

Ejecución de los trabajos de estabilidad en terraplén del PK 167 de la autovía A-8 en Liendo (Cantabria)



Execution of Embankment Stabilization Works in Highway A-8 (km 167) in Liendo (Cantabria)

Felipe Collazos Arias

*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos e
Ingeniero Técnico de Obras Públicas.*

Profesor Asociado de la Universidad de Cantabria.

Demarcación de Carreteras del Estado en Cantabria. Ministerio de Fomento.

Resumen

Este artículo analiza la última experiencia reciente en reparación de un terraplén debido a problemas iniciales de fisuración de la calzada. Esta patología observada en un terraplén con una altura máxima de unos 20 m del PK 167 de la autovía A-8 en Liendo (Cantabria), el día 8 de febrero de 2013, se produjo con un gran deslizamiento con fuertes desplazamiento en horizontal y vertical de la calzada dirección Santander, de orden de 30 y 100 cm respectivamente, habiéndose tenido que cortar al tráfico esa calzada y colocándose de forma urgente carriles metálicos en la mediana para evitar que el deslizamiento afectase a la otra calzada.

Se plantearon las actuaciones necesarias para abrir al tráfico la calzada en dirección Santander que había sido necesario cortar debido a los daños que presentaba. El tráfico de esta calzada se había desviado a la calzada sentido Bilbao (1 carril por sentido).

La proximidad de la Semana Santa hacía necesario restaurar el tráfico por las dos calzadas en un corto periodo de tiempo: lo que obligó a efectuar unos trabajos iniciales de estabilización que permitieran dar servicio por la calzada en unas condiciones de seguridad adecuadas, entre una de las obras, la ejecución de 248 pilotes de mortero de 62 cm de diámetro de entre 20 y 26 m de profundidad

Abstract

This article analyzes a recent experience repairing an embankment affected by problems of pavement cracking. The damage was observed in a embankment in Highway A-8 (km 167) in Liendo (Cantabria), with a maximum height of about 20 m, and it took place on February 8, 2013, after a strong landslide with large horizontal and vertical displacements in the westbound carriageway, of approximately 30 and 100 cm respectively. It was necessary to close the road to traffic and to place urgently metal rails in the median to prevent an impact on the eastbound carriageway.

To keep the road open to westbound traffic towards Santander, all traffic was diverted to the eastbound carriageway (a single lane for each direction). Due to the proximity of Easter period it was necessary to restore traffic on both carriageways in a short period of time; therefore it was necessary to carry out some initial stabilization works to allow to use the road in a adequate and safe way, starting with the construction of 248 mortar piles, 62 cm diameter and between 20 and 26 m deep, in an area of 20 + 80 + 20 m, centered of course in the area with the most important damage. The study of a long-term treatment was left for a second phase.

en una extensión de 20+80+20 m, centrada, lógicamente, en la zona con una patología más importante. Dejando el estudio del tratamiento destinado a corregir el tratamiento a largo plazo para una segunda fase.

Las actuaciones fueron consecuencia de los continuos temporales de lluvia y condiciones climatológicas adversas durante los meses de enero y febrero de los años 2012 y 2013, que produjeron daños singulares a varios taludes de carreteras del Norte de España. El objetivo de la reparación fue restablecer la seguridad vial y la estabilidad de la propia carretera.

Todas las actuaciones presentadas en este artículo han demostrado ser válidas a lo largo del último año de explotación de la carretera.

PALABRAS CLAVES: Terraplén, movimientos, tráfico, estabilización, pilotes.

These actions were the result of heavy rainstorms and adverse weather conditions during the months of January and February 2012 and 2013, which affected several road embankments in the North of Spain. The aim was to restore traffic safety and the stabilization of the road.

All actions described in this article have been proven valid over the last year.

KEY WORDS: Embankments, earthworks, traffic, stabilization, piles

Esta comunicación analiza la última experiencia reciente en reparación de un terraplén debido a problemas iniciales de fisuración de la calzada. Esta patología observada está situada en terraplén del PK 167 de la autovía A-8 en Liendo (Cantabria). Entre una de las obras, se han ejecutado 248 pilotes de mortero de 62 cm de diámetro de entre 20 y 26 m de profundidad en una extensión de 20+80+20 m, centrada, lógicamente, en la zona con una patología más importante, con una longitud total de 5704 m.

1. Antecedentes

El día 8 de febrero de 2013 se produjo un gran deslizamiento con fuertes desplazamiento en horizontal y vertical de la calzada dirección Santander, de orden de 30 y 100 cm respectivamente, habiéndose tenido que cortar al tráfico esa calzada y colocándose de forma urgente carriles metálicos en la mediana para evitar que el deslizamiento afectase a la otra calzada.

Las actuaciones fueron consecuencia de los continuos temporales de lluvia y condiciones climatológicas adversas durante los meses de enero y febrero de 2013, que produjeron daños singulares a varios taludes de carreteras del Norte de España. El objetivo de la reparación fue restablecer la seguridad vial y la estabilidad de la propia carretera.

Se plantearon las actuaciones necesarias para abrir al tráfico la calzada en dirección Santander que había sido necesario cortar debido a los daños que presentaba. El tráfico de esta calzada se había desviado a la calzada sentido Bilbao (un carril por sentido).

La proximidad de la Semana Santa hacía necesario restaurar el tráfico por las dos calzadas en un corto periodo

de tiempo lo que obligó a efectuar unos trabajos iniciales de estabilización que permitieran dar servicio por la calzada en unas condiciones de seguridad adecuadas. Las obras se iniciaron el día 13 de febrero de 2013, dejando el estudio del tratamiento destinado a corregir el tratamiento a largo plazo para una segunda fase siendo su fecha de terminación el día 7 de octubre de 2014.

