

CONTAMINACIÓN E IMPACTO DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA DE LAS CALZADAS

AUTORES: M. Legret, G. Raimbault y J.-C. Boisson

IDIOMA: Francés

PÁGINAS: 109

CLASIFICACIÓN: Colección Études et Recherches des Laboratoires des Ponts et Chaussées. Serie Routes, CR27
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, París, 2001. ISBN 2-7208-2016-4.

RESUMIDO POR:

Concepción Sánchez Ruiz

1. INTRODUCCION

Los estudios relativos a la medida y control de la calidad de las aguas pluviales en zonas urbanizadas han concitado una atención creciente desde los años 80 del pasado siglo. En el caso particular de la escorrentía procedente de carreteras y autopistas, los resultados de los estudios efectuados en diferentes áreas geográficas han permitido identificar los principales contaminantes transportados por la lluvia y deshielo, así como las fuentes que los originan. Además, como resultado del conocimiento adquirido mediante dichos estudios, es habitual la prescripción de dispositivos de control y/o almacenamiento de la escorrentía procedente de las calzadas con el fin de adecuar el vertido a los necesarios requerimientos de protección de la calidad del medio receptor.

La monografía que aquí se reseña resume las principales aportaciones resultantes de un programa de investigación desarrollado coordinadamente en Francia, entre los años 1996 y 2000, por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées y los Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées de Burdeos, Clermont-Ferrand, Lille y Nancy, el Laboratoire Regional de l'Ouest Parisien y la École Nationale des Travaux Publics de l'État. El objetivo principal que animó la investigación fue la obtención de valores de referencia para Francia acerca de las fuentes, naturaleza y magnitud de las cargas contaminantes asociadas a las aguas de escorrentía procedentes de las calzadas, con el fin de contribuir a su mejor gestión y a la reducción del posible impacto sobre el medio receptor.

Los trabajos de investigación desarrollados se distribuyeron en tres ámbitos específicos. El primer área de trabajo se centró en el estudio de las fuentes y naturaleza de los aportes contaminantes directamente vinculados a la escorrentía procedente de las calzadas en zonas no urbanas, así como a los mecanismos de dispersión de estos contaminantes en las aguas y el suelo. El segundo ámbito de investigación se orientó específicamente a la determinación de la posible influencia ejercida por los pavimentos porosos sobre el transporte de la contaminación por las aguas de escorrentía, a través del seguimiento del funcionamiento de los firmes como dispositivos filtrantes y almacenadores de la precipitación. Finalmente, en la tercera parte de la monografía se propone una metodología para la estimación del impacto producido por las aguas de drenaje de las carreteras sobre los ecosistemas hídricos, basada en la medida de la actividad de los macroinvertebrados acuáticos y del perifiton como indicadores biológicos más adecuados para este tipo de contaminación, de carácter simultáneamente crónico y difuso.

PARTE I. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS Y SUELOS CAUSADA POR LA ESCORRENTÍA DE LAS CARRETERAS

La contaminación de aguas y suelos que se origina en carreteras y autopistas puede presentar un carácter temporal (por ejemplo, durante las fases de construcción y mantenimiento), accidental (como consecuencia de vertidos de sustancias peligrosas), estacional (aportación de sal en época de nieve) o, más comúnmente, crónico, como resultado de las emisiones y del desgaste de los componentes de los vehículos y de las propias calzadas. Estas dos últimas formas de generación de la contaminación fueron las consideradas en la primera parte del programa de investigación, en el que se identificaron y cuantificaron las cargas contaminantes transportadas por la escorrentía pluvial en diferentes tramos de autopistas francesas, además de valorarse los posibles aportes de contaminación a las capas de suelo de las márgenes de las calzadas, o la posible transferencia de los contaminantes a los depósitos sólidos de los dispositivos de retención de las aguas de drenaje.

Los resultados indicaron que, además de los parámetros agregados convencionalmente empleados para caracterizar la calidad de las aguas (sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, nitrógeno total), los compuestos contaminantes inherentes al uso de las carreteras son fundamentalmente los hidrocarburos y algunos metales pesados, particularmente plomo, zinc, cadmio, cromo, cobre y níquel. Estos contaminantes proceden de los gases de escape, del desgaste de los neumáticos y frenos y de la corrosión de los elementos metálicos de los vehículos, así como de la erosión de los pavimentos y del lavado de los elementos de la carretera, tales como barreras de seguridad, paneles de señalización o pinturas. La estimación de unos valores de emisión típicos para cada parámetro, cuantificados como masa de contaminante aportado por kilómetro de autopista recorrida, se efectuó mediante la adición de tasas unitarias asignadas bien mediante estimación, bien a partir de datos bibliográficos, a cada uno de los principales focos de aportación de contaminantes. De esta forma, se estimaron como valores promedio de emisión anual para una autopista no urbana de dos carriles, bordeada por barreras metálicas de seguridad y soportando una IMD de 12.000 vehículos/día, los siguientes valores, siempre aproximados y correspondientes al parque automovilístico francés de 1998: 1.400 kg-km-1-año-1 de partículas sólidas; 16 kg-km-1-año-1 de cobre; 8 kg-km-1-año-1 de plomo y 7 kg-km-1-año-1 de zinc. La comparación de estos resultados con los realizados en otros emplazamientos, tanto de Francia como de otros países, refleja una notable disminución de las concentraciones en plomo, ligadas sin duda a su progresiva supresión de los combustibles. Asimismo, permite constatar que las cargas contaminantes se encuentran fuertemente condicionadas por las características locales del tráfico y por las características climáticas y geográficas del emplazamiento, lo que restringe fuertemente la posibilidad de efectuar una extrapolación direc-

ta de los resultados y sugiere la necesidad de efectuar estudios específicos para cada localización.

