

# CHRYSO®Fibre S50: una alternativa para el Hormigón Proyectado

**Ignacio de la Fuente**, Director Técnico de CHRYSO ADITIVOS S.A.U.

El empleo de fibras metálicas es algo habitual en la realización de obras subterráneas con hormigón proyectado desde hace años. El objetivo de este artículo es plantear una alternativa a las fibras metálicas a través de materiales inorgánicos que aporten determinadas ventajas sobre las fibras tradicionales.

El empleo de CHRYSO®Fibre S50 aporta las siguientes ventajas:

- Reducción de la cantidad de fibra por metro cúbico en más de un 80%
- Mayor seguridad para los operarios durante el manejo y la proyección, al no ser fibras rígidas ni punzantes
- Menor desgaste de los equipos de amasado y proyección
- Disminución del 20% de las pérdidas de proyección por rebote gracias a la estructura flexible de la fibra

## Propiedades de la fibra

CHRYSO®Fibre S50, es una macro-fibra formada por una mezcla de Polipropileno-Polietileno, empleada para el refuerzo del hormigón, y en determinados casos para el reemplazo de las armaduras pasivas y las fibras metálicas.

CHRYSO®Fibre S50 además de mejorar la Ductilidad del hormigón, influye de manera decisiva sobre otros parámetros del mismo: Resistencia a la fisuración, Resistencia al Impacto y Resistencia al Fuego.

Según Anejo 18 Hormigón con Fibras de la EHE, las características geométricas de las fibras (Longitud ( $l_f$ ),

Diámetro equivalente ( $d_f$ ), Esbeltez ( $\lambda$ )), establecidas de acuerdo con UNE 83.500-1:89 y UNE 83.500-2:89, son las siguientes:

Fibra	S50
Longitud ( $l_f$ )	50 mm
Diámetro equivalente ( $d_f$ )	1,0 mm
Esbeltez ( $\lambda$ )	50
Resistencia Tracción (MPa)	650
Masa Volumétrica (Kg/m <sup>3</sup> )	920
Punto de fusión (°C)	160
Módulo elástico (GPa)	5.0

Las propiedades técnicas de estas fibras se basan en la excelente interacción con la matriz del hormigón, al abrirse las mismas durante el amasado.

Esta multiplicación de las fibras durante el pre-amasado aumenta la superficie de contacto con el hormigón

Estas propiedades geométricas particulares de las fibras CHRYSO®Fibre S50, así como su composición han sido patentadas por CHRYSO.

## Aplicación: El túnel de Grands Goulets

Para proteger y facilitar el acceso a la meseta de Vercors, el Consejo General del departamento francés de Drôme planteó la construcción, en la carretera 518 entre Sainte

**Fig.1:**  
fibra  
antes de  
amasar



**Fig.2:**  
fibra  
después  
de  
amasar





Eulalie en Royans y Chapelle en Vercors, de un túnel bidireccional de 2 carriles y 6 galerías de socorro. El túnel de Grands Goulets es el más importante realizado en una carretera en Francia. Esta obra esencial para el desarrollo del departamento de Drôme ha sido la ocasión de utilizar por primera vez las macrofibras sintéticas CHRYSO®Fibre S50 en aplicación de túnel de hormigón proyectado.

Se necesitaron 10.000 m<sup>3</sup> de hormigón proyectado para la renovación del túnel.

El carácter decisivo del éxito del túnel de Grands Goulets se corresponde con su carácter innovador. Se trata, de hecho, de mejorar la seguridad de la RD 518, estrecha carretera de montaña situada a 600 m de altitud, cerrada 90 días al año a causa de los derrumbes e inadecuada para el desarrollo turístico y económico debido a gálibos demasiado bajos.

Se ha previsto por lo tanto la realización de un túnel monotubo de dos carriles, de un gálibo ampliado a 4,30 x 7 m y una longitud de 1 700 m, cuya entrada en servicio está prevista en el verano de 2008. Esta obra difícil se sitúa en un medio montañoso de geología fracturada. Por otro lado, como la Meseta de Vercors es un lugar protegido mencionado en la red Natura 2000, deben respetarse numerosas obligaciones relativas al tratamiento de las aguas residuales (con una central de tratamiento antes del vertido) y a las operaciones de excavación: se han extraído y tratado 180.000 m<sup>3</sup> de minerales, con un 90% de calcáreos y un 10% de arenisca.

### La obra de las grandes primicias

Una obra única y métodos únicos. Las particularidades del túnel de Grands Goulets han obligado a los participantes a aplicar métodos innovadores. Así por ejemplo, es la primera obra en Francia que utiliza un explosivo

bombeable fabricado in situ, que consiste en una mezcla nueva, más segura, que se vuelve explosiva al cabo de 15 minutos. También es la primera aplicación en un túnel de hormigón proyectado que utiliza macrofibras sintéticas.

Aunque CHRYSO®Fibre S50 ya se emplea en diversas aplicaciones de hormigón estructural, es la primera vez que esta fibra se utiliza en obras subterráneas.

Los parámetros de formulación de hormigón fueron:

Material	Kg/m <sup>3</sup>
Cemento CEM I 52,5N	400
Arena 0/6	1100
Gravilla 6/12	495
Ceniza Volante	50
Agua efectiva	185
CHRYSO®Fluid Optima 206	1,7
Consistencia T0 (cm)	23
Consistencia T75 min (cm)	22
Fibra Metálica	30
CHRYSO®Fibre S50	5

Para la Constructora y CHRYSO, la primera preocupación en la obra era obtener las mismas características de hormigón proyectado con fibras sintéticas que con fibras metálicas, especialmente en lo referente a la resistencia a flexión/punzonamiento. Se necesitaron tres ensayos para conseguir la correcta dosificación de fibras, lo que resultó en una dosificación 6 veces menor que la dosificación de fibras metálicas (5 kg/m<sup>3</sup> en lugar de 30 kg/m<sup>3</sup>).



Fig.4: Aspecto del hormigón con fibra

**Fig.5: Proyección del hormigón con fibra**



Los resultados de Punzonamiento/flexión a 25 mm de deformación dieron de media 700 julios, con todos los resultados siempre superiores a 600 julios, cumpliendo con lo requerido en el proyecto.

Además, la naturaleza de las macrofibras CHRYSO®Fibre S50 permitió suprimir la capa de hormigón sin fibras para proteger la membrana de estanqueidad (no hay riesgo de perforación, contrariamente a las fibras metálicas). De este modo, se han proyectado más de 10.000 m<sup>3</sup> en 2 capas de 5 cm cada una,

con bulones entre ambas, en lugar de 9 + 3 cm, además de los 30 cm del hormigón de la bóveda.

## **CHRYSO®Fibre S50: Ahorro y seguridad**

La utilización de CHRYSO®Fibre S50 también fue convincente en el ámbito económico y el de la seguridad:

- Ahorro realizado por la reducción del tiempo de colocación de la entibación provisional (menos circulación de maquinaria en los túneles) y gracias a la supresión de la segunda capa de hormigón proyectado para la protección de la membrana,
- Mayor seguridad para los usuarios debido a la disminución del 20% de las pérdidas de proyección por rebote en las paredes gracias a la estructura flexible de la fibra, una característica innovadora. También se valoró de forma positiva el menor desgaste de los equipos con el empleo de fibras sintéticas, frente a las fibras metálicas.