Todas las actuaciones presentadas en este artículo han demostrado ser válidas a lo largo del último año de explotación de la carretera.

3. Condicionantes climáticos

Desde un punto de vista regional, el clima de la zona es de tipo atlántico, templado húmedo, y está condicionado en gran medida por la orografía marcadamente abrupta y por la relativa cercanía al mar, el cual ejerce un efecto amortiguador. Cabe destacar la abundancia de situaciones climáticas de tipo húmedo, entre ellas el tiempo borrasco que hubo en el Norte peninsular hasta el día 27 de enero de 2013, acumulando grandes cantidades de precipitación. Especialmente notable fue la ciclogénesis explosiva que ocurrió el día 19, con intensas precipitaciones, tormentas, granizo, nieve en cotas bajas y vientos fuertes.

Para el estudio del clima se han tenido en cuenta los últimos datos de precipitación recogidos del observatorio meteorológico de Treto, dependiente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). En ellos se registraron 262 mm de precipitación en enero de 2013, teniendo un carácter pluviométrico muy húmedo (255 %) respecto a la normal 124 l/m². En promedio para toda Cantabria este mes de enero de 2013 se han recogido 291 l/m², un

230 % de los 127 l/m² de media en el periodo 1971-2000, el tercero más lluvioso desde 1931.

En promedio para toda Cantabria en febrero de 2013 se recogieron 275 mm, un 252 % de los 109 mm de media en el periodo 1971-2000, el segundo más lluvioso desde 1931 (346 mm), siendo extremadamente húmedo (292 %) en la zona de Treto con 301 l/m² respecto a la normal de 103 l/m².

Estos datos podrían servir para intentar predecir comportamientos de taludes, tal y como han hecho diferentes autores [1]. Aplicando nuestros datos cántabros a los criterios de Lumb (1975, para Hong Kong) y de Onodera (1974, para Japón) resultaría que el riesgo de corrimientos sería "grave" para Lumb y de "ocurrencia" para Onodera [2].

4. Marco geomecánico

4.1. Contexto Geológico

Desde el punto de vista geológico, Cantabria se sitúa en el reborde septentrional de la Placa Ibérica o Macizo Hespérico (antiguo Zócalo ibérico), lo que ha supuesto que el territorio que hoy la constituye haya conocido desde el inicio del Paleozoico etapas de gran actividad orogénica y otras de relativa tranquilidad, lo que le ha hecho permanecer alternativamente sumergido o emergido. El primer caso ha permitido la acumulación de sedimentos de origen marino (calizas principalmente), mientras que el segundo ha coincidido con etapas de dismantelamiento erosivo de la superficie que han determinado los principales rasgos del relieve de cada momento y permitido la acumulación de sedimentos de origen continental (esencialmente terrígenos) en las áreas litorales.

El conjunto cronoestratigráfico mejor representado en la región es el Mesozoico, el 77,4 % de su superficie. De ellos, el 55 % correspondiente al periodo Cretácico. Del porcentaje restante de la superficie de la región, 13,6 % corresponde a la era Paleozoica y el 9 % a la era Cenozoica [3].

En el territorio de Cantabria las formaciones litológicas más representativas corresponden a las facies Weald y a los materiales calizos. A modo de resumen, cabe señalar que la caliza es un material característico del sustrato de Cantabria, lo que convierte a la región en uno de los principales conjuntos kársticos a nivel nacional. Son frecuentes en esta zona donde discurre la autovía, las formas kársticas derivadas de la disolución de la caliza, lo que ha dado lugar habitualmente a la aparición de depresiones del terreno (torcas, dolinas, etc.) y otras morfologías típicas de la karstificación. En las partes bajas, las pizarras, margas y arcillas contribuyen a conformar su relieve. En la actualidad, los componentes geológicos que ofrecen un especial interés en la zona son el Diaporo Salino, el Glaciario, el Karst, el Polje y el sistema Dunar.

4.2. Contexto Geomorfológico e Hidrogeológico

El terraplén objeto de estudio se encuentra en el PK 167 de la autovía A-8 en el término municipal de Liendo (Cantabria). Se sitúa en una ladera natural con una inclinación aproximada de 17°, con una altura máxima de unos 20 m en el lado del mar y de unos 3-4 m en el lado de la montaña. El material con el que se ejecutó el terraplén procede del desmonte cercano excavado en lutitas (Cretácico Inferior) [4] por lo que la naturaleza del suelo es arcillosa, según se confirma con los sondeos realizados.

Las peculiaridades hidrológicas del Valle de Liendo son una consecuencia del modelo kárstico ejercido en el terreno. La depresión o *polje* de Liendo hace que todos los cursos de agua del término municipal desciendan hasta el valle y continúen el desnivel, generalmente en dirección norte, hasta llegar al desagüe localizado en un sumidero en el barrio Isequilla, y atravesar el gran macizo de Candina (Fig. 1).

En su desarrollo, el terraplén intercepta una vaguada que en la actualidad presenta un drenaje deficiente. En el lado de la montaña, donde el terraplén presenta su menor altura, existe una cuneta rectangular hormigonada que desaparece vertiendo el agua directamente en el terreno.

