición estará alerta a las maniobras y movimientos que realice el vehículo de operación; al ser el vehículo de apoyo, existe un mayor riesgo de colisión, por lo que siempre que observe un aumento en el riesgo, notificará al personal del vehículo de operación dicha situación.

d) Operador del vehículo de apoyo secundario

Será una persona capacitada para la conducción a alta y baja velocidad de un camión con remolque, además, requiere un mínimo de 2000 horas de experiencia verificable conduciendo una unidad tractora y un semirremolque; contará con licencia de conducir vigente de acuerdo al vehículo que opere; durante los trabajos de medición estará alerta a las maniobras y movimientos que realice el vehículo de operación y al vehículo de apoyo primario; al ser el vehículo de apoyo secundario, existe un alto riesgo de colisión, por lo que su vehículo siempre portará un amortiguador de impacto móvil, Figura 1.

e) Banderero

Será una persona capacitada para el manejo de tránsito en desviaciones y el uso de bandera o señal portátil, será capaz de proteger a todo el personal en la operación durante el proceso de auscultación, guiando el tránsito con seguridad y protegiéndose el mismo.

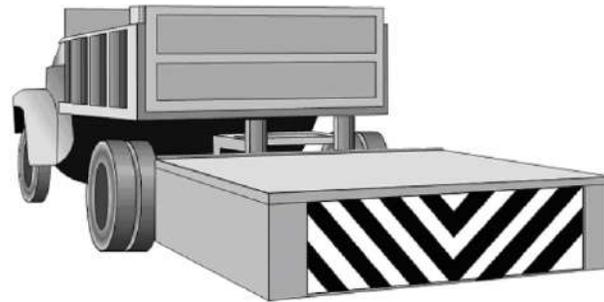


Figura 1. Amortiguador de impacto móvil (OD-14/m)

2.1 Equipo De Protección Personal (EPP)

El Equipo de Protección Personal, conocido como EPP, es todo equipo de seguridad que se emplea para minimizar la exposición a los peligros en el lugar de trabajo, por el eventual contacto con diferentes elementos físicos, eléctricos, mecánicos u otros.

Se debe determinar el EPP que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos. Esta información se necesita registrar con al menos los siguientes datos: tipo de actividad que desarrolla el trabajador, tipo de riesgo de trabajo identificado, región anatómica por proteger, puesto de trabajo y EPP requerido.

El EPP se deberá utilizar en todo momento que se tenga previsto realizar una actividad, ya sea de mantenimiento, de operación en campo, de calibración, o de traslado.

Con base en la actividad que desarrolle cada trabajador, en función de su puesto de trabajo, se podrá seleccionar el EPP para la región anatómica del cuerpo expuesta y la protección que se requiere dar, en la Figura 2 se ilustra el EPP.

La Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, menciona EPP necesario para los trabajos de auscultación, que se enlista a continuación.

- a) Guantes.
- b) Calzado de seguridad.
- c) Gafas de seguridad.
- d) Uso de fajas.
- e) Tapones auditivos u orejeras.
- f) Cascos.
- g) chaleco reflectante y overoles.



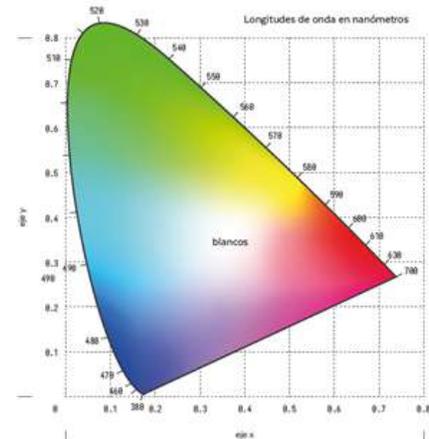
Figura 2. Equipo de Protección Personal (EPP)

Para las pruebas de auscultación, los overoles o chalecos deben de resaltar visualmente la presencia del trabajador en condiciones de luz natural o artificial, zonas de baja visibilidad (penumbra, oscuridad, lluvia, niebla, etc.) o de alta complejidad de tránsito. Por tanto, se deberán utilizar de visibilidad clase 3 como lo establece la Norma NMX-S-061-SCFI-2014, (Seguridad – Ropa de Alta Visibilidad para uso Profesional – Requisitos y Métodos de Prueba), en la cual se hace referencia al personal de construcción de caminos expuesto a tráfico que excede los 80 km/h.

