



**Junta de
Castilla y León**

Delegación Territorial de Valladolid
Servicio Territorial de Fomento

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
DELEGACIÓN I. EN VALLADOLID -
U.M.

Salida

Nº. 20141870001883

22/10/2014 13:42:24

**AYUNTAMIENTO DE
CABEZÓN DE PISUERGA
47260 CABEZÓN DE PISUERGA
VALLADOLID**

ASUNTO: REMISIÓN DE INFORMES

Adjunto se envía para su conocimiento y efectos oportunos, informes sobre la zona del hundimiento a la entrada del puente medieval de Cabezón de Pisuerga:

- Informe de la Sección de Conservación y Explotación de Carreteras del Servicio Territorial de Fomento de Valladolid.
- Informe del Servicio de Tecnología y Control de Calidad de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

Valladolid, 22 de octubre de 2014

EL JEFE DEL SERVICIO
TERRITORIAL DE FOMENTO,



Fdo.: Félix Romanos Marín

REGISTRO GENERAL
AYUNTAMIENTO DE CABEZÓN DE
PISUERGA

Entrada 001 Nº. 201400002597 28/10/14
14:39:57



INFORME: SOBRE LA GRIETA A LA ENTRADA DEL PUENTE MEDIEVAL DE CABEZÓN SOBRE EL RIO PISUERGA

El presente informe se realiza a petición del Excelentísimo Ayuntamiento de Cabezón de Pisuerga, para dar respuesta de las deformaciones observadas en las aceras y calzada situadas en el margen izquierdo del río, en concreto en los 35,00 m. inmediatamente antes de la entrada al puente saliendo de Cabezón.

SITUACION:

La carretera autonómica VA-113, tiene su origen en la Ronda Este (VA-20), y une las localidades de Valladolid, Santovenia de Pisuerga y Cabezón de Pisuerga. Cruza el puente medieval de piedra sobre el río Pisuerga, llegando su fin en el km. 14+800, en la intersección con la autovía A-62. El puente de piedra tiene una longitud de 170 m y está situado entre los puntos kilométricos 12+670 al 12+840. La zona donde se ha detectado el problema origen de este informe es en el tramo de calzada y aceras de 35,00 metros de longitud, entre los pks. 12+635 al 12+670, situados en el margen izquierdo del río, que es donde la carretera es soportada por un muro de contención, construido en piedra con contrafuertes de gran porte rematados por sombreretes.

ANTECEDENTES:

Desde hace aproximadamente de 15 años, la Sección de Conservación y Explotación de Carreteras Autonómicas de la provincia de Valladolid, lleva observando que, en la zona descrita anteriormente, se produce un pequeño hundimiento. Este hundimiento provoca una grieta sensiblemente transversal en todo el ancho de la calzada en la entrada del puente, y otra grieta longitudinal que, más o menos coincide con el bordillo de la acera más alejada al muro de acompañamiento que va desviando su dirección hasta llegar al eje de la calzada según se aleja del puente, de una longitud de 35,00 m y tiene su origen en el extremo derecho de la grieta transversal. Estas grietas delimitan la zona hundida, que con el paso de los años va aumentando muy lentamente. Esta Administración de carreteras siempre ha creído que tal hundimiento no estaba relacionada con ningún problema de estabilidad del muro lateral de la margen izquierda del río, ni tampoco del puente y para reparar este hundimiento, se ha limitado a reponer el pavimento ASFALTÁNDOLO, rellenando con el pavimento aportado, el hundimiento que se producía.

El desnivel es en estos momentos de 5 cm. aproximadamente en el lado de la grieta exterior al puente, y va disminuyendo a medida que nos alejamos del puente, (para entendernos, en dirección a Cabezón), hasta llegar a un punto en el que no existe hundimiento.