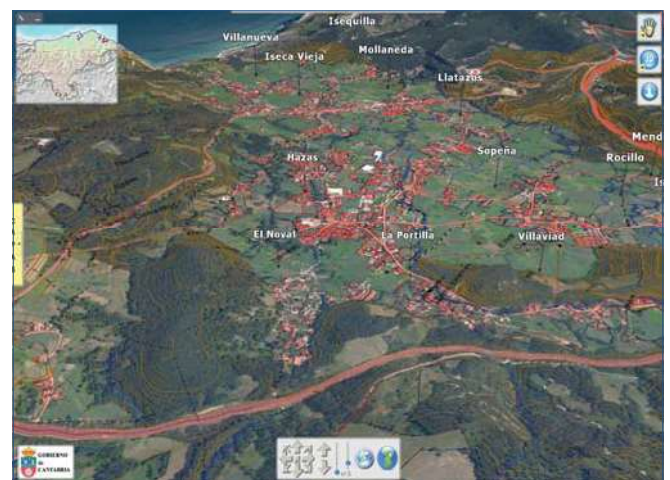


Figura 1. Mapa de localización general. Fuente: Visor del Gobierno de Cantabria- IGN

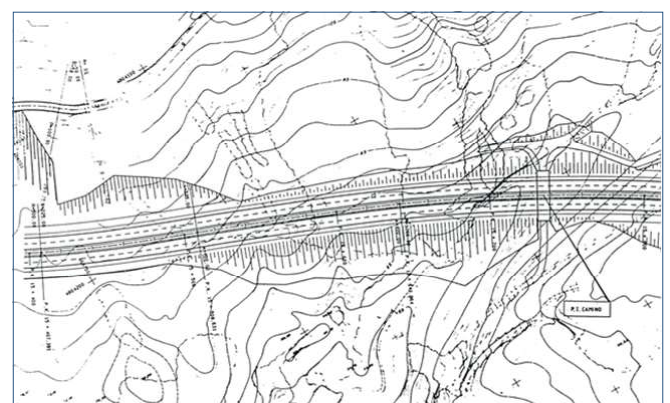


Figura 2. Planta de terraplén tomada del Proyecto de Construcción (1995)



Esta discurre por el pie del terraplén encharcando el camino existente e infiltrándose buena parte en el terreno. Los trabajos forestales realizados recientemente ladera arriba de la calzada pueden haber modificado la escorrentía en esa zona.

En la Fig. 2 se incluye la planta del terraplén afectado, tomada del Proyecto de Construcción de la Autovía (1995). El entorno donde se ha producido la inestabilidad no es, como se puede ver en la planta, la zona de mayor altura del terraplén, sino el arranque del mismo en sus 60-80 m iniciales.

No se incluye en la planta de Proyecto un vertedero de la época de construcción de la autovía que se encuentra adosado al terraplén, en la margen derecha de la vaguada (Fig. 3).

5. Reconocimiento disponible para el diseño de las medidas de estabilización

5.1. Topografía

La cartografía disponible de la zona de estudio se componía, además de la planta del Proyecto de Construcción anteriormente indicada, de una planta topográfica más actual en una banda de unos 75 m a ambos lados de la calzada y de una planta topográfica con mayor grado de detalle pero de extensión muy limitada.

5.2. Reconocimiento Geotécnico e Instrumentación Inclínométrica

La campaña de reconocimiento geotécnico ha consistido de la realización de 9 sondeos y 16 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, siendo todos realizados por la empresa ICINSA.

Es importante indicar expresamente que los trabajos de la campaña de reconocimiento se han tenido que acomodar a los propios trabajos de estabilización que se han realizado en la calzada (descritos en un apartado posterior): por lo que, en ocasiones, se ha tenido que disminuir el tiempo de ejecución de los sondeos o han quedado inservibles los inclinómetros instalados. Se documentaron todos los levantamientos de los sondeos y las cajas con los testigos.

