

INTERACCIÓN VEHÍCULO / SUPERFICIE DE RODADURA

18 de Septiembre de 2007 (am)

COMITÉ TÉCNICO 4.2

INFORME INTRODUCTORIO

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
MIEMBROS DEL COMITÉ QUE HAN COLABORADO EN EL INFORME	3
1. Informe de actividad del comité	4
2. VISIÓN FUTURA EN 20 A 30 AÑOS.....	4
3. Emisión del ruido del tráfico – Métodos de medida	6
4. Neumáticos de referencia para el ensayo de la resistencia al deslizamiento	8
5. GUÍAS sobre la gestión de la resistencia al deslizamiento y la regularidad de los firmes	10
6. Evaluación de las prestaciones de los equipos automatizados de detección de grietas en los pavimentos	13
7. Métodos y equipos de inspección de carreteras nO pavimentadas.....	14
8. Métodos y criterios avanzados de aceptación de obras de carreteras	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CONCLUSIONES PROVISIONALES	18

RESUMEN EJECUTIVO

Después de la presentación del informe de actividad del Comité por el presidente, se resumirán los resultados de las actividades de los diferentes Grupos de Trabajo, sobre los siguientes temas, a saber:

- “Tendencias de diseño y gestión en el control de la interacción vehículo-carretera”
- “Emisión de ruido del tráfico – Métodos de medida”
- “Neumáticos de referencia para la medida de la resistencia al deslizamiento”
- “Guías la gestión de la resistencia al deslizamiento y la regularidad de los firmes”
- “Evaluación del funcionamiento de los equipos automáticos grietas de los firmes”
- “Métodos y equipos de inspección de carreteras sin pavimentar”
- “Métodos y criterios avanzados de aceptación de obras de carretera”

Además del trabajo regular del Comité, se recordarán varias reuniones internacionales organizadas por el Comité, a saber:

- el 5º Simposio Internacional sobre “Características de la Superficie de rodadura de Carreteras y Aeropuertos” de Toronto
- un Seminario Internacional sobre “Control y Gestión de Carreteras Pavimentadas y No pavimentadas” en Bamako (Mali)
- un taller sobre “Detección automatizada de fisuración de firmes” en Québec
- un taller titulado “Impacto de Vehículos, Firmes y Tecnologías Emergentes sobre la Interacción Carretera Vehículo: ¿Dónde estaremos dentro de 30 años?”, que tendrá lugar durante este Congreso (Jueves 20).

MIEMBROS DEL COMITÉ QUE HAN COLABORADO EN EL INFORME

Francesca La Torre, Italia
Manfred Haider, Austria
Michel Gothié, Francia
Ramesh Sinhal, Reino Unido
Brian Ferne, Reino Unido
Michel Boulet, Francia
Mathieu Grondin, Canadá
Yves Provencher, Canadá
John Emery, Canadá
Bjarne Schmidt, Dinamarca
Guy Descornet, Bélgica

1. INFORME DE ACTIVIDAD DEL COMITÉ

por Bjarne SCHMIDT, Presidente del Comité

Después de una presentación del mandato, los miembros y la organización del trabajo del Comité, el Presidente se centrará en algunas de las actividades destacadas, a saber, el 5º Simposio Internacional sobre “*Características de la Superficie de rodadura de Carreteras y Aeropuertos*” de Toronto, un Seminario Internacional sobre “*Control y Gestión de Carreteras Pavimentadas y No pavimentadas*” en Bamako (Mali), un taller sobre “*Detección automatizada de fisuración de firmes*” en Québec y un taller titulado “*Impacto de Vehículos, Firmes y Tecnologías Emergentes sobre la Interacción Carretera Vehículo: ¿Dónde estaremos dentro de 30 años?*” que tendrá lugar durante el Congreso (Jueves 20).

2. VISIÓN FUTURA EN 20 A 30 AÑOS

por Francesca LA TORRE, Líder del Grupo de Trabajo

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) identificó la necesidad de “tener una visión del progreso en las características de los vehículos y las carreteras a 20-30 años vista” como uno de los puntos clave a desarrollar en el periodo 2004-2007.

Esta cuestión ha sido abordada por el Grupo de Trabajo A del Comité 4.2, centrándose en dos aspectos:

- cómo están cambiando los vehículos en lo que respecta a su influencia en el diseño y la gestión de los firmes, y dónde estarán dentro de 20-30 años;
- cómo pueden los gestores de firmes estar informados de estos cambios y tenerlos en cuenta en el diseño de los firmes y las actividades de conservación.

Por este motivo, en el GTA se han desarrollado dos actividades paralelas para abordar dos aspectos diferentes:

- para resolver la cuestión de los cambios en los vehículos, el Comité C4.2 ha organizado un Taller en el que los diferentes agentes implicados (fabricantes de vehículos, camiones y neumáticos, gestores de carreteras, proyectistas de firmes e investigadores) pueden compartir sus pareceres y comprender el impacto de estos avances en la interacción carretera/vehículo;
- para tener una imagen clara de cuáles son las herramientas y mecanismos disponibles o en desarrollo para estar informados de la evolución de la interacción vehículo/neumático/carretera, el GTA ha creado una base de datos de inventario sobre los mecanismos utilizados para controlar la acción del tráfico en las superficies de rodadura de las carreteras.

Mesa redonda de la AIPCR: “Impacto de Vehículos, Firmes y Tecnologías Emergentes sobre la Interacción Carretera Vehículo: ¿Dónde estaremos dentro de 30 años?”

Este Taller tendrá lugar durante el Congreso de París y se dirigirá a las siguientes cuestiones clave:

- ¿Cómo podemos mejorar el conocimiento compartido de las tecnologías emergentes sobre vehículos, neumáticos y carreteras?.
- ¿Qué impacto tendrá esto en nuestras carreteras durante los próximos 30 años?.
- ¿Podrán las futuras reglas de diseño de vehículos ser menos descriptivas y estar más basadas en el comportamiento real?.
- ¿Podremos hacer coches, camiones, neumáticos y carreteras más seguros con las nuevas tecnologías?.
- ¿Pueden los gestores de las carreteras tener en cuenta la tecnología de los vehículos al diseñar las nuevas carreteras?.

El principal resultado del Taller será la identificación de las tendencias de las tecnologías emergentes y su posible impacto en el diseño de los firmes, los vehículos y los neumáticos.