En cuanto al color de los chalecos y overoles, la cromaticidad deberá de estar dentro de los parámetros de una de las áreas definidas, y el factor de luminosidad debe exceder el valor correspondiente mínimo, como lo establece la Norma PROY-NMXS-061-SCFI-2014, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos de color para material de fondo y de desempeño combinado

Color	Coordenadas cromáticas (nm)		Factor mínimo de luminosidad Y (%)
	X	Y	
Amarillo Fluorescente	0.387	0.610	70
	0.356	0.494	
	0.398	0.452	
	0.460	0.540	
Naranja Fluorescente	0.610	0.390	40
	0.535	0.375	
	0.570	0.340	
	0.655	0.345	
Rojo Fluorescente	0.655	0.345	25
	0.970	0.340	
	0.595	0.315	
	0.690	0.310	





2.1.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SEÑALAMIENTO PREVENTIVO MÓVIL

Cada una de las tareas que se realicen sobre una carretera en operación, independientemente de su rubro o la naturaleza que les preceda, requieren un cuidado especial en la planeación.

Una actividad móvil, es decir, un trabajo que implique movilidad a lo largo de una ruta definida para realizar tareas sobre ella es un tipo de trabajo habitual que se realiza en carreteras, ferrocarriles, ductos y grandes obras de la ingeniería.

En una evaluación de pavimentos, la movilidad es el rasgo principal. Ya sea que los trabajos se realicen con movimiento ininterrumpido, o a intervalos dentro de una misma jornada, su movilidad significa que la señalización de ésta debe moverse también, y este movimiento esta dado por la duración que implique la obstrucción total o parcial del tránsito por los carriles de circulación.

La señalización por emplear y el número de vehículos de apoyo estará en función del tiempo de duración de la actividad a desarrollar y se clasificará según la duración equivalente de las actividades en modo estático, de acuerdo con la ecuación 1. Esta clasificación aplica siempre y cuando los trabajos que se realicen impidan o limiten de forma total o parcial la circulación normal por el carril de evaluación (a la velocidad de operación).

$$De = \frac{D * TRDPA * V_o}{84\ 600 * F_c * F_T} \quad (1)$$

Donde: De es la duración equivalente en modo estático en min; D representa la duración de la actividad en modo estático en min.; Vo es la velocidad promedio de operación en el sentido de circulación en km/h; TDPA es el tránsito diario promedio anual en el sentido de circulación en Veh/Día; Fc es el factor por número de carriles en el sentido de circulación, como se muestra en la Tabla 2 y Ft es el factor por tipo de terreno en el sentido de movilidad, como se muestra en la Tabla 3

Tabla 2. Factor Fc por número de carriles

Num. de Carriles	1	2	3	4
Fc	1.0	1.5	2.0	2.5

Tabla 3. Factor Ft por tipo de terreno en el sentido de Movilidad

Terreno	Plano	Lomerío	Montañoso
Ft	0.5	0.3	0.2

De esta forma podremos clasificar la duración de las actividades inherentes a la evaluación de pavimentos, cuando éstas se realicen dentro de los carriles en circulación, Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de actividades de acuerdo con la duración equivalente

Instantáneas	De= 0
Rápidas	0.1 min < De < 3 min
Lentas	3 min < De < 10 min
Larga duración	10 min < De < 30 min
Tiempo indefinido	De > 30 min

Si se trata de actividades instantáneas o rápidas, el tren de trabajo que se recomienda emplear es un vehículo acoplado con el equipo de medición y un vehículo de apoyo principal.