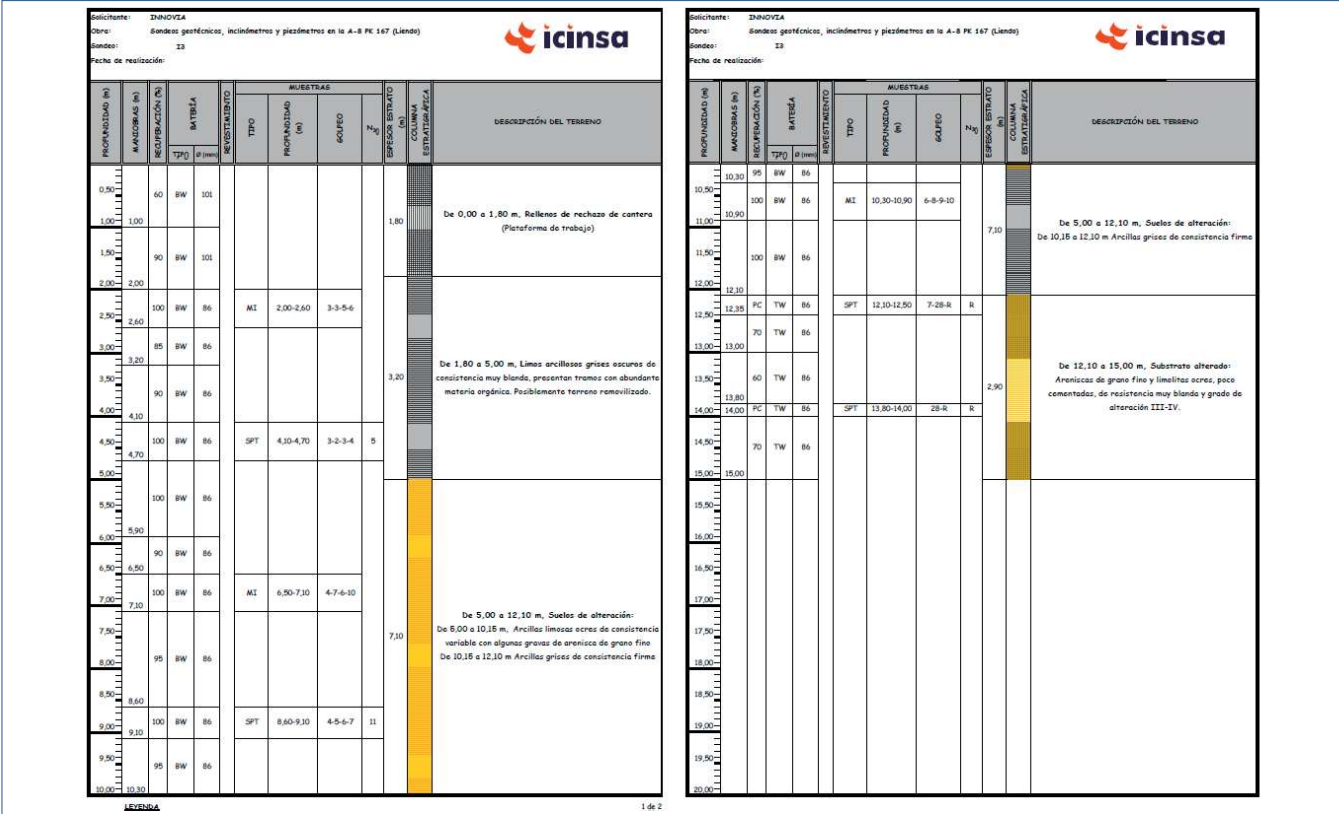


Figura 4. Sondeo I3



Figura 5. Planta de situación del reconocimiento geotécnico.

Los sondeos que inicialmente se ejecutaron fueron los **sondeos I1 e I2**, cuya misión fundamental era la instalación de inclinómetros que permitieran definir la profundidad de la inestabilidad. Su longitud ha sido de 30 m y se han situado en el arcén exterior de la calzada (Fig. 5). Por la urgencia en su ejecución se han realizado a destroza (sin recuperación de testigo), siendo los movimientos registrados en la dirección perpendicular a la calzada. En el caso del inclinómetro I1, el torpedo sólo bajaba a 12 m de profundidad a partir del 04-03-2013.

Los **sondeos I3 e I4** se situaron en el camino existente en el talud del terraplén. La profundidad alcanzada es de 15 m y se realizaron con recuperación continua de testigo y toma de muestras y ensayos SPT cada 2 m de forma alternativa.

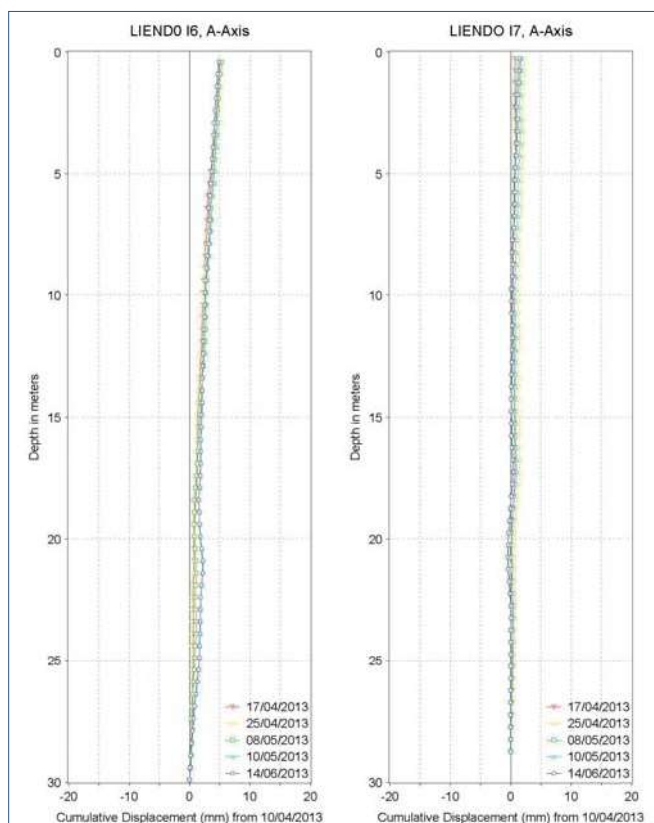


Figura 6. Movimientos registrados en los inclinómetros I6 e I7

De forma sintética, en ambos sondeos se puede ver cómo, bajo un nivel de rellenos de unos 4,5-5 m, existe una capa referida como “suelos de alteración” (arcillas limosas ocre) de un espesor aproximado de 5 m la parte más alterada y de 22 m la más compacta. Los golpes SPT en los 5 m superiores de dicha capa son 11 y 12. Bajo este nivel, se encuentra el sustrato rocoso (areniscas de grano fino y limolitas) con diferentes niveles de alteración, pero siempre con golpes SPT de rechazo (Fig. 4).

El **sondeo I5** se perforó en el carril interior de la calzada afectada, formando un perfil con los sondeos I1 e I3. La longitud fue de 20 m, ejecutándose sólo los 16 m superiores con recuperación continua de testigo y toma de muestras y ensayos SPT cada 2 m de forma alternativa. Los 4 m finales, por la urgencia de ejecución se realizaron a destroza.

En este sondeo se aprecia un nivel superior de materiales limoarcillosos con gravas, en un espesor de unos 12,8 m que conforman los rellenos del terraplén. Los golpes del SPT son R, 22, 34, R y 22. Bajo este material se encuentra un nivel de sustrato alterado de litología limolítica, con un único ensayo SPT que mostró rechazo.

Los **sondeos I6 e I7** se realizaron en el carril exterior de la calzada afectada una vez acabada la ejecución de los pilotes en las proximidades de los iniciales I1 e I2. Su longitud fue de 30 m, siendo perforado el I6 a destroza y el I7 con recuperación continua del testigo y toma de muestras y ensayos SPT cada 2 m de forma alternativa.