La aparición de estas grietas ya fueron observadas por el personal del Ayuntamiento de Cabezón en el año 2010, comunicando éste por escrito tal circunstancia a la Sección de Conservación y Explotación de Carreteras del Servicio Territorial de Fomento de Valladolid.

Posteriormente, cuando la zona del hundimiento ha ido aumentando y siendo claramente visible, representantes del Ayuntamiento de Cabezón informaron del problema personalmente ante estas oficinas y también mediante un escrito de fecha 15 de mayo de 2013 a través de Protección Civil de Cabezón. En ambos casos alertaron de un posible movimiento del muro de acompañamiento y de la ladera del margen izquierdo del río, instándonos a que se por parte de este Servicio, se tomaran las medidas oportunas.

ACTUACIONES REALIZADAS:

Ante la solicitud del Ayuntamiento para abordar el problema, se optó por comprobar si, efectivamente el muro de acompañamiento se desplazaba hacia el río, o bien la ladera tenía algún movimiento o deslizamiento.

Estas comprobaciones se hicieron de dos formas:

1º Instalación de referencias topográficas: Estas fueron colocadas el 19 de noviembre de 2013, aunque la intención de este Servicio fué colocarlas en junio de ese mismo año, no pudo hacerse porque en ese momento las aceras se estaban reparando.

Estas referencias se instalaron como a continuación se concreta:

-Longitudinalmente a la calzada, se hincaron clavos de acero sobre tres alineaciones: La primera, coincide sensiblemente con el eje de la calzada, tiene una longitud de 50,00 m. y los clavos están cada 5,00 m. La segunda, es paralela a la primera es coincidente con bordillo de la acera exterior, tiene una longitud de 25,00 m y los clavos se colocan cada 5,00 m. Esta línea coincide sensiblemente con la grieta longitudinal. La tercera, instalada más tarde, en abril de 2014, va por encima del pretil del muro de acompañamiento en una longitud de 50,00 m. y los clavos están colocados en las juntas de las piedras que forman el pretil del muro. Por supuesto cada una de estas tres alineaciones por separado, están en línea recta con dos clavos o referencias exteriores a la zona donde se estudian los posibles movimientos.

- Transversalmente a la calzada, dos líneas paralelas de clavos a una y otra parte de la grieta transversal que se encuentra justamente a la entrada del puente. Con estas referencias se trata de observar si la grieta aumentaba su anchura.

De forma periódica, en intervalos regulares de 3 meses desde la fecha en que fueron instaladas, se ha ido comprobando con aparatos topográficos las alineaciones de los clavos y sus cotas, dando como resultado que estas referencias siguen inalteradas en cuanto a su alineación, pero no en cuanto a su cota, ya que en cada medición han descendido los clavos entre 1 y 3 mm.

2º Estudio geotécnico de la zona:

El Servicio de Tecnología y Control de Calidad de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, a petición de éste Servicio realizó un estudio geotécnico de la zona a partir de unas prospecciones geotécnicas. Con fecha 20 de noviembre de 2013 se iniciaron los trabajos de campo y se finalizaron el día 27 del mismo mes. La campaña de prospecciones geotécnicas que se ha llevado consistió en:

- Un (1) **SONDEO A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIGOS,**
- Instalación de **UNA (1) TUBERÍA INCLINOMÉTRICA** en dicho sondeo

- Realización de **SEIS (6) MEDIDAS INCLINOMÉTRICAS**, contando con la inicial que sirve de referencia.

Con fecha de 14 octubre de 2014 evacuó informe al respecto, el cual se adjunta a éste, concluyendo que la ladera no experimenta ningún movimiento hacia el río.

CONCLUSIONES:

Vistos los informes del equipo de topografía de este Servicio así como el informe del Servicio de Tecnología y Control de Calidad de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, se concluye que tanto el muro de acompañamiento como la ladera no experimentan ningún movimiento transversal en dirección al río.