En el caso de actividades lentas en modo estático, el tren de trabajo que se recomienda emplear es un vehículo acoplado con el equipo de medición, un vehículo de apoyo principal y un vehículo de apoyo secundario. Adicionalmente se deberá contar con el apoyo de bandereros, los cuales se posicionarán a una distancia adecuada mientras se realicen las actividades en modo estático.

En el caso de las actividades de larga duración en modo estático, el tren de trabajo que se recomienda emplear es un vehículo acoplado con el equipo de medición, un vehículo de apoyo principal y un vehículo de apoyo secundario; este último deberá contar con el apoyo de bandereros, los cuales se posicionarán a una distancia adecuada mientras se realicen las actividades en modo estático; adicionalmente, se deberá colocar un señalamiento preventivo fijo como: conos, delimitadores, etc. La Tabla 5 indica la distancia de la ubicación del señalamiento en función de la velocidad de operación de la carretera.

Tabla 5. Longitud de señalización antes del área de labores

Velocidad de operación (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Longitud de señalización antes del área de labores (m)	30	50	70	90	110	130	160	190	220

En el caso de las actividades que impliquen tiempo indefinido, los vehículos de apoyo y de medición contarán con los dispositivos de protección y señalamiento de protección móvil adosados a los mismos vehículos; adicionalmente, se deberán colocar dispositivos de protección de obra, tal como se establecen en la NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. Los vehículos de protección se ubicarán en el área de trabajo, particularmente dentro de la longitud del área de protección, la cual está antes del área de labores.

Es indispensable considerar que si la velocidad de operación es de ochenta (80) kilómetros por hora o mayor, es necesario utilizar un amortiguador o atenuador de impacto móvil (OD-14/M) similar al que se ejemplifica en la Figura 1, acoplado al vehículo de apoyo que se ubica al inicio del área de protección en el sentido del tránsito, conforme a lo establecido en la NOM-008-SCT2-2013, Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas.

Cuando las actividades de auscultación se realicen sobre una carretera, que cuente con un carril de circulación por sentido, se deberá tener una atención especial, ya que se debe realizar un plan de seguridad y manejo de tránsito especial sobre todo para procurar trabajar en horarios de baja demanda, por secciones y alas, y sobre distancias que permitan la orografía y geometría de la vialidad.

En todos los casos, todos los vehículos que se empleen durante los trabajos de auscultación contarán con los dispositivos de protección y señalamiento preventivo móvil adosados a los vehículos y/o remolques; esto permitirá el traslado de la brigada de evaluación a las secciones de trabajo siguientes, de forma rápida, buscando liberar la vía lo más rápido posible.

La característica fundamental del señalamiento de protección móvil son los elementos luminosos, tanto de día como de noche, desde luces giratorias o intermitentes omnidireccionales colocadas en vehículos y señales, hasta flechas luminosas y cascadas de luces direccionales o intermitentes; dicho señalamiento móvil tendrá que ser auto cargable y funcional durante toda la jornada de trabajo y de color ámbar principalmente, pudiéndose emplear color blanco estrictamente durante el día.

2.3.1 MÁQUINAS Y VEHÍCULOS

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen sean de color blanco, amarillo o naranja y que cuenten en todos los casos con la señalización de protección móvil. Llevarán, como mínimo, una torreta de luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 watts en el caso de luz giratoria y de 1.5 joule en el caso de luz intermitente; deberá ser auto cargable y funcional durante toda la jornada de trabajo.

Todos los vehículos empleados en los trabajos de auscultación deberán estar provistos, por lo menos, de dos luces o faros principales delanteros que emitan una luz blanca, colocada simétricamente y al mismo nivel, uno a cada lado del frente del vehículo y lo más alejado posible de la línea del centro, y a una altura no mayor de 1.40 m. ni menor de 0.60 m, Figura 3. Estos faros deberán estar conectados de tal manera, que el conductor pueda seleccionar con facilidad y en forma automática dos distribuciones de luz, proyectadas a elevaciones distintas: luz baja y luz alta, Figura 4.