En el levantamiento de este sondeo I7 se describe la presencia de 12,5 m de materiales arcillosos-limosos con alguna presencia de gravas, que constituye el relleno del terraplén. Los golpes de los SPT son 12, 14 y 19. Bajo este nivel existe un estrato de 12,3 m de suelos de alteración, con un nivel superior de unos 7 m de material menos competente y alterado de golpes SPT 22, 21 y 33. Los 5 m inferiores del nivel de alteración presenta golpes SPT de 41 y R. Finalmente, se localiza en el sondeo el sustrato rocoso sano (alternancias de areniscas y limolitas) con un grado de alteración II. Los movimientos registrados en los inclinómetros I6 e I7 perpendiculares a la calzada se pueden ver en la figura 6. Denotan la estabilización de los movimientos posteriormente a la realización del tratamiento inicial del terraplén.

Adicionalmente, para poder disponer de medidas de niveles de agua en el terraplén y en el terreno natural, se perforaron 2 sondeos a los que se les dotó de tubería ranurada de PVC. El **sondeo Pz1** se situó en el carril exterior de la calzada y se perforó (20,75 m) con recuperación continua de testigo y toma de muestras y ensayos SPT cada 2 m de forma alternativa. En el levantamiento de este sondeo se describe la presencia de 12,2 m de materiales arcillosos-limosos con alguna presencia de gravas, que constituye el relleno del terraplén. Los golpes de los SP son 11, 7, 10, 15 y R. Bajo este nivel existe un estrato de 7 m de suelos de alteración con unos golpes SPT de 30 y 27. Finalmente, se localiza en el sondeo el sustrato rocoso sano (alternancias

de areniscas y limolitas) con un grado de alteración IV.

En el caso del **sondeo Pz2**, situado en el camino sobre el terraplén, la perforación fue a destroza.

Los niveles de agua detectados en los piezómetros son bastante estables y se encuentran a 8 m de profundidad en el Pz1 y a 1 m en el Pz2. Adicionalmente a estos sondeos, se ejecutaron un total de 16 penetrómetros tipo DPSH; 8 de ellos en la calzada (previa preperforación del aglomerado) y los restantes siguiendo el camino situado en el talud del terraplén, en el lado más próximo al mismo (Fig. 5).

Del registro de los golpes se indica en el caso de los ensayos realizados en el camino del terraplén, se observa cómo la profundidad del rechazo va aumentando a medida que el camino va descendiendo, ya que el espesor del relleno a atravesar es menor. Los niveles superiores de material, que corresponden al relleno, presentan golpes bajos.

5.3. Control topográfico de movimientos

Como medida complementaria para poder evaluar la efectividad del tratamiento, así como para poder determinar la cinemática de los movimientos registrados y la extensión de la zona afectada, se llevó a cabo una campaña de medidas topográficas de movimientos tanto de puntos del terraplén y entorno de la obra, como de la propia calzada. Estos trabajos se enviaron al Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.

De los movimientos registrados en cada punto durante el periodo de lecturas durante el mes de marzo de 2013 se puede observar cómo los movimientos siguen trayectorias sensiblemente perpendiculares al eje de la calzada, a excepción de los puntos próximos al relleno incontrolado existente en el pie del relleno en su zona de menor altura.

Los movimientos registrados en el periodo previo al inicio de las obras de reparación son elevados, superiores a 20 cm en algunos puntos. Durante los trabajos de reparación los movimientos disminuyeron en gran medida, hasta unos 3-4 cm como máximo. Tras la finalización de los trabajos de reparación, los movimientos tanto en la calzada como en el talud prácticamente han desaparecido.

Según la información disponible, en todos los casos se observa que se ha producido una disminución muy sensible de los movimientos, lo que hace pensar que las condiciones de estabilidad del talud han mejorado sensiblemente.

6. Trabajos de estabilización

6.1. Primera Fase

Como consecuencia del Informe emitido por el CEDEX en febrero de 2013, se realizó un tratamiento de estabilización del cuerpo del terraplén mediante la ejecución de unos pilotes de mortero de unos 62 cm de diámetro en una extensión de 20+80+20 m, centrada, lógicamente, en la zona con una patología más importante (Figs. 7,8 y 9).

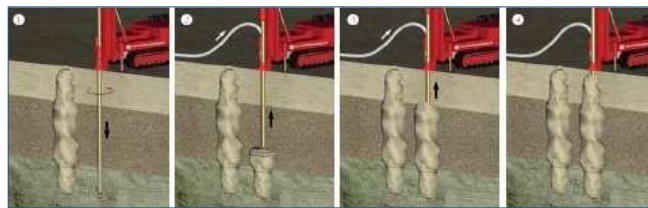


Figura 7. Esquema de la ejecución de los pilotes de mortero. Fuente: guía técnica Soletanchebachy 2012



