

FIRMES ECOLÓGICAS EL PROYECTO SAMARIS

Francisco Sinis
Centro de Estudios del Transporte del CEDEX



El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), a través de sus distintos Centros y Laboratorios, ha trabajado activamente en los últimos veinte años en numerosos estudios de caracterización y análisis de las posibilidades de utilización de residuos de distinta naturaleza y subproductos industriales tanto en la obra civil como en edificación.

Por encargo de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, el CEDEX elaboró un "Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción" que fue editado en el año 2002 por el Ministerio. Con la publicación del Catálogo se pretendió "fomentar el uso racional de residuos y subproductos industriales, poniendo en conocimiento de las partes interesadas los distintos materiales potencialmente utilizables, así como sus posibles aplicaciones". Con el mismo objetivo se están elaborando documentos técnicos de apoyo al uso adecuado en obra civil y edificación de materiales reciclados procedentes, entre otros, de neumáticos fuera de uso, residuos de construcción y demolición, escorias

siderúrgicas y escorias de incineradoras de residuos sólidos urbanos.

Desde 1989 el CEDEX es miembro del FEHRL (*Forum of European National Highway Research Laboratories*), "Foro de Laboratorios Nacionales Europeos de Investigación en Carreteras". Esta asociación, que agrupa en la actualidad a instituciones de investigación en carreteras de 29 países europeos, tiene como objetivo principal fomentar la colaboración en investigación entre laboratorios e institutos europeos en el campo de la ingeniería de carreteras, suministrando información técnica relevante y recomendaciones a los gobiernos, la Comisión Europea, la industria relacionada con la carretera y los usuarios.

Muchos de los proyectos de investigación propuestos dentro del FEHRL se realizan con la ayuda de la Unión Europea dentro de





Reciclado de neumáticos fuera de uso

sus Programas Marco de Investigación y Desarrollo. Este ha sido el caso del proyecto SAMARIS (*Sustainable and Advanced MAterials for Road InfraStructures*), "Materiales Sostenibles y Avanzados para Infraestructuras de Carreteras", encuadrado dentro del 5º Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Comisión Europea, que ha abordado la Tarea "Materiales para la Infraestructura de Carreteras" de la Acción Clave "Movilidad e Intermodalidad Sostenibles".

EL PROYECTO SAMARIS

El contenido del proyecto SAMARIS fusionó, a instancias de la Comisión Europea, el de dos propuestas de proyectos separados: el MAP, "Utilización de materiales

reciclados procedentes de carreteras, edificación y residuos industriales en firmas de carreteras", y el STRIM, "Sistemas de conservación optimizada de estructuras de carreteras y el uso en ellos de tecnologías avanzadas". SAMARIS quedó así estructurado en dos grupos o subproyectos: uno de Firms y otro de Estructuras.

En el proyecto han intervenido un total de 35 organizaciones (titulares de carreteras, laboratorios y centros nacionales de investigación en distintos ámbitos, universidades, empresas y asociaciones comerciales) pertenecientes a 17 países europeos y una a los Estados Unidos de América. La financiación del proyecto fue repartida al 50% entre la Comisión Europea y las organi-

zaciones contratistas participantes, entre ellas el CEDEX.

El desarrollo de las actividades dentro del proyecto se estructuró en grupos de trabajo, cinco en el Grupo de Firms y cuatro en el Grupo de Estructuras. Además de estos, existió en el proyecto un Grupo de Referencia de Usuarios Finales, constituido por funcionarios de administraciones de carreteras así como por representantes de la industria, que siguió el proyecto desde su comienzo y fue informado sobre los planes, avances y resultados.

En el proyecto se han elaborado un total de 34 informes, 13 de ellos de los considerados principales que tienen un formato adaptado a su utilización práctica por los usuarios finales. La totalidad de informes se pueden descargar de la página web <http://samaris.zag.si>

El proyecto comenzó el uno de enero de 2003 y finalizó en marzo de 2006 tras un Seminario Final celebrado en Lausana en el que se presentaron sus principales realizaciones.

PRINCIPALES REALIZACIONES DEL GRUPO DE FIRMS

El principal objetivo del Grupo de Firms del proyecto SAMARIS, ha sido fomentar el uso de materiales reciclados y secundarios en firmas de carreteras detallando como deben seleccionarse y ensayarse, y dónde y cómo se deben colocar en las estructuras de los firms, de forma que se asegure un comportamiento satisfactorio, tanto desde el punto de vista medioambiental como funcional. La actividad de este grupo se centró en los siguientes objetivos técnicos y científicos:

- Desarrollar una metodología general para la valoración de los aspectos funcionales, de



seguridad y medioambientales relacionados con la utilización de cualquier tipo de material en la construcción de firmes de carreteras.