Por otra parte, sí se ha comprobado la existencia de un movimiento vertical descendente en una superficie aproximada de 300 m², que corresponde con la zona descrita con anterioridad o zona del hundimiento y que se ha cuantificado en 1,00 cm. por año aproximadamente.

La posible causa del hundimiento podría ser la siguiente: El nivel del río Pisuerga varía a lo largo del año, siendo este alto en épocas de lluvias durante el otoño y primavera, y en la época de verano el nivel baja significativamente. Durante el periodo de tiempo que el nivel del río es alto, se producen filtraciones de agua del río hacia la ladera a través del muro y en la zona donde el muro tiene una permeabilidad mayor. Cuando el nivel del río desciende, el agua que se había filtrado en la ladera, vuelve de nuevo al río, y en este trasvase de agua se produce un arrastre de las partículas más finas de la tierra que conforma la ladera, (que como ha concretado el informe geotécnico están presentes en un porcentaje en torno al 90 %), conduciéndolas al río. Este proceso repetido dos veces al año, provoca una pérdida material sólido en forma de partículas, las más finas que forman la ladera que está debajo de la calzada, lo que se traduce en un pequeño hundimiento en la superficie a lo largo del tiempo.

Valladolid, 15 de octubre de 2.014

EL JEFE DE LA SECCION DE CONSERVACION
Y EXPLOTACION DE CARRETERAS



Fdo.: Carlos Martínez García



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Fomento y Medio Ambiente
Secretaría General

MEMORIA

**TÍTULO: INFORME GEOTÉCNICO EN EL TRASDÓS DE UN MURO DE
CONTENCIÓN EN LA CARRETERA VA-113 EN CABEZÓN DE
PISUERGA. MEDICIONES DEL INCLINÓMETRO.**

EXPEDIENTE: IN-0248-ST

**PETICIONARIO: SERVICIO TERRITORIAL DE FOMENTO DE VALLADOLID.
SECCIÓN DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN**

ÍNDICE:

- 1.- INTRODUCCIÓN**
- 2.- TRABAJOS REALIZADOS**
- 3.- CONCLUSIONES**



1.- ANTECEDENTES

En agosto de 2013, la Sección de Conservación y Explotación del Servicio Territorial de Fomento de Valladolid, nos solicitó un seguimiento geotécnico de los posibles movimientos existentes en el trasdós de un muro de Cabezón de Pisuerga, Valladolid.

El muro en cuestión se encuentra en la margen izquierdo de la carretera VA-113, a su paso por Cabezón de Pisuerga, junto al puente que atraviesa el río Pisuerga. Este muro de piedra sirve de contención a la carretera.

En la calzada han aparecido una serie de irregularidades que pueden tener su origen en movimientos geológicos-geotécnicos, y desde el Servicio Territorial de Fomento nos han solicitado un seguimiento de los mismos.

En noviembre de 2012, desde este Servicio se emitió un Informe sobre la estabilidad del talud excavado al otro lado del muro.

En este Informe se recogía que en la zona se encontraban una serie de taludes de naturaleza inestable, lo que hace aun más pertinente un seguimiento del trasdós del muro.

El presente estudio está realizado a partir de las prospecciones geotécnicas ejecutadas, de las mediciones efectuadas y de los ensayos de laboratorio realizados al material obtenido en el sondeo, y contiene la siguiente documentación:

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN
2. TRABAJOS REALIZADOS
3. CONCLUSIONES

ANEJO I: INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DEL CENTRO
REGIONAL DE CONTROL DE CALIDAD

ANEJO II: FOTOGRAFÍAS



2.- TRABAJOS REALIZADOS

La campaña de prospecciones geotécnicas que se ha llevado a cabo con el fin de obtener los datos necesarios para la elaboración del presente estudio geotécnico, ha consistido en **UN (1) SONDEO A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIGOS**, la instalación de **UNA (1) TUBERÍA INCLINOMÉTRICA** en dicho sondeo y la realización de **SEIS (6) MEDIDAS INCLINOMÉTRICAS**, contando con la inicial que sirve de referencia.