El Taller se organizará en dos sesiones: una mesa redonda en la sesión de la mañana limitada a expertos invitados y un número limitado de asistentes pre-registrados. La sesión de la tarde estará abierta a todos los asistentes al Congreso Mundial, sin necesidad de haberse registrado previamente en el Taller, y tiene por objeto discutir los resultados principales de la Mesa Redonda y las tendencias futuras.

TRALOMI: un inventario de equipos y técnicas de auscultación de la acción del tráfico (principalmente cargas y tensiones) sobre los firmes de carreteras.

La cuestión clave de esta actividad fue definir los equipos disponibles o en desarrollo capaces de definir las cargas de tráfico o los esfuerzos resultantes en los firmes, para permitir o facilitar a los gestores y a los proyectistas el tener en cuenta la evolución continua en las características de los vehículos y los neumáticos. Dado que uno de los principales intereses del Comité 4.2 es la fricción entre carretera y neumático, se decidió incluir en la base de datos también la velocidad de auscultación de los equipos, ya que juega un papel fundamental en la definición de los niveles de fricción requeridos bajo unas condiciones dadas. Los equipos de auscultación de firmes (tales como los de fricción y regularidad) no están incluidos en la base de datos.

El resultado de la encuesta muestra que algunas administraciones de carreteras han puesto ya en funcionamiento sistemas basados en la técnica de pesaje en movimiento (**Figura 1**), capaces de definir la carga real aplicada al circular los camiones sobre la superficie, aunque la mayoría de las respuestas indican que confían en los aforos de tráfico medios (ya sean automatizados o aforos manuales).



Figura 1 – Equipos de Pesaje en Movimiento

Por otro lado la utilización de “equipos de tensión en movimiento” (**Figura 2**), capaces de proporcionar distribuciones de tensiones en la interfaz neumático/carretera en las direcciones longitudinal, transversal y vertical, parece estar aún limitada a fases de investigación.

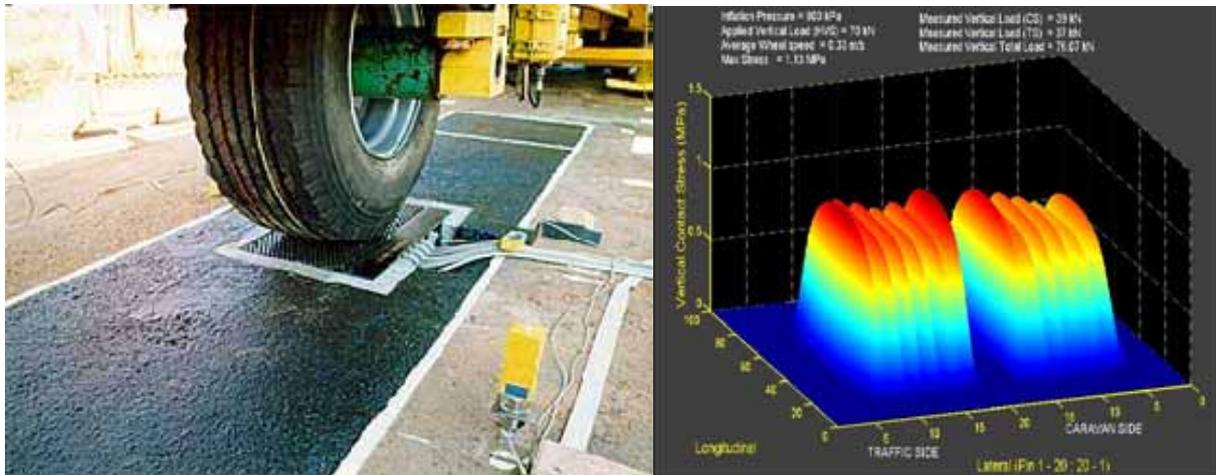


Figura 2 – Equipos de “Tensión en Movimiento”

3. EMISIÓN DEL RUIDO DEL TRÁFICO – MÉTODOS DE MEDIDA

por Manfred HAIDER, Líder del Grupo de Trabajo

La preocupación del Grupo de Trabajo B del Comité 4.2 de la AIPCR “Interacción Carretera/Vehículo” es el sonido emitido por los vehículos circulando sobre las carreteras del mundo. Las propiedades de emisión de ruido de combinaciones específicas de vehículo/neumático/pavimento son el resultado de varios mecanismos de generación, de los cuales, el predominante a velocidades mayores de 30 km/h es el ruido de rodadura generado por la interacción neumático/pavimento. Por esta razón, la superficie de la carretera juega un papel muy importante, tanto en los mecanismos de generación de ruido del tráfico, como en las estrategias de reducción del mismo. El comportamiento acústico de los firmes puede considerarse como una característica superficial especial, ya que es atribuible fundamentalmente a las propiedades de la capa de rodadura. Aunque la influencia de la superficie de la carretera en la emisión del ruido del tráfico es importante, no se debe olvidar la del neumático y la del vehículo, especialmente en zonas urbanas y en circulaciones a baja velocidad.

Los miembros del Grupo de Trabajo han participado activamente en investigaciones sobre firmes poco ruidosos, y en la mejora de los métodos de caracterización acústica de los pavimentos. Los principales proyectos de la UE relativos a las tecnologías de reducción de ruido, como SILENCE y QCITY, se han centrado en las superficies de las carreteras, y han dedicado un esfuerzo muy importante tanto a la reducción de ruido como a proporcionar un sistema satisfactorio de la medida de la reducción del ruido del tráfico.

Hoy día las reducciones de ruido más prometedoras se han conseguido utilizando superficies porosas, que no sólo eliminan la generación de ruido en el rango de las altas frecuencias, sino que también atenúan la propagación del sonido. Además, se han optimizado superficies de carreteras más tradicionales, como las Mezclas Bituminosas Discontinuas en Caliente o el Hormigón de Árido Expuesto, para reducir la vibración de los neumáticos en el rango de frecuencia deseado.

A pesar de estos logros, quedan sin resolver cuestiones principales. Algunas de las más importantes son:

- Clasificación acústica internacional comparable de las superficies de las carreteras.
- Comportamiento a largo plazo de superficies poco ruidosas.
- Adaptación de superficies poco ruidosas a tipos especiales de vehículos y neumáticos (turismos, camiones).
- Impacto de la reducción de la emisión de ruido en la contaminación acústica global que aparece en los mapas de ruido.
- Integración de los parámetros acústicos en la auscultación de las carreteras, su conservación y su gestión.

