

I+D+i



OBRAS PUBLICAS Y REGADIOS S.A.

 **OPR**
OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS S.A.



PROYECTOS DE I+D+i

- 1. Viabilidad del empleo de Hormigón reforzado con Fibras para la construcción de las Vías de Alta Velocidad en placa**
- 2. Modificación y Estabilización de Residuos Sólidos Urbanos para su empleo en capas de Firmes de carreteras**
- 3. Auscultación con Equipos de Medida de Alto Rendimiento en Obas de Carreteras.**

- 1. Viabilidad del empleo de Hormigón reforzado con Fibras para la construcción de las Vías de Alta Velocidad en placa**

OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS, S. A. ha desarrollado y finalizado con éxito un proyecto de I+D+i junto con el Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de la Construcción (LOEMCO) con objeto de mejorar su capacidad técnica y aumentar la calidad de sus procesos de ejecución. El proyecto mencionado es:

HORFIVAV (Viabilidad del empleo de HORmigón reforzado con Fibras para la construcción de las Vías de Alta Velocidad en placa).

El objetivo del mismo consiste en demostrar que es viable el empleo de hormigones reforzados con fibras con función estructural para la construcción de vías en placa, con sustitución total del mallazo de control de la fisuración por temperatura y retracción, empleando cantidades de fibra muy por debajo de las exigidas en la EHE-08.

Para demostrar que con cuantías inferiores a las requeridas por la EHE-08 es posible controlar la retracción del hormigón, se fabricaron cinco losas de un hormigón elegido previamente con objeto de comparar en el tiempo los cambios volumétricos sufridos por cada una, así como evaluar la aparición de fisuras debidas a movimientos térmicos o de retracción. Los cinco tipos de losa fueron:

- Hormigón en masa sin ningún tipo de refuerzo
- Hormigón armado con armadura de acero con la cuantía mínima estipulada en la EHE-08
- Hormigón reforzado con fibra de acero, en una cantidad inferior a la cuantía estipulada en la EHE-08 para la sustitución total, determinada a partir de la bibliografía existente de modo que se considera adecuada para evitar la fisuración
- Hormigón reforzado con fibra de polipropileno estructural, en una cantidad inferior a la cuantía estipulada en la EHE-08 para la sustitución total, determinada a partir de la bibliografía existente de modo que se considera adecuada para evitar la fisuración
- Hormigón reforzado con otro tipo de fibra de polipropileno estructural, en una cantidad inferior a la cuantía estipulada en la EHE-08 para la sustitución total, determinada a partir de la bibliografía existente de modo que se considere adecuada para evitar la fisuración.

La tecnología relevante que se aplicó en el proyecto fue la del hormigón con fibras. Los principales objetivos que se perseguían con la incorporación de fibras al hormigón eran los siguientes:

- Mejorar las propiedades del hormigón durante las primeras horas tras su puesta en obra, mediante la disminución del riesgo de fisuración en estado plástico.

- Mejorar la resistencia a la flexión o a la tracción del hormigón.
- Mejorar la resistencia al impacto.
- Controlar la fisuración y los modos de fallo del hormigón aportando tenacidad al hormigón

La monitorización de las cinco losas fabricadas permitió establecer unas conclusiones parciales bastante positivas obtenidas tanto de la observación cualitativa (fisuración superficial) como de las medidas cuantitativas de la retracción por secado experimentada por losas de hormigón con distintos refuerzos. Se consigue demostrar la hipótesis inicial de que **las cuantías de fibra exigidas por la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 para la sustitución total de la armadura de control de la fisuración por retracción son muy elevadas, ya que se demostró que las losas reforzadas con fibra tienen una retracción similar a la del hormigón reforzado con mallazo, así como una fisuración superficial similar.** Por tanto, parece viable el empleo de este tipo de refuerzo en sustitución de la armadura convencional en estructuras tipo losa como son las de vía en placa, a falta de comprobación experimental sobre la resistencia residual efectiva que aportan las fibras al hormigón que permita determinar exactamente los parámetros de cálculo con los que se podría diseñar la vía en placa.

2. Modificación y Estabilización de Residuos Sólidos Urbanos para su empleo en capas de Firmes de carreteras

OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS, S. A. es consciente de que la inversión en Investigación y Desarrollo es clave en el proceso de crecimiento empresarial por ser un factor determinante en la mejora de la competitividad. Así pues, con objeto de mejorar su capacidad técnica y aumentar la calidad de sus procesos de ejecución, está realizando un gran esfuerzo en el desarrollo de proyectos de I+D+i. Además uniendo esta necesidad de investigar con la filosofía empresarial de protección medio ambiental, OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS, S. A. ha finalizado un proyecto de investigación contando con la colaboración inicial de la Universidad Alfonso X El Sabio, la Universidad de Castilla La Mancha y la University of West London. El proyecto se ha denominado:

MERSUF: Modificación y Estabilización de Residuos Sólidos Urbanos para su empleo en capas de Firmes de carreteras.

El objetivo del mismo era estudiar la posibilidad de **reutilizar las escorias procedentes de la incineración de Residuos Sólidos Urbanos en la estabilización de base de firmes** para proyectos de carreteras; con las consiguientes ventajas medioambientales que esto implica dentro la actividad constructora en particular y para la sociedad en general.

Un tratamiento adecuado de las escorias permite no solo la reutilización sino, también la valorización, pues al mejorar sus características permite su empleo en capas de explanadas y de base de firmes, más exigentes y, por lo tanto, de mayor valor añadido. Además, por otro lado, mediante la adecuada estabilización de un suelo o residuo se obtienen materiales y capas de mayor resistencia, lo cual implica también que, a igualdad de condiciones de tráfico y clima, permite reducir los espesores de capas de firme que se necesitan colocar encima. Esto supone otra ventaja económica y medioambiental más, pues reduce la necesidad de materiales para las citadas capas.