- Definir protocolos de ensayo para investigar los componentes peligrosos cuando se considera la reutilización de los materiales que constituyen los firmes y elaborar un borrador de anejo medioambiental a las normas CEN sobre productos.
- Para la amplia gama de materiales que pueden utilizarse como consecuencia de las políticas de reciclado y reutilización, desarrollar modelos mecanicistas y métodos de ensayo, con la finalidad de obtener especificaciones basadas en el comportamiento y relacionadas con propiedades funcionales.
- Elaborar guías técnicas y recomendaciones para una apropiada utilización de las técnicas de reciclado en la construcción de carreteras, considerando en particular las principales familias de materiales secundarios utilizados en los diferentes países europeos.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE LA REACCIÓN ANTE EL FUEGO DE LOS MATERIALES PARA FIRMES

A raíz de algunos dramáticos incendios en túneles europeos, la Comisión Europea mostró su interés por incluir como tema de investigación dentro del proyecto SAMARIS la reacción ante el fuego de los materiales constitutivos de las mezclas bituminosas. Este tema ha aparecido también en el Mandato 124 de la UE para Productos de Construcción de Carreteras.

Los trabajos desarrollados dentro del proyecto han consistido en

estudios de ignición, de las características de propagación de la llama, del flujo de calor crítico requerido para mantener la llama, así como del desprendimiento de calor durante la combustión, para tres tipos de mezclas bituminosas claramente diferentes, con distintos contenidos de betún. Los resultados obtenidos han mostrado una gran diferencia en la reacción ante el fuego de estos materiales. Los estudios realizados servirán como referencia para cualquier otro trabajo que se desarrolle en el futuro en este campo.

ANEXOS AMBIENTALES A LAS NORMAS SOBRE PRODUCTOS PARA CARRETERAS

Se han establecido unas primeras propuestas de anexos medioambientales para las normas europeas de productos referidas a los principales materiales alternativos utilizados en la construcción de carreteras (escorias de incineradoras de residuos sólidos urbanos; escorias de horno alto granuladas y cristalizadas; escorias de acerías de horno eléctrico o LD; cenizas y escorias procedentes de centrales térmicas). Se incluye una selección de los componentes peligrosos que se deben detectar y de los ensayos para cuantificar su presencia, pero no se han fijado valores límites. Se espera que estos prototipos de anexos sean usados como base de partida para debates entre los correspondientes Comités Técnicos de CEN.

PROCEDIMIENTOS PARA IDENTIFICAR LOS COMPONENTES PELIGROSOS EN MATERIALES PARA MEZCLAS

El documento elaborado en el proyecto describe nuevos métodos

de laboratorio, así como los existentes reconocidos como particularmente eficientes, para detectar y en su caso cuantificar los siguientes riesgos:

- Detección de la presencia de alquitrán e hidrocarburos aromáticos policíclicos.
- Detección de azufre (de importancia por el riesgo de liberación de sulfuro de hidrógeno).
- Partículas en suspensión en el aire como consecuencia del frezado de pavimentos.
- Humos procedentes del calentamiento durante la fabricación de las mezclas bituminosas.
- Ignición espontánea durante el proceso de calentamiento de las mezclas.

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE DEFORMACIONES PERMANENTES DE MATERIALES GRANULARES Y BITUMINOSOS EN FIRMES

Al tratar de establecer la evaluación de los materiales secundarios para ser utilizados en firmes de carreteras se pueden seguir dos vías. Una primera es comprobar la validez para los materiales secundarios de los métodos de evaluación, normalmente semiempíricos, que se han desarrollado para utilizarse con los materiales habituales en carreteras. La otra posibilidad es trabajar en el desarrollo de métodos "basados en el comportamiento", cuya validez se apoya en una mejor transferencia de los ensayos de laboratorio a las situaciones reales y que por tanto pueden aplicarse a cualquier tipo de material ya sea de los habituales o de los secundarios.

Dentro del proyecto SAMARIS se han realizado trabajos de experi-

mentación con la finalidad de avanzar en el desarrollo de métodos de evaluación de las propiedades mecánicas de materiales secundarios, en concreto en la evaluación de la resistencia de los materiales de carreteras a las deformaciones permanentes.

En el caso de los materiales granulares, se ha desarrollado un método "basado en el comportamiento", que partiendo de los resultados de los ensayos triaxiales de carga cíclica, considerados ensayos fundamentales de laboratorio, permite la predicción de las roderas de origen estructural de capas granulares en estructuras de firmes. La totalidad del proceso se ha aplicado en algunos experimentos a escala real que han mostrado, en

general, una buena concordancia entre los resultados de campo y los de la simulación.