Muchas de las futuras tareas en este campo dependerán de la disponibilidad de métodos de medida fiables para evaluar el comportamiento acústico de las superficies de las carreteras. Un posible enfoque es la medida de la emisión de ruido por el método pass-by, bien utilizando el tráfico habitual o bien con vehículos de ensayo seleccionados que circulen por el tramo medido. Estos ensayos se modelizaron después de la aparición de la norma ISO 362, que describe el método de verificación de vehículos de ensayo (**Figura 3**), y se normalizaron con la ISO 11819-1. El segundo enfoque principal es la medida de los niveles de ruido en campo próximo mediante la utilización de equipos móviles con neumáticos de ensayo normalizados. La ISO/CD 11819-2 describe este tipo de ensayo, pero la experiencia ha demostrado que la definición y la provisión de neumáticos de ensayo a largo plazo no es una tarea fácil.



Figura 3 – Medida del ruido de un turismo por el método pass-by de acuerdo con la ISO 362.

La presentación de esta sesión del Comité se centra en los métodos actualmente en uso y en desarrollo, sus ventajas e inconvenientes y su idoneidad para las aplicaciones previstas. El enfoque único más importante para un futuro a corto plazo será el de aumentar la fiabilidad de los resultados al combinar varios métodos, y establecer un esquema de clasificación internacional sobre la emisión de ruido de las superficies de las carreteras.

4. NEUMÁTICOS DE REFERENCIA PARA EL ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

por Michel GOTHÍÉ, Líder del Grupo de Trabajo

La mayoría de los métodos utilizados para evaluar la resistencia al deslizamiento de las superficies de las carreteras, se basan en medidas del coeficiente de fricción a diferentes velocidades de deslizamiento, o en la combinación de las medidas de fricción y de macrotextura. La evaluación de la resistencia al deslizamiento se basa habitualmente en medidas transversales (caso de deslizamiento) o longitudinales (caso de frenado).

En los años 70, el Comité C1 de la AIPCR, a cargo de las características superficiales, puso de manifiesto la necesidad de fabricar un neumático especial. Se pensó que al agrupar necesidades y elegir un único fabricante, se posibilitaría la reducción de costes unitarios y la comparación entre equipos de medida de diferentes países. En ese momento se eligió un neumático radial (165x380xR15) del tamaño habitual de los turismos en aquellos años. Se eligió un neumático sin dibujo para mejorar la sensibilidad de las medidas frente a las características superficiales del firme. Para evaluar el nivel de resistencia al deslizamiento movilizado por los usuarios con neumáticos con dibujos, también se especificó un neumático “ranurado” (**Figura 4**). Estos neumáticos fueron fabricados por varias compañías: GOODRICH, MALOYA y VREDESTEIN. Se fabricaron más de 3000 neumáticos que se utilizaron durante más de 30 años para medir la fricción, fundamentalmente en Europa.

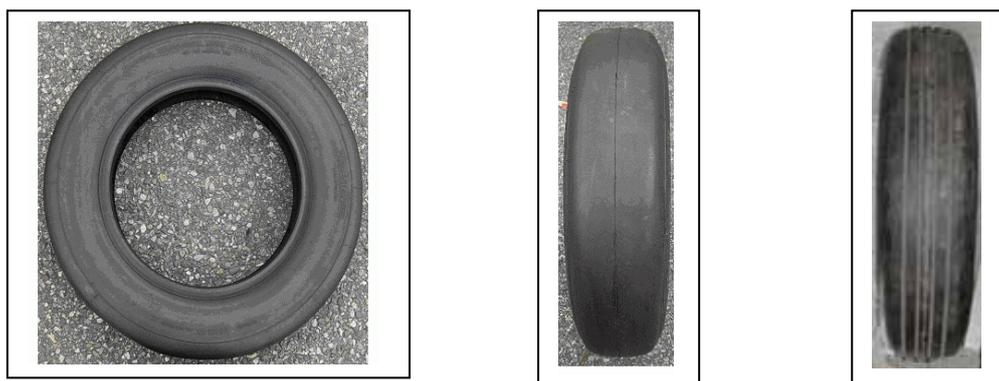


Figura 4 - Neumático AIPCRe

Liso

Con dibujo

Durante este periodo se realizaron varias comparaciones que demostraron que los cambios en las características de producción de estos neumáticos (en particular la dureza), y el envejecimiento de los componentes del caucho con el tiempo provocaban diferencias en los resultados obtenidos.

Además, para mejorar la repetibilidad de los ensayos fue necesario “desgastar” los neumáticos antes de su utilización.

Las características actuales de los neumáticos AIPCR aparecen en dos especificaciones técnicas que incluyen las recomendaciones siguientes:

- los procedimientos a seguir antes de la utilización de un nuevo neumático de ensayo,
- las precauciones que se deben tener en cuenta para almacenar estos neumáticos.

Las especificaciones fueron producidas por el antiguo Comité C1 de Características Superficiales, y se pueden descargar de la página de la AIPCR: <http://www.piarc.org/en/publications/tech-report/>.

A principios del 2006, el Comité Técnico 4.2 de la AIPCR “Interacción Carretera/Vehículo”, responsable de los neumáticos AIPCR, decidió asignar la fabricación de las próximas series a la compañía americana “Specialty Tires of America”, que ya fabrica y comercializa los neumáticos de ensayo para el trailer ASTM, el GRIPTESTER, el ROAR, el SFT, etc. Algunos estudios recientes han demostrado la representatividad de las medidas llevadas a cabo con estos neumáticos. Para realizarlos se creó una base de datos con los proporcionados por varios usuarios de neumáticos AIPCR. Esta base de datos contenía los resultados de las medidas obtenidas sobre varios tipos de pavimentos, utilizando tanto neumáticos AIPCR como neumáticos comerciales actuales.

Los principales equipos que contribuyeron a la elaboración de esta base de datos fueron: el RoadSTAR austriaco, el ODOLIOGRAPHE belga, y el ADHERA francés, que utilizan o bien neumáticos AIPCR con dibujo (RoadSTAR) o neumáticos AIPCR lisos (ODOLIOGRAPHE y ADHERA). Las medidas fueron realizadas bien en carreteras abiertas al tráfico (que tenían importantes cambios de superficie), bien en pistas de ensayo.

