

Informe de Proyecto

K 8230 Mittweida

Sajonia, Alemania



Datos generales del proyecto

Cliente y diseño	Departamento de Carreteras de Chemnitz Hans-Link-Strasse 4b D - 09131 Chemnitz
Instalador	IST Deggendorf St.-Martin-Strasse 12 D - 94469 Deggendorf
Encargo	Ensanche de la carretera comarcal K 8230 mediante la excavación de un talud de inclinación pronunciada Obtención de estabilidad estática mediante soil nailing Protección de la superficie de un talud de nueva excavación contra la erosión y contra el lavado de tierra en caso de inundaciones
Método constructivo	Estabilización de taludes mediante soil nailing combinado con el Sistema Krismer®
Periodo de ejecución	Mayo a Octubre de 2005
Dimensiones	Superficie total: ~ 3.660 m ² Pendiente: ~ 55 - 60° Altura vertical: 3 - 7 m

Situación inicial

A consecuencia del cambio climático global, se viven con más frecuencia cambios meteorológicos drásticos como los que han provocado inundaciones extremas en gran parte del continente europeo en los últimos años. Asimismo el Zschopau, un río de la segunda categoría en la región de Sajonia, sufrió graves destrozos provocados por fuertes inundaciones.

En su tramo entre las localidades de Schönborn-Dreiwerden y Mittweida, la carretera comarcal K 8230 transcurre directamente paralela al margen del río Zschopau.

Las Fuertes inundaciones del año 2002 causaron el desbordamiento del río Zschopau, destrozando las cimentaciones de la carretera y convirtiéndola haciéndola intransitable.

A la hora de reparar la carretera K 8230 se aprovecharon los trabajos para ensanchar la calzada, excavando un talud lateral con una inclinación de entre 55 y 60°.

Se empleó el soil nailing en combinación con el Sistema Krismer® para garantizar la permanente estabilidad estática de este talud.

Asimismo el diseño de la nueva carretera incluía su aprovechamiento para convertirla en una zona de desagüe y drenaje en el caso de futuros desbordamientos.

Como se ha probado en numerosos proyectos de estabilización de taludes, así como en diversas obras hidráulicas, el Sistema Krismer® combina de forma favorable con bulones con soporte de carga estática (*soil nailing*), a la vez de absorber las fuerzas de fricción provocadas por el potente flujo de aguas de inundación. La protección adicional proporcionada por la vegetación enraizada en la capa de tierra vegetal soportada por la malla tridimensional volumétrica, impide destrozos en la superficie del talud.

Estabilización de taludes con el Sistema Krismer® – Componentes del Sistema



Fig. 1: Inicio de la instalación

Una vez terminada la preparación y la limpieza de la superficie, se eligió instalar el sistema empleando los siguientes componentes:

- 3 cm (aprox.) de tierra vegetal, sembrada para fomentar una densa capa vegetal
- malla de cobertura: tipo HaTe tejida de plástico; luz = 10x10 mm, fijada a la malla tridimensional volumétrica con grapas metálicas
- Sistema Krismer®: paneles de malla tridimensional volumétrica, tipo J.K.S. A02-80 | 1.5-FEZ, espesor = 80 mm, fijada a los bulones mediante elementos de conexión inherentes al sistema y cable de acero de $\varnothing$ 12 mm.
- relleno de la malla tridimensional J.K.S. con grava de machaqueo; tamaño 32/60 mm, volumen 8 m³ por 100 m² (aprox.).

Ejecución del proyecto



Fig. 2: Primera fase de excavación seguida inmediatamente por la instalación del Sistema Krismer® con soil nailing



Fig. 3: Segunda fase de excavación hasta aproximadamente 0,60 m por debajo del nivel final de la calzada



Fig. 4: Anclaje del Sistema Krismer® con soil nailing terminado



Fig. 5: Siguiendo la red de distribución de los anclajes, se instalan los cables tanto de forma horizontal como diagonal



Fig. 6: Relleno de los paneles de la malla tridimensional volumétrica

Con el fin de aportar drenaje a toda la superficie, a la vez de facilitar el agarre de la tierra vegetal que se aportaría al sistema en una fase de relleno posterior, se relleno la malla J.K.S. parcialmente con grava de machaqueo (tamaño 32/60 mm). Esta tarea se realizó desde la base del talud utilizando una cargadora con brazo telescópico.