Para caracterizar la resistencia a las deformaciones plásticas en mezclas bituminosas se ha experimentado con equipos como la pista de ensayo, el triaxial de carga cíclica y los ensayos de fluencia, y con distintos materiales, algunos de ellos conteniendo áridos reciclados. Los resultados obtenidos han mostrado que el uso de ensayos de caracterización de la resistencia a las deformaciones plásticas no se puede extender fácilmente a la evaluación de materiales para los que no se utilizan habitualmente y que modelos basados en medidas realizadas con equipos de los considerados como fundamentales, todavía necesitan mejorarse para

representar el comportamiento de las mezclas bituminosas. Tal vez, estas dificultades se puedan superar en el futuro a través de más análisis de resultados como los iniciados dentro del proyecto SAMARIS.

REVISIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE MATERIALES SECUNDARIOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE CARRETERAS EN PAÍSES DE EUROPA CENTRAL Y DEL ESTE

La revisión se ha elaborado sobre la base de la respuesta de diez países de Europa Central y del Este (Bielorrusia, Bulgaria, República Checa, Hungría, Polonia, Rumania, Rusia, Eslovaquia, Eslovenia y Ucrania) a un cuestionario similar

Reciclado de residuos de construcción y demolición





al utilizado por la OCDE para la elaboración de su informe “Estrategias de reciclado para las obras de carreteras” (1997).

El cuestionario se centró en la utilización de materiales reciclados procedentes de la propia carretera (mezclas bituminosas recicladas, pavimentos de hormigón reciclados y materiales procedentes de bases y subbases de carretera) y subproductos industriales.

En cuanto al reciclado de materiales procedentes de la propia carretera, del análisis de la información recibida se concluyó que:

- Estas técnicas de reciclado son conocidas en los distintos países, si bien en algunos de ellos solo parcialmente.
- La situación es mejor en la Europa Central que en la del Este.
- A menudo no hay especificaciones apropiadas para el reciclado y las autoridades que gestionan las carreteras no están bien informadas y se muestran recelosas a las nuevas tecnologías.
- Las nuevas tecnologías están siendo introducidas por empresas privadas realizando tramos de ensayo.

En cuanto al reciclado de subproductos industriales se ha podido constatar que en estos países es casi inexistente el reciclado de otros materiales que no sean las escorias siderúrgicas, las cenizas volantes de carbón o los escombros de la minería. Además, existe una falta importante de fondos para investigar en nuevas tecnologías y una falta de interés por parte de las autoridades de carreteras.

GUÍA SOBRE TÉCNICAS DE REICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

La Guía ha sido desarrollada por el CEDEX con la colaboración de la

empresa EUROVIA de Francia y la Universidad Politécnica de Brno de la República Checa. Se ha contado con la aportación de organizaciones de diferentes países europeos y Grupos de Trabajo del proyecto SAMARIS.

El documento elaborado está estructurado en fichas técnicas que incluyen de una forma sintetizada la información esencial sobre el reciclaje en la construcción de carreteras de los siguientes materiales: residuos de minas de carbón y canteras; escorias granuladas y cristalizadas de horno alto; escorias de acerías; escorias y cenizas volantes de centrales térmicas de carbón; residuos de construcción y demolición; escorias de incineradoras de residuos sólidos urbanos; neumáticos fuera de uso; vidrio; y arenas de fundición.

La información para cada material se ha estructurado según los siguientes apartados:

- Origen

- Reciclado
 - o Propiedades del residuo o subproducto
 - o Proceso de reciclado
 - o Propiedades del material reciclado
- Utilización en la construcción de carreteras
 - o Usos
 - o Consideraciones especiales en el proyecto y construcción
 - o Control de calidad en el proceso de construcción
 - o Ejemplos o referencias de utilización
- Aspectos medioambientales
 - o En el origen
 - o En el proceso de reciclado
 - o En su utilización
- Normas técnicas, especificaciones o guías por país.
- Referencias Técnicas

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el Grupo de Firms del proyecto

SAMARIS permitirán una utilización más eficiente de los áridos y materiales secundarios locales, lo que contribuirá a la política de desarrollo sostenible en la Unión Europea. Las recomendaciones sobre técnicas de reciclaje beneficiarán tanto a las autoridades de carreteras como a los profesionales de la construcción, reduciendo los casos de mal procesamiento de los materiales de partida o de utilización inadecuada de los materiales reciclados.

El estudio de las experiencias en los países de Europa Central permitirá un uso más eficiente del reciclaje en la mejora de las redes de carreteras existentes. Además, los trabajos realizados sobre especificaciones supondrán una aportación directa al CEN para la nueva generación de normas europeas de productos para firmes. 