Por ejemplo, se realizaron algunas medidas en un tramo austriaco con el RoadSTAR que mostraron variaciones interesantes de la resistencia al deslizamiento longitudinal (**Figura 5**). Esta figura muestra que los neumáticos AIPCR con dibujo proporcionan niveles de fricción localizados en la parte inferior de la envolvente de los resultados obtenidos con neumáticos de nueva fabricación. El neumático liso AIPCR se sitúa por debajo de la envolvente anterior, siendo más representativo de un neumático usado que de uno nuevo.

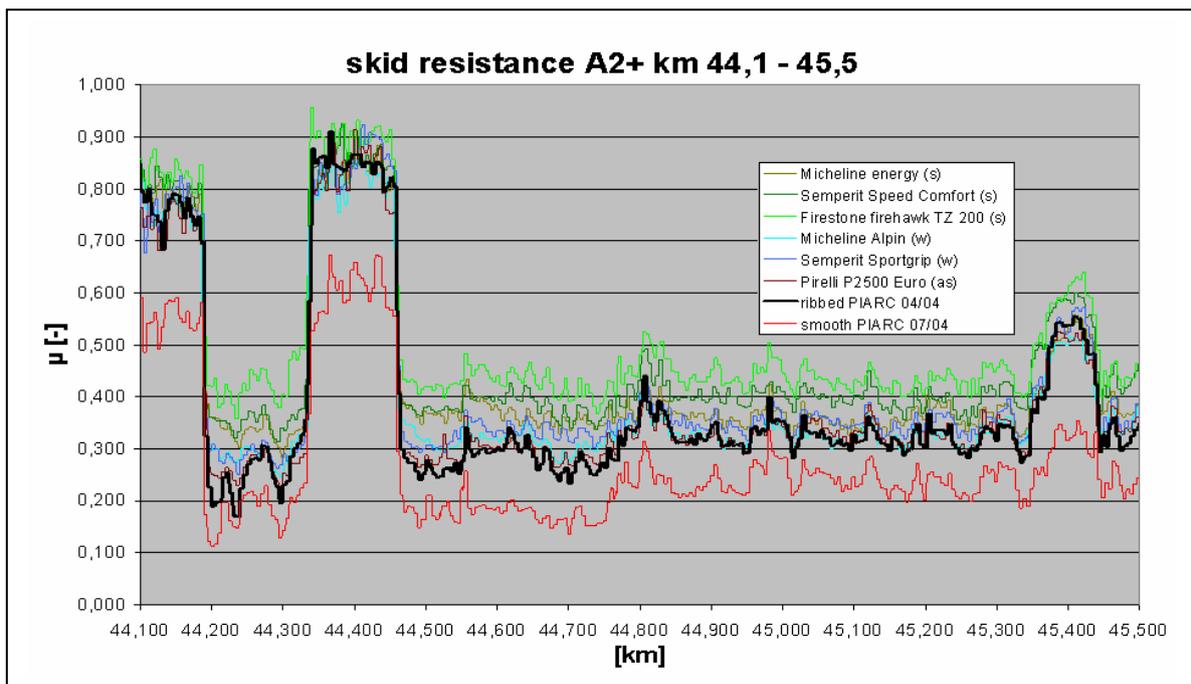


Figura 5: Ensayos de comparación realizados por ARSENAL RESEARCH en Austria

Los ensayos realizados para este informe muestran que los neumáticos AIPCR, lisos o con dibujo, caracterizan adecuadamente las prestaciones que las distintas superficies de pavimentos ofrecen a los usuarios. Es más, las comparaciones realizadas con algunos neumáticos comerciales muestran resultados de coeficientes de fricción muy parecidos a los medidos sobre superficies con buena o muy buena resistencia al deslizamiento. Por el contrario, en superficies medias o malas los valores obtenidos con neumáticos AIPCR producen diferencias más importantes respecto a los obtenidos con neumáticos comerciales, pero siempre en términos de un nivel de fricción reducido. Esta tendencia de los neumáticos AIPCR sigue el camino correcto, aumentando el intervalo de valores y por lo tanto incrementando el número de clases que pueden definirse en la caracterización de la resistencia al deslizamiento de los pavimentos.

5. GUÍAS SOBRE LA GESTIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO Y LA REGULARIDAD DE LOS FIRMES

por Ramesh SINHAL y Brian FERNE, Líderes del Grupo de Trabajo

Los Grupos de Trabajo C2 y C3 han desarrollado guías de buena práctica para la medición y la gestión de la resistencia al deslizamiento y la regularidad de los firmes. Los anteriores programas de la AIPCR en esta área se han concentrado en la armonización de las técnicas de medida mediante experimentos internacionales, que comparan los equipos de medida y la interpretación de los resultados. Este ciclo de cuatro años se ha centrado más en la recopilación de las prácticas de medida, interpretación y utilización de los datos existentes a nivel mundial, para la elaboración de guías prácticas actualizadas. El Comité se ha hecho preguntas para averiguar:

- Para la textura y la resistencia al deslizamiento: Estrategias para gestionar las condiciones de las superficies de las carreteras, con el objeto de limitar los accidentes por deslizamiento, las técnicas de medida, las relaciones entre la resistencia al deslizamiento y los accidentes, las opciones de tratamiento, y la efectividad del coste.
- Para la regularidad: Estrategias para gestionar la regularidad, la influencia de la regularidad, las técnicas de medida, la interpretación y los índices, las opciones de tratamiento, y los costes y beneficios de la gestión de la regularidad.

La razón subyacente por la que es necesario que las superficies de las carreteras tengan resistencia al deslizamiento es la restricción del número y/o la gravedad de los accidentes por deslizamiento de los vehículos. Esto requiere distintos enfoques en circunstancias diferentes (p.e. para distintos niveles de tráfico, patrones de diseño geométrico o tipo de construcción de superficies de carreteras) – éste es el caso de muchos países. En algunos casos también puede ser apropiado pensar no sólo en la obtención de superficies resistentes al deslizamiento, sino también tener en cuenta problemas de contaminación de las carreteras, defectos superficiales (por ejemplo, pérdidas de textura localizadas, baches o falta de regularidad) o mal drenaje, que pueden también hacer que los vehículos pierdan el control y deslicen.