Figura 8. Vista general del tratamiento mediante pilotes de mortero



Figura 9. Vista de detalle de las máquinas durante la ejecución de los pilotes

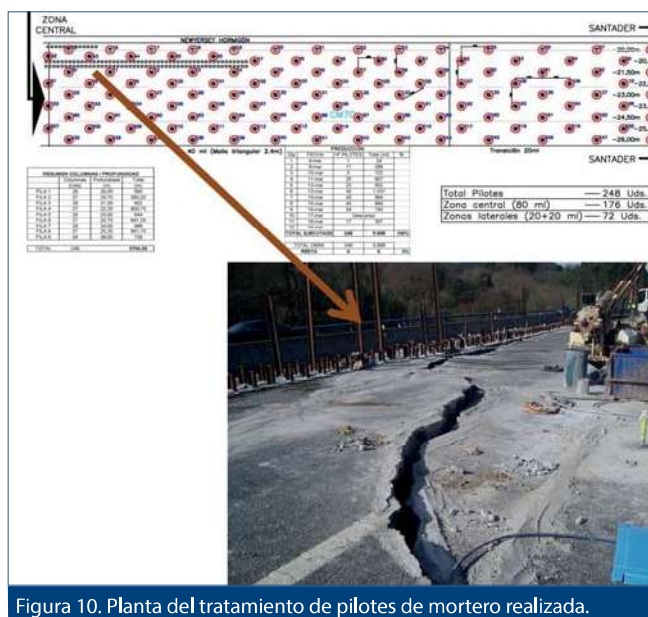


Figura 10. Planta del tratamiento de pilotes de mortero realizada.



Figura 11. Vista panorámica de la zona a estabilizar



Figura 12. Vista de la zanja drenante de dimensiones de 4,00 x 2,50 m situada al pie del terraplén lado montaña

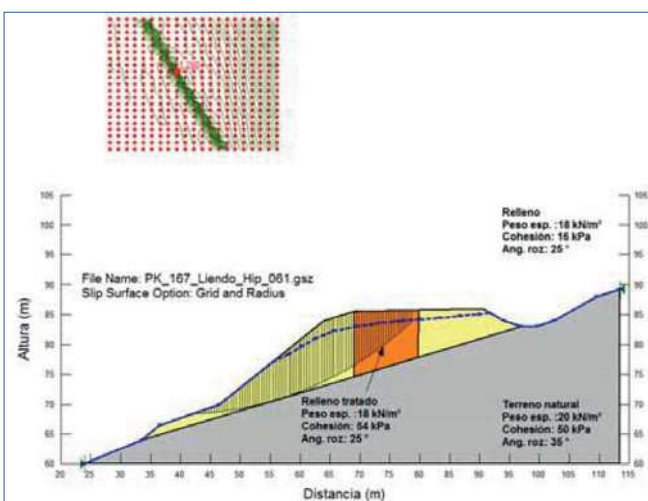


Figura 13. Estudio de estabilidad con el tratamiento de columnas de suelo-cemento. FS=1,250. Sección de la carretera en la Fig. 11

Este trabajo se realizó entre los días 6 y 18 de marzo de 2013.

En las franjas laterales de 20 m el tratamiento se dispuso en planta triangular de 2,4 m de lado y una altura de 2,7 m, lo que supone un pilote cada 6,25 m² aproximadamente. En la zona central de 80 m, el tratamiento realizado fue en malla triangular equilátera de 2,4 m, que supone un pilote cada 5 m².

La planta del tratamiento finalmente ejecutado se incluye en la Fig. 10 donde también se indica la profundidad alcanzada por lo pilotes que está comprendida entre 20 m en la zona central de la calzada y 26 m en la zona del carril exterior.

Se tomaron durante la ejecución de los pilotes diferentes probetas del mortero empleado y, como valor medio de diseño, la resistencia a compresión simple a 28 días ha sido de 2 MPa.

También, y con carácter previo a la ejecución de los pilotes de mortero, se estaba realizando la zanja dren situada en el pie del terraplén del lado montaña, prevista en una Nota emitida por la DGC el 13 de febrero para cortar los flujos de agua provenientes de la ladera (Fig. 11 y Fig. 12). Asimismo se han realizado drenes subhorizontales desde el camino del pie del terraplén de una longitud que permite alcanzar la mediana entre calzadas. Como es habitual en este tipo de tratamiento de drenaje, el comportamiento los drenes es muy dispar, habiendo drenes que (con fecha 14 de junio 2013) muestran un ligero chorro de agua (números 2, 4, 8 y 11), otros que sólo gotean (números 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 y 18) y otros que están secos (números 17 y 19).

– Análisis De La Estabilidad Del Terraplén.

Antes de ejecutar las columnas de mortero, al ser el material a tratar de naturaleza fundamentalmente arcillosa se ha estimado una resistencia a compresión simple del material tratado de 1,5 - 2,0 MPa, habiéndose realizado los cálculos con un valor medio de 1,5 MPa.

Considerando el tratamiento de estabilización y asimilando el comportamiento del conjunto suelo-columna