Fig. 7: Los paneles de malla tridimensional J.K.S. con el relleno de grava proporcionan drenaje y agarre para la capa de tierra vegetal

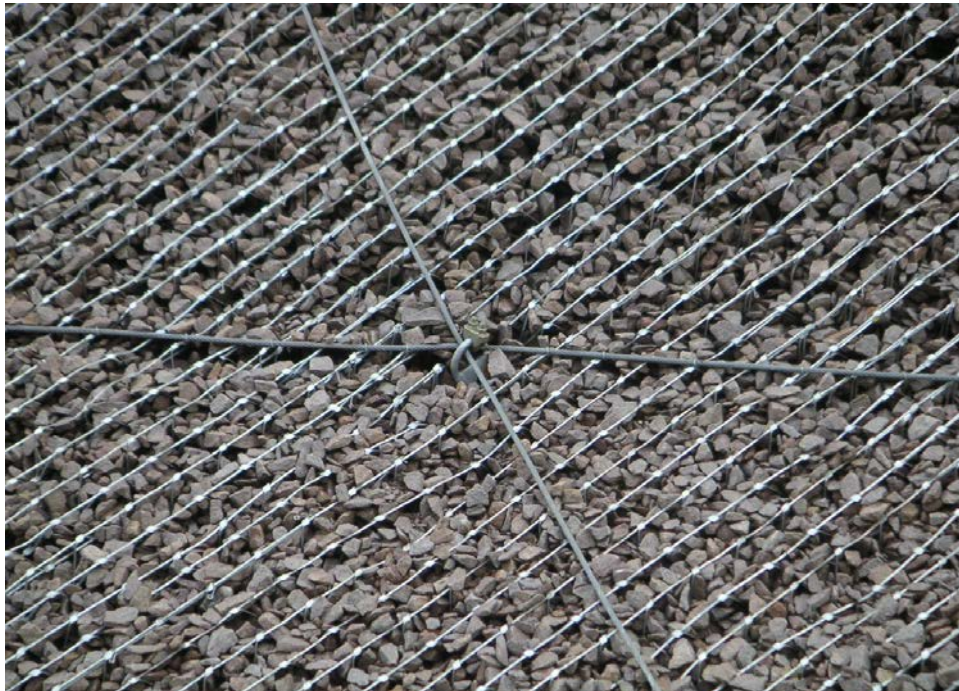


Fig. 8: Panel de malla metálica con relleno de grava – detalle de un elemento de conexión

Instalación de los cables de acero

Cuando se emplea el Sistema Krismer® en combinación con bulones con soporte estático, la conexión entre la malla tridimensional volumétrica J.K.S. y el bulón se realiza con elementos de conexión diseñados especialmente para el sistema. Los elementos de conexión sirven la función de unir la malla; los bulones y los cables de acero.

Después de fijar los bulones (perforación e inyección), se posiciona la malla sobre toda la superficie del talud y por encima de las cabezas de los bulones. A continuación se realiza un corte en la fila superior de la malla y con radio aproximado de 10 cm. Los elementos de conexión se colocan en la cabeza de cada bulón y se calibran con la fila superior de la malla J.K.S.

Los cables se cortan previamente a la longitud correspondiente y se colocan de forma horizontal y, en caso de que sea necesario, horizontalmente también. Su ubicación corresponde a la red de distribución de los bulones. Los cables se fijan por encima de la malla J.K.S. Para obtener una unión completamente homogénea entre los cables; la malla tridimensional y los bulones, los cables se pasan por la argolla que incorpora cada elemento de conexión. Los cables se unen a cada segundo elemento de conexión mediante un atacables (en el caso de que se sustituyen los cables por barras de distribución, éstas deben fijarse en cada elemento de conexión).

Cada cable se fija primero en uno de sus extremos y se pretensa de forma manual antes de fijarlo en el otro extremo. El extremo de cada cable se fija hacienda una eslinga con el cable y colocando tres atacables.

Finalmente, se tensan las tuercas de los bulones. Se obtienen la tensión y al arco de los cables definidos en el análisis de estabilidad de cada proyecto, ajustando el grado de enroscado de cada tuerca.