El objetivo de este trabajo ha sido la identificación de estrategias de conservación de las características superficiales para limitar los accidentes por deslizamiento y para crear unas pautas de decisión sobre las opciones más adecuadas en distintas circunstancias. En la práctica se identifica un buen número de factores a tener en cuenta además de la selección de la mejor solución técnica, entre los que se pueden citar las restricciones presupuestarias, o la baja prioridad percibida; cuestiones que son responsabilidad de las administraciones de carreteras.

Varios países han constatado que existe una amplia variabilidad en el riesgo de accidente según las distintas condiciones de los tramos. Con el conocimiento de cómo varían las tasas de accidentes en función de la resistencia al deslizamiento y otros factores, como se muestra en la **Figura 6**, y con la ayuda del análisis coste/beneficio, a cualquier presupuesto disponible se le puede dar la prioridad adecuada. El coste de tales tratamientos puede compensarse fácilmente en poco tiempo con los beneficios obtenidos por la reducción de accidentes.

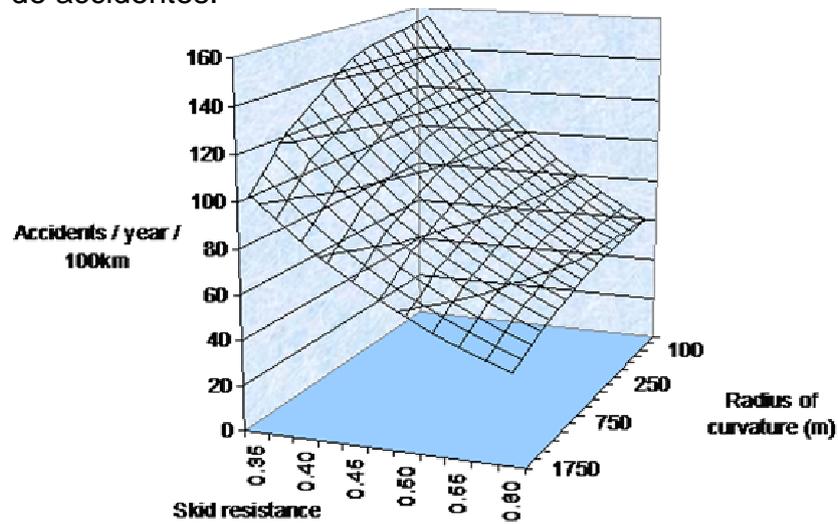


Figura 6 – Relación entre resistencia al deslizamiento y tasa de accidentes



Figura 7 – Ensayo de resistencia al deslizamiento en condiciones húmedas

¿Qué es la regularidad? La regularidad de los firmes se define en general como una expresión de las irregularidades de la superficie de las carreteras que afecta a la calidad de la circulación, y por lo tanto al usuario. Por este motivo, la regularidad es un parámetro importante, porque afecta a la comodidad del usuario de la carretera. En los países en desarrollo, se expresa a menudo como calidad de circulación, pero su efecto en los costes por demora de los vehículos, consumo de combustibles y mantenimiento del vehículo puede también ser importante. El Banco Mundial tiene en cuenta a la regularidad como un factor fundamental en los análisis y compromisos que tienen que ver con la calidad de la carretera y los costes del usuario, y es un parámetro principal dentro del modelo HDM4. Para los países desarrollados, aunque la calidad de circulación sigue siendo importante, se hace mayor hincapié en el efecto del perfil de la carretera en la seguridad y en las cargas dinámicas, y más recientemente, en el consumo de combustible a la vista de su impacto medioambiental.

Muchos países están utilizando el Índice de Regularidad Internacional para ayudar a los ingenieros a gestionar sus redes, ya sea a nivel global, de red, regional o como valores umbrales de necesidad de tratamientos de conservación. En algunos casos estos valores se utilizan como un valor de entrada principal para herramientas de decisión-apoyo tales como el modelo HDM4. En la mayoría de los casos el índice IRI se obtiene como promedio de las medidas obtenidas en tramos de 100m, pero en algunos países no se considera suficientemente preciso. Otros países están utilizando medidas de la regularidad en intervalos más cortos, y que, por tanto, detectan problemas más localizados que pueden entonces repararse eficientemente de forma más económica. La respuesta del usuario, que se muestra con puntos rojos en la **Figura 8**, corresponde en general a elevados valores localizados de falta de regularidad, indicados por los picos de la línea azul. Sin embargo, algunas respuestas de los usuarios no corresponden a picos en el perfil, sino que se relacionan con deterioros localizados muy diferenciados, por ejemplo baches. La **Figura 9** indica cómo una técnica avanzada de análisis del perfil, basada en perfiles tridimensionales, puede identificar esos deterioros localizados y permitir que los ingenieros de carreteras locales tomen decisiones de conservación más sólidas.

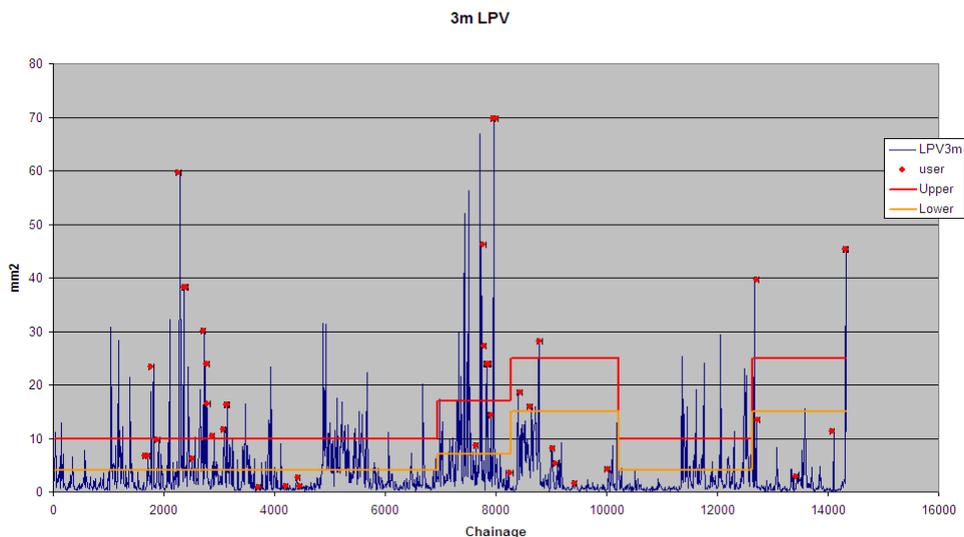


Figura 8 – Perfil de regularidad de la carretera, umbrales e insatisfacción del usuario