El programa de investigación también incluyó el análisis de los sedimentos transportados por la escorrentía, posteriormente depositados en los distintos elementos del sistema de drenaje de la vía. En los sedimentos, mayoritariamente (96,4%) arenosos, se detectó una elevada concentración de hidrocarburos totales, que osciló entre 250 y 1920 mg/kg, así como en zinc (465 mg/kg) y plomo (314 mg/kg), valores que condicionan las posibilidades de gestión posterior, limitando específicamente su potencial empleo agrícola. En cuanto a los intentos por establecer una correlación entre la intensidad del tráfico, los parámetros hidrológicos de la cuenca drenante y las potenciales cargas contaminantes, no se obtuvieron resultados concluyentes, lo que se atribuyó a la complejidad de los procesos de arrastre y depósito de la contaminación en las calzadas. Se concluyó que el mejor parámetro explicativo de la acumulación de contaminación es el volumen total de lluvia escurrida (o bien la altura de la precipitación recibida). La mayor aportación de sólidos en suspensión y DQO se produce durante el primer lavado de los firmes, transportándose del 40 al 50% de las materias en suspensión y del 30 al 40% de la DQO en el primer tercio del volumen total escurrido, si bien estos valores representan el transporte de unas cargas muy inferiores a, por ejemplo, las de la escorrentía urbana o las instalaciones aeroportuarias.

PARTE II. INFLUENCIA DE LA CAPACIDAD DRENANTE DE LAS CALZADAS SOBRE EL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES POR LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA

El empleo de pavimentos porosos en las calzadas puede tener como efecto asociado el de actuar como elementos filtrantes de la precipitación, reteniendo o limitando la transferencia de contaminantes al medio. Las mediciones directas efectuadas en un mismo emplazamiento, antes y después de la sustitución del pavimento clásico por un revestimiento drenante, confirmaron la reducción de las cargas contaminantes contenidas en las aguas percoladas para todos los parámetros analizados, siendo ésta especialmente elevada en el caso de los sólidos en suspensión y los metales pesados. La capacidad filtrante de los pavimentos porosos se manifiesta mayoritariamente en los dos centímetros superiores del revestimiento, en los que queda retenida la fracción más fina de los sedimentos, y que es precisamente la que presenta una mayor carga asociada de microcontaminantes. Por tanto, las operaciones de mantenimiento necesarias para impedir la colmatación y mantener las propiedades hidráulicas de los pavimentos porosos permiten también mantener este papel "depurador" de la calzada, así como gestionar los sedimentos retenidos, extrayéndolos durante las operaciones de limpieza mediante aspiración.

En lo concerniente a los posibles efectos sobre los suelos subyacentes, los análisis efectuados no detectaron transferencia de contaminantes desde la estructura-reservorio de la calzada a los mismos, o a las aguas subterráneas. La modelización efectuada permite concluir que, a largo plazo, el riesgo de contaminación crónica debido a este tipo de pavimento es mínimo. Finalmente, cabe mencionar que también las cunetas, medianas y márgenes vegetados pueden jugar un papel depurador-almacenador similar al de la propia calzada, aunque en este caso habrá que valorar otro tipo de afectaciones.

PARTE III. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN PROCEDENTE DE LAS CALZADAS SOBRE EL MEDIO HÍDRICO MEDIANTE EL EMPLEO DE BIOINDICADORES

La escorrentía de las calzadas constituye una fuente de contaminación intermitente, de naturaleza variable tanto en el espacio como en el tiempo. A su carácter episódico y relativamente puntual hay que unir la circunstancia de que sus efectos no se observan necesariamente de forma inmediata, sino que pueden desplazarse a lo largo de amplias escalas espaciales y temporales. En adición, múltiples factores físicos, químicos y biológicos condicionan la respuesta del medio, lo que ha condicionado la ausencia de estudios específicamente orientados a la valoración del impacto en los sistemas acuáticos de este tipo de vertidos. Ante la complejidad del sistema, se optó por el empleo de organismos acuáticos como mejores indicadores de los efectos sobre el medio, tanto de forma directa como diferida. Se emplearon los macroinvertebrados bénticos (Índice Biológico Global Normalizado) y los microorganismos constituyentes de las biopelículas sedimentarias (perifiton), sobre emplazamientos experimentales situados en zona rural (baja IMD, curso de agua de bajo caudal y buena calidad físico-química, y vertido directo de la escorrentía) y en zona periurbana (autovía de elevada IMD, medios receptores de pequeño caudal). Los resultados confirmaron lo complejo de las interacciones que se establecen, y la consiguiente dificultad para predecir con exactitud el impacto de las aguas de escorrentía sobre los sistemas hídricos. En líneas generales, se detectó bien una ausencia de respuesta, para caudales y/o cargas contaminantes débiles, elevada dilución, baja biodisponibilidad, etcétera; o bien una respuesta detectable, cuyos efectos aumentaron con la carga contaminante, y pasaron por una estimulación (en presencia de materia orgánica) o una inhibición (en presencia de metales pesados) de la actividad de las comunidades biológicas del perifiton en el medio receptor.