Fig. 9: Relleno de tierra vegetal completada. El relleno se realizó mediante proyección por vía seca con una gunitadora. Para impedir el lavado de finos hasta establecerse el sistema radicular de la vegetación, se recubrió toda la superficie con una malla de plástico con una luz de 10 x 10 mm. Esta malla también aumenta la protección del talud en el caso de inundaciones

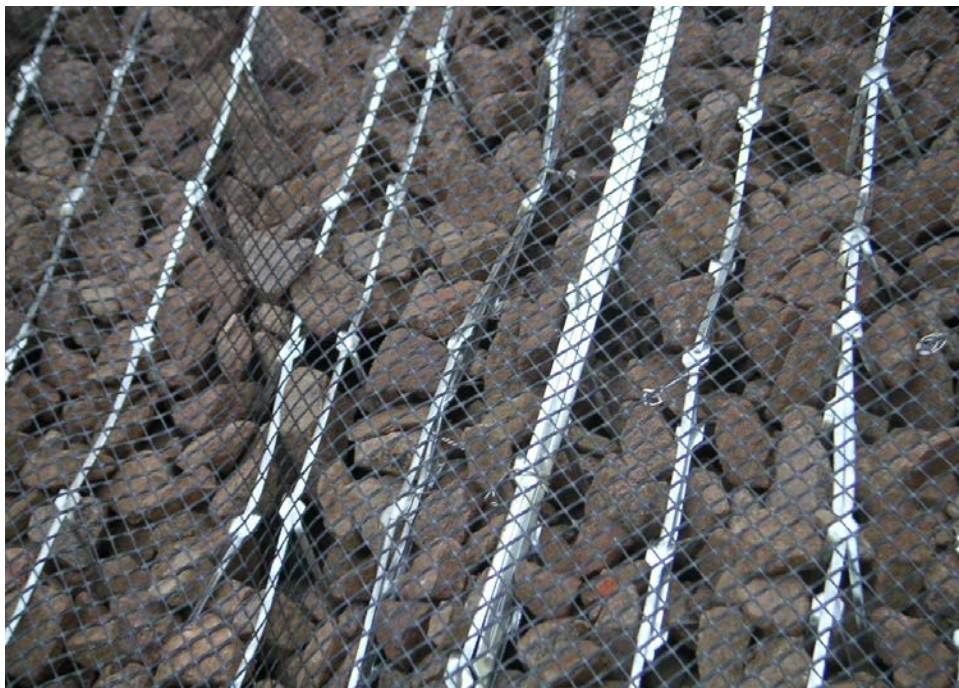


Fig. 10: Malla de cobertura con luz de 10 x 10 mm



Fig. 11/12: El estado del talud aproximadamente un mes después de realizar la siembra, en octubre de 2005. Las semillas y los fertilizantes se mezclaron con la tierra vegetal durante la última fase de proyección (espesor 1 a 2 cm)



La mezcla incluía tanto un fertilizante mineral de acción rápida como un fertilizante biológico de liberación lenta, para acelerar el desarrollo del sistema radicular que aporta estabilidad superficial a la vez de asegurar el crecimiento de la vegetación a largo plazo.



Fig. 13/14: Estado del talud tras el segundo año de crecimiento de la vegetación, en junio de 2006

Nota: con la elevación del piso de la calzada, los paneles de malla volumétrica colocados a pie del talud han quedado integrados en la base de forma óptima.



Resultados

En el curso de la reconstrucción de la carretera comarcal K 8230 entre Schönborn-Dreiwerden y Mittweida, que había sufrido fuertes destrozos durante las inundaciones de 2002, se empleó el Sistema Krismer® para estabilizar un talud de excavación nueva, construido para facilitar en ensanche de la calzada como parte del proyecto de restauración y expansión de la carretera.

Hasta la fecha se pueden comprobar los siguientes resultados de la instalación del Sistema Krismer® con soil nailing en este talud:

- protección duradera contra la erosión superficial en un talud de nueva excavación y pendiente pronunciada (60° approx.)
- estabilidad optima del talud gracias al anclaje de carga estática (soil nailing)
- la excelente acción homogénea de los componentes del sistema y la robustez de la malla J.K.S. contrarrestan las fuerzas de fricción en el caso de inundaciones
- La superficie estabilizada es permeable al agua y evita la acumulación de presiones hidráulicas
- La capa de tierra vegetal, estabilizada por la malla volumétrica, proporciona la base para una revegetación duradera
- La utilización del Sistema Krismer® ha hecho posible la estabilización de un talud con una inclinación de 60° a la vez de integrarlo de forma perfecta en su entorno natural