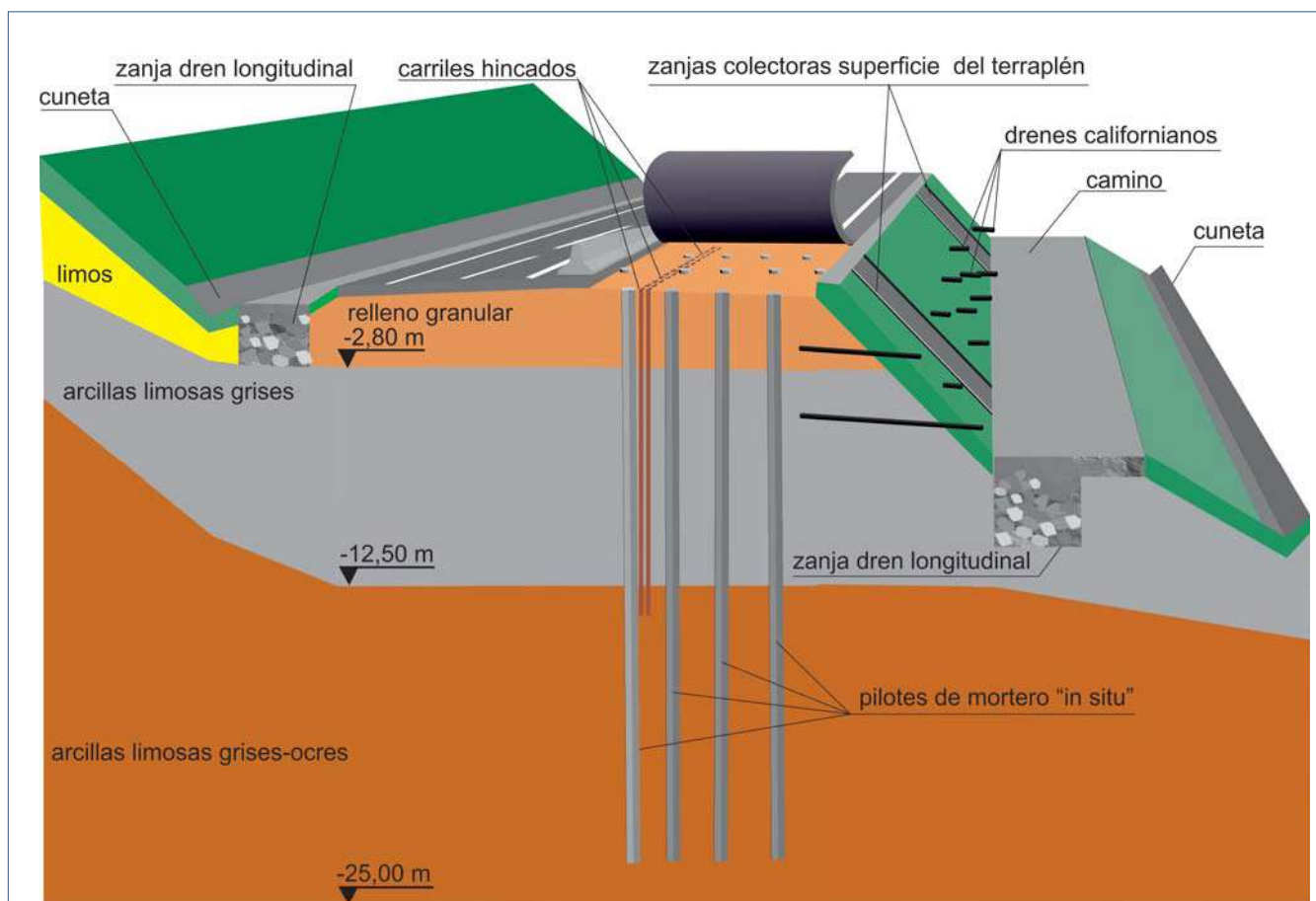


Figura 14. Estabilidad de terraplén en Liendo del PK 167 de la Autovía A-8 en Liendo (Cantabria)

a un suelo virtual tratado, a partir de la disposición y resistencia y diámetro de columnas, se ha estimado una cohesión efectiva de 0,5 MPa, manteniendo un ángulo de rozamiento de 25°. El factor de seguridad obtenido considerando esta hipótesis conservadora, es de 1,25 (Fig. 11 y Fig. 13), que representa un incremento de 0,25 frente a la situación inicial del terraplén.

6.2. Segunda Fase

Las obras ejecutadas en esta fase se realizan en el margen derecho de la calzada sentido Santander y el asfaltado se realiza en calzada izquierda. Las obras comienzan con la ejecución de una zanja drenante al pie del talud del terraplén para recoger todas las aguas de dicho terraplén y canalizarlas hasta una salida inferior aguas abajo como sistema de drenaje profundo, reforzado con una cuneta que recoge las aguas de manera superficial. Además se hacen labores de limpieza y desbroce de todo el talud del terraplén, junto con hidrosiembras y plantaciones arbustivas para contribuir a la sujeción adecuada del mismo (Figuras 14 y 15).

Se complementa con un sistema de drenaje en los lugares necesarios para mediante tubos PVC hormigonado, cruzar el camino existente y mediante arquetas y bajantes aliviar, conducir y desaguar el agua del talud de manera que este no se vea afectado. Se realizan controles topográficos y del piezómetro PZ2 como en los inclinómetros

I3, I4, I6 y I7. Además se ha reforzado los posibles movimientos del talud con la hincada de carriles UIC de 54 kg/m debidamente repartidos y soldados en cabeza para que trabajen de manera conjunta.

Ya en la calzada se han realizado trabajos de mejora de la mediana mediante la sustitución de la barrera metálica existente por barrera rígida de hormigón, en la zona de los ramales de transferencia anexos se colocan barreras rígidas prefabricadas de hormigón de 4 metros y en el resto de la mediana se ejecuta la barreras rígidas *in situ* mediante dos actuaciones: demolición de un tramo existente y ejecución de la nueva y un segundo tramo con retirada de la barrera metálica y arbustos y tierra vegetal de mediana y ejecución de barreras rígidas *in situ*, con la colocación de todos los captafaros necesarios nuevos y señalización adecuada.

6.3. Fases de la obra

Día 8 de febrero de 2013: Detección de las primeras grietas y se realiza una vigilancia específica en el tramo.

Día 11 de febrero de 2013: Se ha producido un hundimiento de la plataforma y el agrietamiento es más acentuado, por lo que se procede a cortar el tráfico por la calzada afectada. Se habilita un carril de la calzada izquierda para dar sentido a la circulación hacia Santander, utilizando los pasos de mediana contiguos a la zona afectada. Se empiezan los trabajos de despeje de vegetación de la zona de trabajo.

Día 14 de febrero de 2013: Se recibe la visita de técnicos de la Dirección General de Carreteras, en Madrid, para inspeccionar la zona afectada. A su vez comienzan los trabajos de accesos al pie de terraplén así como la margen izquierda de la Autovía, desde la propia calzada afectada. Comienzan los trabajos de hinca de carriles para la sujeción de la calzada derecha no afectada, acabando estos trabajos en fecha 19 de febrero.