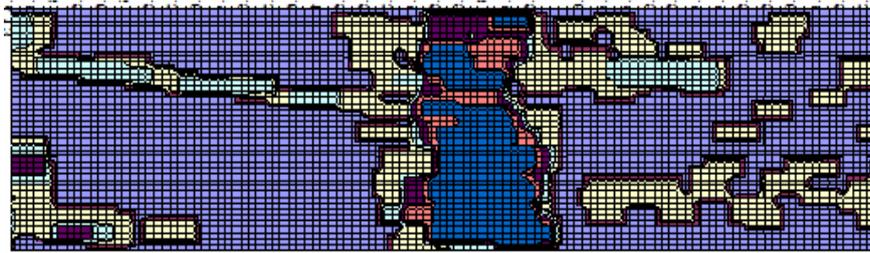


Figura 9 – Vista bidimensional del análisis de un perfil de carretera tridimensional

En el Congreso se presentará un resumen de este trabajo.

6. EVALUACIÓN DE LAS PRESTACIONES DE LOS EQUIPOS AUTOMATIZADOS DE DETECCIÓN DE GRIETAS EN LOS PAVIMENTOS

por Michel BOULET, Líder del Grupo de Trabajo

El tipo, extensión y gravedad de las grietas son la información más importante para elegir las tareas de mantenimiento y rehabilitación. Esta información es de hecho, la básica en un sistema de gestión de firmes. Algunas administraciones, investigadores y consultores han conseguido avances significativos en el desarrollo de equipos automáticos de recogida de esta información.

El documento titulado “Informe del progreso mundial sobre los equipos automatizados de medida de fisuración en los pavimentos”, que ha sido elaborado por un grupo de trabajo del Comité C1 de características superficiales de firmes durante el ciclo anterior, presentó las conclusiones de una encuesta a nivel mundial sobre los ensayos de validación y el uso de equipos automatizados de medición de las grietas de los pavimentos. Este estudio reveló que los ensayos de evaluación del comportamiento de este tipo de equipos se realizan con poca frecuencia, y que los ensayos son a menudo incompletos y no uniformes. Además, todos los experimentos relacionados con la comparación de los resultados obtenidos utilizando equipos automatizados, con los obtenidos por otros métodos, mostraron los mismo problemas de definición de deterioros. A la luz de esto, el estudio recomendó que los siguientes trabajos se orientaran al desarrollo de métodos más precisos de identificación de deterioros de pavimentos, y a la propuesta de métodos aceptables de evaluación de la fiabilidad de los equipos automáticos de medida de las grietas de los pavimentos.

El conferenciante presentará en primer lugar especificaciones más detalladas de las grietas de los pavimentos, y métodos de identificación para mejorar la reproducibilidad de las mediciones. Continuará con la presentación de las metodologías de evaluación y clasificación de los equipos automatizados de medida de las grietas de los pavimentos en términos de confianza (sesgos y repetibilidad). Brevemente, se presentarán tres métodos de ensayos: para investigación, proyecto y auscultación de redes. Cada administración de carreteras utilizará el adecuado en función de sus necesidades.

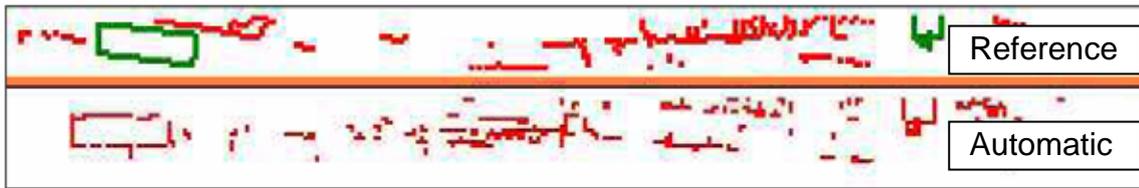


Figura 10 – Ejemplo de utilización del método de redes de grietas para ensayar los sistemas de medidas de grietas automáticos (fuente: TRL Limited).

Los miembros del comité técnico del GTD esperan que los conceptos presentados en estas sesiones signifiquen un progreso real en el aumento de la calidad de las medidas de los datos sobre grietas, y que ayuden a las administraciones de carreteras a gestionar mejor sus redes de carreteras.

7. MÉTODOS Y EQUIPOS DE INSPECCIÓN DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

por Yves PROVENCHER, Miembro asociado

Este artículo presenta los resultados del informe “Inspección de los métodos de seguimiento de las carreteras sin pavimentar”, elaborado por el Grupo de Trabajo D, que incide en la importancia de las carreteras sin pavimentar e identifica futuras direcciones de investigación.

Las carreteras sin pavimentar son sin duda las más comúnmente construidas en el mundo. A menudo sirven como vínculo indispensable y primario entre los países y como principales rutas para el comercio global. A pesar de esto, no siempre reciben la atención que se merecen por parte de los gestores. Esto puede verse en la limitada calidad y cantidad de información disponible de las redes de carreteras sin pavimentar.

A pesar de esta carencia, la situación no es tan mala como puede parecer. Una investigación internacional reciente llevada a cabo por el Grupo de Trabajo D, reveló que algunas organizaciones (públicas, militares o de gestión de recursos), están gestionando sus redes de manera eficiente. Existen, por tanto, conocimientos a compartir en la comunidad internacional. Para identificar la información que debe ser compartida entre estas organizaciones, es importante entender cómo se gestionan las carreteras sin pavimentar, la importancia dada al mantenimiento, y cómo los servicios de carreteras utilizan la información que han recopilado. El primer objetivo de nuestra investigación fue identificar las prácticas y los equipos de inspección que se utilizan generalmente para gestionar las carreteras sin pavimentar, y, de esta manera, explorar el potencial de desarrollo de nuevas tecnologías o métodos que pueden promover el uso de mejores prácticas de gestión. Incluso aunque la mayoría de las técnicas de evaluación utilizadas para carreteras sin pavimentar no son complicadas, muchos de los países no son conscientes de la importancia del análisis de las condiciones de sus redes, de tal manera que puedan realizar el mantenimiento necesario. Si la información y capacidad necesarias pudieran transferirse a los gestores de estas carreteras, muchos países podrían mejorar ampliamente la condición actual de sus redes de carreteras y con ello mejorar su economía. Según estas observaciones, existe una clara necesidad de desarrollo de indicadores bien definidos (además del IRI), para la evaluación y mantenimiento de las redes de carreteras sin pavimentar, y para armonizar los métodos de inspección utilizados en todos los países.