Todo vehículo empleado para los trabajos de auscultación, semirremolque y remolque, deberá estar provisto por lo menos de dos lámparas posteriores o calaveras traseras montadas de tal manera que cuando estén encendidas emitan luz roja claramente visible desde una distancia de 300 m y un par de luces indicadoras de frenado que emitan luz roja al aplicar los frenos de servicio, Figura 3. Además, tendrán que colocarse dos o más reflectantes rojos y deberá estar provisto de luces direccionales al frente y en la parte posterior del vehículo para indicar la intención de dar vuelta o cualquier otro movimiento para cambiar de dirección.

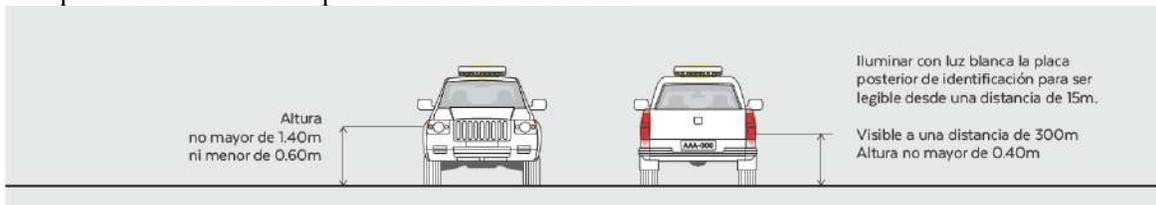


Figura 3. Altura de faros principales y luces posteriores (calaveras traseras).

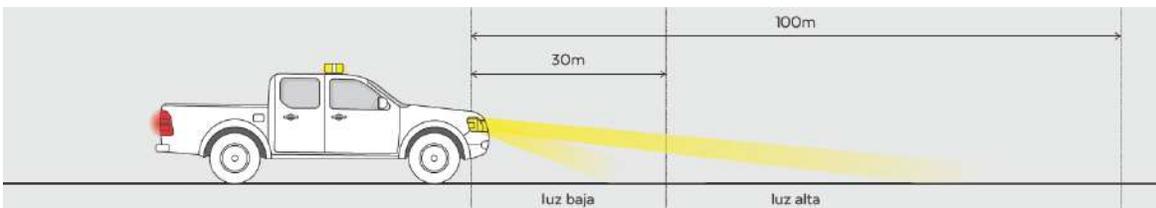


Figura 4. Luz baja y luz alta.

2.4 Vehículo de operación

Se denomina vehículo de operación a aquel en que se instalan los equipos de medición de alto rendimiento; debe ser de tamaño adecuado de manera tal que, sin sufrir modificaciones estructurales mayores, permita la correcta instalación del equipo de medición y, por supuesto, cuente con la potencia suficiente para remolcar el equipo de medición sin problema alguno.

El equipo de medición estará en condiciones de operación recomendadas por el fabricante, calibrado, limpio y completo en todas sus partes y componentes.



En todos los casos, los vehículos de operación deberán estar completamente equipados con el señalamiento preventivo móvil y contarán con un botiquín de primeros auxilios, así como extintor y equipo básico de emergencia. El vehículo tendrá que estar identificado con los logotipos de la empresa operadora y rótulos que digan que se está al servicio de la dependencia.

Debe tener aire acondicionado para mantener el interior del vehículo fresco y evitar que el polvo entre por las ventanas. Su techo debe ser blanco, los cristales de las ventanas polarizados hasta el límite permitido por las autoridades, con el fin de reducir el calentamiento por el sol.

3 Referencias

Norma Oficial Mexicana NMX-S-061-SCFI-2014. Seguridad-ropa de alta visibilidad para uso profesional-requisitos y métodos de prueba. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5401159&fecha=21/07/2015#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCT2-2013. Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas. <https://normas.imt.mx/NOMs/NOM-008-SCT2-2013>

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo. <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-017.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015. Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. <https://normas.imt.mx/NOMs/NOM-086-SCT2-2015>

R. Elvik. To what extent can theory account for the findings of road safety evaluation studies?. Accident Analysis and Prevention, 36 (5) (2004), pp. 841-849. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2003.08.003>