

APÉNDICE N° 8:

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO DEL CAMINO FORESTAL Y
SOLUCIÓN ESTABILIZADORA**

**ASISTENCIA TÉCNICA
AL CONTROL DE LA PRESA DE YESA**

REPOSICIÓN CAMINO FORESTAL MARGEN IZQUIERDA

ASISTENCIA TÉCNICA AL CONTROL DE LA PRESA DE YESA

REPOSICIÓN CAMINO FORESTAL MARGEN IZQUIERDA TRATAMIENTO DE TALUD (ZONA CAMINO DE ACCESO A CORONACIÓN)

El día 26 de Marzo de 2007, mediante las labores rutinarias de inspección se detectaron indicios de un deslizamiento en el camino forestal que discurre a media ladera sobre la margen izquierda, aguas abajo de la presa actual. Concretamente se observó una grieta de tracción en forma de semicírculo sobre el camino, afectando a la mitad de su anchura, con unas dimensiones de 18 metros en su parte mas larga y 8 metros de anchura máxima.

Posteriormente el día 10 de Abril de 2007, se detectaron indicios de movimiento del talud situado junto al camino de acceso a coronación de la margen izquierda.

Concretamente se observó un resalte que recorría el talud horizontalmente aguas arriba pasando a ser vertical aguas abajo viéndose que dicho resalte tendía a unirse con las grietas del Camino Forestal observadas el 26 de Marzo de 2007.

Geológicamente el talud está formado en su mayor parte por el llamado Flysch de Yesa constituido por una alternancia de areniscas y margas en paquetes de potencia centimétrica a decimétrica. El grado de meteorización de la roca es II para las areniscas y III para las margas. En la parte superior del talud éste está constituido por suelos coluviales.

La estructura general de la roca se dispone hacia el interior del talud con una dirección media de $E= 180/50$. Sin embargo, en la base del talud la estructura cambia a $E= 360/70$, formando por tanto un pliegue anticlinal. El resalte observado en el talud se corresponde con el eje de este pliegue.

El talud afectado fue excavado en su día con una pendiente de proyecto 4H:3V (37°), y en la zona presenta una altura de 46 metros. La zona afectada tiene una longitud aproximada de 100 metros.

Una vez estudiada en profundidad la estabilidad estructural del talud se ha llegado a la conclusión de que el fallo del mismo se debe al deslizamiento de un bloque a favor de la junta complementaria que se dispone con dirección prácticamente paralela al camino y buzamiento hacia el interior. El bloque está limitado en la parte baja del talud por la existencia de un pliegue anticlinal (ver Apéndice 1: Corte interpretado).

El desencadenante final del movimiento ha sido la presencia de agua en esta junta. La altura de la columna de agua calculada que habría producido la rotura del talud se encuentra entre 3,4 y 5 metros.

Solución propuesta

Retaluzado del desmonte actual

Para estabilizar este desmonte se propone retirar el camino forestal que se encuentra en cabeza del talud hacia la ladera y retaluzar el desmonte con 30° como se indica en los perfiles en los planos nº 1 a nº 15 del Apéndice 2: Solución propuesta. De esta manera se elimina la posibilidad de rotura estructural del talud, se retira la roca movilizada y se eliminan los suelos coluviales de la cabeza del mismo.

Además deberán perforarse drenes en toda la superficie de talud resultante de 4 metros longitud cada 36 m² con una inclinación de 5° hacia el exterior del talud.

Muro anclado bajo camino forestal

Al retaluzar con 30° se crea un talud bajo el camino forestal de unos 10 metros de altura que se propone excavar con el 1H:2V (63°) y estabilizar mediante muro anclado.

Se ha calculado la estabilidad por formación de cuñas/bloques en el talud, así como la posibilidad de que los suelos deslicen sobre la roca en la parte alta del mismo obteniéndose una tensión de anclaje mayor en este último caso ($T_a = 3,77 \text{ Ton/m}^2$). La tensión de anclaje ha sido calculada con un coeficiente de presión intersticial $R_u = 0,4$ y para alcanzar un factor de seguridad $FS = 1,5$ que se considera estable a largo plazo.

En consecuencia se ha diseñado un muro anclado de 40 cm de sección, con bulones de barra tipo Gewi. Los cálculos del muro se adjuntan en el Apéndice 3. Las características de los bulones se especifican en el cuadro siguiente.

<i>Bulones de barra tipo GEWI</i>	
<i>Diámetro de barra</i>	<i>32 mm</i>
<i>Límite elástico del acero</i>	<i>5.100 Kp/cm²</i>
<i>Tensión de rotura del acero</i>	<i>6.100 Kp/cm²</i>
<i>Diámetro de perforación máximo</i>	<i>75 mm</i>
<i>Inclinación</i>	<i>15°</i>
<i>Longitud total</i>	<i>Variable entre 6 y 12 m</i>
<i>Longitud del bulbo</i>	<i>4 m</i>
<i>Tensión</i>	<i>25 Ton.</i>

En el plano nº 17 del Apéndice 2 se presenta un alzado donde se especifica la distribución de los bulones y su longitud total.

Si bien se ha calculado la estabilidad del desmonte teniendo en cuenta una importante presencia de agua en las juntas, se recomienda perforar drenes en el muro cada 15 m². Estos drenajes tendrán una inclinación de 5° y una longitud de 12.5 metros.

Reposición del camino forestal

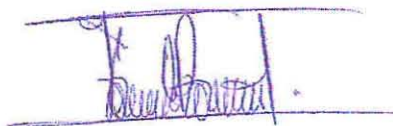
Como ya se ha dicho, al retaluzar el talud principal con 30° se debe retirar el camino forestal hacia el interior de la ladera. En los planos nº1 a nº 15 del Apéndice 2 se muestran una serie de perfiles con la nueva ubicación del camino y en el plano nº 16 del mismo apéndice se muestra una sección tipo.

Dado que la causa última de la rotura del talud ha sido la presencia de agua en las juntas en lo cual se considera que ha tenido mucho que ver el hecho de que el camino forestal no tuviera la cuneta revestida ni mantenida, se considera necesario que el nuevo camino forestal vaya revestido en su totalidad, con una pendiente hacia el interior del talud que permita actuar al mismo como cuneta. El camino se ha diseñado a dos aguas para que la evacuación de las mismas sea efectiva evitando vertidos sobre el talud.

Talud de excavación del nuevo camino forestal

En algunos casos por encima del camino forestal resulta un talud de excavación de altura máxima próxima a los 6 metros. Para reconocer el terreno en esa zona se han realizado dos calicatas de reconocimiento geotécnico de las que se deduce que este talud se excavará en suelos coluviales de tipo granular (arenas con indicios de arcilla e indicios de grava) y de densidad elevada.

Se ha calculado la estabilidad de un talud excavado en este terreno con una pendiente de 45° (1H:1V) resultando ser estable con un FS próximo a 1,2. Aunque dicho talud se ha calculado también con un coeficiente de presión intersticial $R_u = 0,4$ se recomienda perforar drenes de 10 metros de longitud y 5° de inclinación cada 25 m².



Fdo.: Fernando Romero Iribas
Geólogo