Una vez que los indicadores universales se hayan establecido, el camino está abierto para el desarrollo e implantación de las nuevas técnicas de mantenimiento e inspección.

El limitado nivel de respuesta de nuestra encuesta, unido a la limitada cantidad de información disponible, confirma que esta importante red mundial ha sido descuidada. Deben dedicarse muchos esfuerzos a conocer la extensión de los deterioros de estas carreteras, y cómo afectan a la eficiencia del transporte y a los costes en estas carreteras. Esta información justificará los mejores controles del estado de las carreteras.



Figura 11 – Ejemplo de roderas y deterioros. (Fuente: Mahamadou OUEDRAGO, Burkina Faso)



Figura 12 – Ejemplo de una carretera no pavimentada que soporta elevadas cargas. (Fuente: FERIC)

8. MÉTODOS Y CRITERIOS AVANZADOS DE ACEPTACIÓN DE OBRAS DE CARRETERAS

por John EMERY, Líder del Grupo de Trabajo

El comportamiento de los pavimentos, componente principal de la gestión de activos del transporte, es el punto de enfoque de la interacción entre características superficiales, pavimentos, gestión, regularidad y seguridad.

La auscultación del estado de los nuevos pavimentos durante su vida de servicio, y la predicción del comportamiento, son fundamentales para los sistemas de gestión de firmes y para los sistemas de gestión de activos del transporte. Los datos de auscultación del estado de los firmes son útiles para la ejecución como parte del control de calidad, para los requerimientos de garantía en la post-construcción tales como la regularidad lograda y mantenida a lo largo del tiempo, para la definición de índices de control a largo plazo (índices representativos de la regularidad, formación de roderas, deterioros, fricción, ruido y deflexión), o para la evaluación de activos. Desde el punto de vista de las características superficiales, es importante que los equipos de auscultación, la calidad de la información y su integración, trabajen con indicadores conocidos (no se puede gestionar lo que no se puede medir). Debe existir flexibilidad a la hora de incorporar las nuevas características superficiales tales como el agrietamiento superior-inferior en mezclas bituminosas, que implica una extrapolación considerable en la ejecución. Para climas fríos, las condiciones invernales de la superficie y su seguimiento, especialmente para información periódica de asesoramiento durante el viaje, añade otra dimensión. Es también esencial que el inventario de las superficies de los firmes, su seguimiento y la evaluación de la evolución de la ejecución sean técnicamente adecuadas y fáciles de usar.

El enfoque del Grupo de Trabajo E, Aceptación avanzada de obras de carreteras, del Comité Técnico 4.2, Interacción Carretera/Vehículo, es una síntesis de las medidas relacionadas con el estado superficial del firme utilizadas típicamente para la aceptación de la construcción de carreteras y para el mantenimiento, tanto a corto plazo (como la construcción y rehabilitación), como a largo plazo (garantía, contratos de ejecución y mantenimiento, por ejemplo), incluyendo los métodos de medida, la metodología, la calidad y la información (tendencias actuales y futuras, alta y baja tecnología). Estas actividades incluyen el desarrollo de directrices de uso e interpretación para los parámetros de aceptación, y recomendaciones según los criterios de aceptación (no especificaciones), en una guía con formato fácil de usar. Los parámetros revisados y aceptados para la interpretación, las directrices de uso, y los criterios de aceptación son: regularidad (Índice de Regularidad Internacional), irregularidades (baches), roderas (pueden ser parte de los deterioros superficiales), condiciones de la superficie (deterioros-agrietamiento, textura, segregación,... etc, típicamente como un índice de estado del pavimento), permeabilidad, generación de ruido (especialmente en zonas urbanas), deflexión (condición estructural), fricción (punto de referencia típico y después selectivo), teniendo en cuenta que pueden añadirse otros si es necesario.

Estas actividades del Grupo de Trabajo E amplían el trabajo previo del Comité 1, Características superficiales, en relación con los indicadores de las condiciones superficiales (índices simples y compuestos), que son particularmente útiles como clave de la interacción de los indicadores del pavimento, en el sistema de gestión de firmes (SGF), sistema de gestión del mantenimiento (SGM), y sistema de gestión de activos del transporte (SGAT). El aspecto crítico de cualquier SGF, SGM y SGAT es la exactitud de los datos.

El sector de infraestructuras de carreteras de la red de firmes rígidos y flexibles, representa alrededor del 60% de los activos de las agencias de transportes y es generalmente su centro de interés fundamental. Existe una tendencia en las especificaciones de la construcción, mantenimiento y rehabilitación de carreteras, a pasar de resultados finales a índices relacionados con la ejecución y la garantía. Existen también numerosas formas de financiación de los proyectos de carreteras principales, tales como la asociación público-privada, para la construcción de infraestructuras, mantenimiento y operación, que requieren criterios de ejecución. Muchas agencias están actualmente iniciando los SGAT con pavimentos, como se muestra en la **Figura 13**. Las características superficiales, y el seguimiento y predicción de la ejecución de los firmes y de los tableros de los puentes son esenciales para las actividades integradas de los SGF, SGM y SGAT, que últimamente se orientan hacia los requerimientos públicos clave de seguridad y regularidad de las superficies de los pavimentos.