El tratamiento de estabilización de un suelo o residuo consiste en realizar su mezcla con uno o varios conglomerantes, agua y, eventualmente, aditivos, con el objeto de provocar una serie de reacciones químicas permanentes que reducen o anulan sus problemas geotécnicos y mejoran sus características resistentes. Estos tratamientos generalmente se aplican in situ, realizando la mezcla sobre la propia traza de la carretera.

Por otro lado, existe la posibilidad de emplear en este tipo de técnicas otros conglomerantes alternativos, alguno de ellos basados en la reutilización de otros tipos de residuos, los cuales podrían considerarse **conglomerantes ecológicos**. Pudiéndose emplear en todos ellos diversos tipos de aditivos que permiten mejorar determinadas características, para la fase de ejecución o para lograr un resultado final, según las necesidades de cada caso. Si bien los tratamientos con cemento y cal se aplican de forma sistemática desde hace años en la construcción de carreteras, estando contemplados de forma clara en la normativa vigente, los otros se han aplicado en algunos casos muy especiales y todavía tienen pendiente su desarrollo, para lo cual se necesita aclarar muchas incertidumbres.

Las ventajas medioambientales que pueden suponer estas aplicaciones para el desarrollo sostenible de nuestra sociedad son más que evidentes, convirtiéndose la obra civil en un sumidero de residuos procedentes de otras actividades humanas que permite, no sólo reutilizarlos sino, además, valorizarlos, pudiendo llegar a obtener capas de altas prestaciones.

La investigación parte del planteamiento del *Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015*, del *Catálogo de Residuos utilizables en la Construcción* (Ministerio de Medio Ambiente y CEDEX) y de la legislación vigente en materia de residuos. Y se ha ejecutado en uno de los ramales de acceso de la obra de **Autovía A-27 (Tarragona – Montblanc). Tramo: Tarragona – El Morell P.K. 0+000 al 7+600** siempre bajo autorización y consentimiento de la dirección de obra. Las escorias fueron cedidas por VECSA, la empresa valorización y comercialización de las escorias procedentes del proceso de incineración de la planta de SIRUSA (Serveis D'Inceneració dels Residus Urbans) en Tarragona.



El proyecto ha tenido una duración de dos años y la valoración final es positiva. Pero la principal conclusión extraída es que hay que seguir investigando para poder normalizar el uso de este tipo de materiales en obra. Inicialmente se aplicaron estas escorias en caminos de servicio y de acceso con notables resultados. El proyecto pretendía ir más allá, utilizando estos residuos como base de firmes en capa de estabilizado. El resultado también ha sido positivo pero mejorable, varias han sido las variables que han influido en la ejecución. Así pues OPR, consciente de la necesidad de lograr una construcción sostenible y respetuosa con el medio ambiente mantendrá sus esfuerzos por lograr el éxito en proyectos con similares velando por el cuidado del medio ambiente.

3. Auscultación con Equipos de Medida de Alto Rendimiento en Obas de Carreteras.

OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS, S.A. es consciente de que la inversión en Investigación y Desarrollo es clave en el proceso de crecimiento empresarial al ser éste un factor determinante en la mejora de la competitividad. Por dicho motivo, desde la empresa se están promoviendo proyectos de I+D+i con objeto de mejorar su capacidad técnica y aumentar la calidad de sus procesos de ejecución. A este respecto, se ha finalizado un proyecto de investigación contando con la colaboración inicial de la Universidad Politécnica de Madrid, el laboratorio EUROCONSULT Nuevas Tecnologías, S. A. y el laboratorio CEMOSA Ingeniería y Control. Proyecto denominado:

ACEMEDAROC: AUSCULTACIÓN CON EQUIPOS DE MEDIDA DE ALTO RENDIMIENTO EN OBRAS DE CARRETERAS.

El objetivo del mismo consiste demostrar la viabilidad de Equipos de medida de Alto Rendimiento en el cálculo de la capacidad portante del terreno así como técnico-económica, frente al uso de métodos tradicionales, para su empleo en explanadas de construcción de proyectos de carreteras. Estos métodos alternativos se refieren a los equipos de medida de alto rendimiento, como el Portancímetro y la Placa de Carga Dinámica. Equipos que presentan una serie de ventajas bastante notables con respecto al método de medida de la capacidad portante del terreno con Placa Estática, considerada esta técnica como método de medida más tradicional. Entre las ventajas se pueden mencionar: mayor rapidez a la hora de realizar las mediciones, resultados más rápidos y menor coste en las mediciones. En principio no se describen desventajas salvo la falta de normalización de los mismos para el uso en proyectos de ejecución de carreteras.



El proyecto ha tenido una duración aproximada de un año con dos campañas de medida siendo la valoración final positiva. En términos generales, los resultados de los parámetros de deformabilidad obtenidos con estos equipos de alto rendimiento, en una explanada rígida constituida por capas de material tratado con cal, estarían dentro del rango de los que serían exigibles. Los valores obtenidos han sido continuos y razonables, siendo así la respuesta tan rápida como eficiente. Con ello, se puede concluir que, salvo para casos concretos, **los equipos de alto rendimiento utilizados, han resultado ser ventajosos en el control de calidad la explanada y útiles en para el análisis de la capacidad portante del terreno frente al uso de métodos tradicionales.**