Día 16 de febrero de 2013: Se acondiciona el acceso de la margen derecha de la Autovía, a pie de terraplén para acceder la máquina de ejecución de los drenes californianos, acabado este mismo día.

Día 19 de febrero de 2013: Empiezan la ejecución de los drenes californianos a pie de terraplén aguas abajo, terminado esta actividad el día 1 de marzo. Comienza la ejecución de la zanja drenante a pie de talud y terraplén aguas arriba, dando por terminada esta parte de la obra el día 4 de marzo.



Figura 15. Esquema fotográfico de la Estabilidad de terraplén en Liendo del PK 167 de la Autovía A-8 en Liendo (Cantabria)

Día 20 de febrero de 2013: Empiezan a realizarse el control topográfico de la zona afectada e influencia. Se recibe la visita personal del CEDEX. También comienzan los trabajos para la realización de los sondeos y demás estudios geotécnicos, que permanecen realizándose hasta la fecha de terminación de la obra.

Día 03 de marzo de 2013: Este domingo, entre las 16 horas a las 22 h. se desvía el tráfico sentido Santander por la carretera nacional N-634, por la localidad de Liendo, y se restaura el doble sentido de circulación en sentido Bilbao, como consecuencia del elevado tráfico existente durante la jornada del Viernes y Sábado según el control de aforos en el Túnel de Hoz de la A-8, contiguo a la zona afectada.

Día 07 de marzo de 2013: Empiezan a realizarse los pilotes con mortero, en la zona afectada así como a colocarse una pantalla en la mediana para evitar posibles vertidos a la calzada habilitada para el tráfico. A su vez se procede a acondicionar el vertedero de Allendelagua, en la N-634, p.k. 150+200. Se termina la realización del pilotaje el 18 de marzo.

Día 10 de marzo de 2013: Este domingo, entre las 16 horas a las 22 h. se desvía el tráfico sentido Santander por la carretera nacional N-634, por la localidad de Liendo, y se restaura el doble sentido de circulación en sentido Bilbao, como consecuencia de elevado tráfico existente durante la jornada del Viernes y Sábado según el control de aforos en el Túnel de Hoz de la A-8, contiguo a la zona afectada.

Día 14 de marzo de 2013: Empiezan los trabajos de revestimiento de cuneta ejecutada aguas arriba de recogida de la escorrentía del desmonte, terminando estos trabajos el día 22 de marzo.

Día 19 de marzo de 2013: Empiezan los trabajos de acondicionamiento provisional de la calzada de la zona afectada, para poder dar servicio en el operativo de la Semana Santa. También se procede a ejecutar la reparación de la tajea de la mediana, terminándose su reparación el 25 de marzo.

Día 22 de marzo de 2013: Se da servicio provisional a la calzada sentido Santander, limitándose la velocidad a 80 km/h, con la señalización de obra correspondiente y la colocación de módulos de hormigón como elementos de contención ante el desnivel existente.

Día 25 de marzo de 2013: Continúan los trabajos del control topográfico, así como se reanudan los sondeos tras indicaciones del CEDEX. Las demás actuaciones en la primera fase ya se dan por concluidos.

Día 15 de enero de 2014: comienzo de la segunda fase, esta vez en el margen derecho de la autovía: se inician los trabajos de zanja drenante en el pie de talud, con excavación y aporte de material y geotextil necesario.

Día 12 de febrero de 2014: Comienzan las labores de limpieza de talud y de drenaje con bajantes del talud y alivios correspondientes.

Día 20 de marzo de 2014: Terminan los trabajos de drenaje y de limpieza y se miden inclinómetros y piezómetros y se coloca el cierre de la autovía.

Día 16 de abril de 2014: Se inician los trabajos de contención del talud con hincado de carriles y cosido de las cabezas de los mismo para su mejor unión.

Día 21 de mayo de 2014: Empiezan los trabajos de demolición de new jersey y de ejecución de la nueva in situ. Se mejora en sistema de drenaje de la mediana. Se retira bionda y se coloca la new jersey in situ.

Día 23 de junio de 2014: Se realizan labores de remates finales y de ejecución de prolongación de transfer y colocación de new jersey prefabricadas en los mismos.

7. Agradecimientos

Mediante estas líneas deseo expresar aquí públicamente mi reconocimiento a todas las personas y entidades que han hecho posible la realización de este trabajo, y en particular a las empresas INNOVIA COPTALIA y GRUPO RODIO KRONSA.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento al Área de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras, a D. Álvaro Parrilla y D. Ángel Juanco, con la visita e inspección de la zona afectada, su excelente dirección y apoyo, así como los sabios consejos proporcionados.

Objeto de mi gratitud ha de ser también el personal del CEDEX, concretamente

D. José Luis García de la Oliva, D. Javier Moreno y D. Javier González-Gallego por su amabilidad a la hora de proporcionarme toda la información que he necesitado.

8. Referencias

- [1] OTEO, C. Doce lecciones sobre geotecnia de infraestructuras lineales del transporte. Asociación Técnica de la Carretera, 2009, pp. 77-111.
- [2] HOEK, E y BROWN, K. "Rock Slope Engineering" I.N.M. London, 2002.
- [3] GOBIERNO DE CANTABRIA. Decreto 57/2010, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria ante el Riesgo de Inundaciones, INUNCANT. Santander, 2010.
- [4] MAPA GEOLÓGICO 1:50.000, hoja nº 56 (Castro Urdiales), editado por el Instituto Geominero de España (MAGNA). ❖