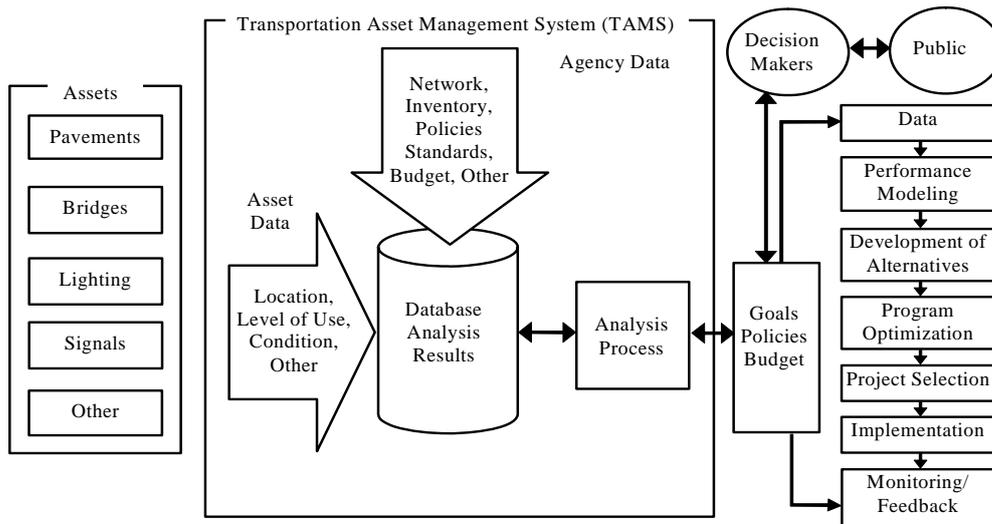


Figura 13 – Flujo típico de activos y datos de agencia dentro y fuera de un Sistema de Gestión de Activos de Transporte (SGAT) genérico. Adaptado de [1].

Un índice simple es un número que representa directa o indirectamente (derivado) el resultado de las medidas o evaluación de las condiciones (propiedades) individuales de la superficie del pavimento (tales como agrietamiento, formación de roderas, regularidad, fricción, ruido, o deflexión). Un índice compuesto (índice global) es un número que representa las contribuciones combinadas (agregadas) (típicamente ponderadas) de las condiciones individuales de las características (propiedades). Pueden aplicarse diferentes fórmulas y ponderaciones para la combinación de los diferentes índices individuales en un índice compuesto. Un ejemplo práctico del uso de los índices individuales y compuestos se da en la **Figura 14**, basada en la practica actual en las autopistas chinas.

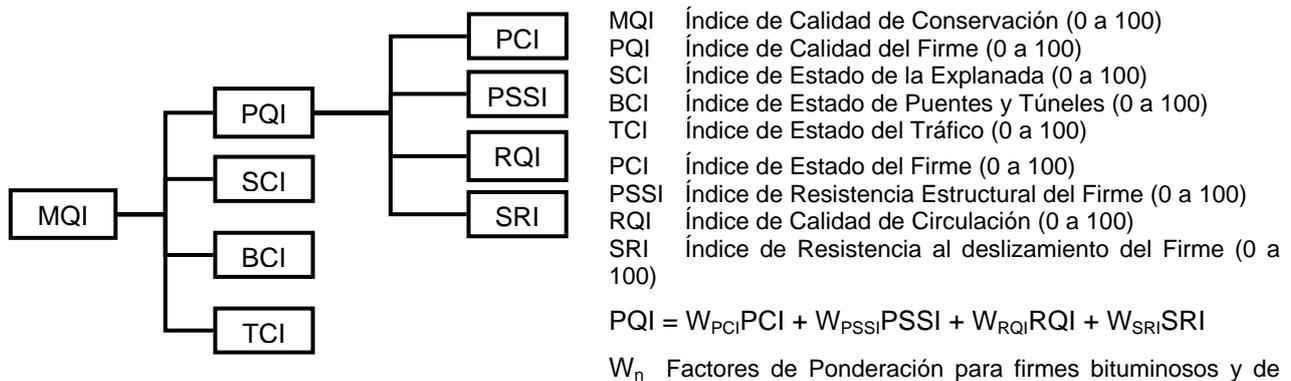


Figura 14 – Uso de índices derivados para la conservación de la calidad global del sistema de autopistas chinas. Adaptado de [2]

Debería remarcarse que las actividades del Grupo de trabajo E para desarrollar los indicadores de estado de la superficie de los pavimentos, y los parámetros asociados de aceptación, no incluyeron ni los pavimentos de la zona aérea de los aeropuertos, ni las condiciones de validez invernal. La integración de los parámetros de aceptación, y las necesidades de los usuarios de las carreteras, se consideran importantes para cubrir todas las condiciones de estado y seguridad de las carreteras, por ejemplo el contrato de mantenimiento de redes de carreteras en climas fríos en donde las operaciones de mantenimiento invernal pueden representar una parte significativa de los costes de mantenimiento anuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *"Gestión de Activos en el Sector de las Carreteras"*, 2001.

[2] Ministerio de Comunicaciones de China, *"Estándares de Evaluación de la Calidad de la Conservación de Autopistas"*, 2002.

CONCLUSIONES PROVISIONALES

Como el Taller sobre la "Visión para los próximos 20-30 años" ha indicado, todavía más que en el pasado, la AIPCR debería reforzar sus lazos con la industria automovilística, en busca de que ambos sectores comprendan sus respectivos planes y restricciones, de forma que se pueda establecer la coordinación necesaria. En particular, en el/los próximo/s periodo/s, el Comité debería seguir informado sobre el desarrollo de técnicas basadas en vehículos para controlar las interacciones tráfico/firme.

El Comité deberá continuar gestionando el ensayo de neumáticos para medidas de la resistencia al deslizamiento, su disponibilidad y la estabilidad de sus características.

El Comité se ha dado cuenta – principalmente después del Seminario Internacional de Bamako – de la necesidad de prestar mayor atención a cómo controlar, gestionar y conservar las carreteras que con mayor frecuencia se encuentran en el mundo. esto es, las no pavimentadas.

Este objetivo se realizará, a la vez que se sigan promoviendo las reflexiones e intercambios de experiencias respecto al desarrollo y uso de técnicas avanzadas de control (deterioros, fisuración), métodos y políticas de gestión de firmes (fricción, textura y regularidad), métodos y criterios de aceptación e índices de condiciones globales para las carreteras pavimentadas.

En relación con la probada e importante influencia de las características superficiales de las carreteras en la emisión de ruido de tráfico, la AIPCR debería ayudar a desarrollar clasificaciones acústicas comparables internacionalmente de capas de rodadura y tecnología de carreteras, mediante el intercambio de experiencias y datos entre los diferentes países. El Comité debería pensar en la necesidad de la integración de parámetros acústicos en el control, la gestión y la conservación de los firmes de carreteras.