La localización de todas las prospecciones geotécnicas se pueden consultar en el Anejo I.

Con fecha 20 de noviembre de 2013 se iniciaron los trabajos de campo y se finalizaron el día 27 del mismo mes.

2.1.- SONDEO A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIGOS

Se ha realizado **UN (1) SONDEO A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIGOS**, cuya localización puede consultarse en el plano incluido en el Anejo I.

El equipo de sondeo utilizado es de marca TECOINSA, dotado de elementos para la rotación con recuperación continua de testigo, toma de muestras inalteradas y ensayos de penetración SPT según UNE 103800:92. El sondeo a rotación R-1 con extracción de testigos, tiene las siguientes características:

| Sondeo | Profundidad (m), respecto a la boca del sondeo | Cota del nivel freático (m) respecto a la boca del sondeo | Cota de la boca del sondeo (m) respecto Po |
|--------|--|---|---|
| R-1 | 25,20 | 21,00 | +0,00 |

Se han incluido en el Anejo I, Informe de resultados del Centro Regional de Control de Calidad, los cortes litológicos de los sondeos.



SONDEO R-1

Las muestras y los ensayos realizados son los siguientes:

| Nº MUESTRA | Cota (m) respecto a la boca del sondeo | TIPO DE MUESTRA | ENSAYOS |
|-------------------|---|------------------------|---|
| 33793 | de 2.00 a 2.50 m. | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33794 | de 3.80 a 5.00 m. | Muestra de la caja | GRANULOMETR LIMITES |
| 33795 | de 5.30 a 5.50 m. | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33796 | de 8.00 a 8.22 m. | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33797 | de 10.20 a 10.55 m. | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33798 | de 12.69 a 13.00 m | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |



| | | | |
|-------|---------------------|------------------------|---|
| 33799 | de 13.09 a 13.45 m. | S.P.T | HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA TRIAXIAL |
| 33800 | de 15.00 a 15.37 m. | Inalterada a percusión | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE |
| 33801 | de 17.11 a 17.35 m. | Testigo de avance | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33802 | de 17.92 a 18.28 m. | Testigo de avance | HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE |
| 33803 | de 19,60 a 19,89 m. | Testigo de avance | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE |
| 33804 | de 21.10 a 23.00 m. | Muestra de la caja | GRANULOMETR LIMITES CARBONATOS SULFATOS M. ORGÁNICA |
| 33805 | de 23.26 a 23.60 m. | Testigo de avance | GRANULOMETR LIMITES HUMEDAD NAT. DENSIDAD SECA COMP. SIMPLE |

2.2.- INSTALACIÓN TUBERÍA INCLINOMÉTRICA Y MEDICIONES

Las medidas inclinométricas se realizaron en las siguientes fechas:

| LECTURA | FECHA |
|---------|------------|
| 000 | 18/03/2014 |
| 001 | 29/04/2014 |
| 002 | 14/05/2014 |
| 003 | 29/05/2014 |
| 004 | 23/07/2014 |
| 005 | 25/09/2014 |



Las medidas se realizaron con los siguientes medios:

- Unidad de lectura marca GEOKON, modelo GK-603
- Torpedo de lectura marca GEOKON, modelo 6000. El cual consta de dos acelerómetros orientados en direcciones perpendiculares y nos proporciona desplazamientos con una precisión de centésima de milímetro.

3.- CONCLUSIONES

3.1.- MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio pertenece al dominio Central de la Cuenca Terciaria del Duero formada como consecuencia de la orogenia alpina desarrollada durante el tránsito mesozoico-terciario.

Al final de la orogenia y como consecuencia de la inestabilidad tectónica que provoca una fosa escalonada, comienzan a producirse diferentes dominios de sedimentación con sucesiones estratigráficas paleógenas de elevada energía y marcadas características locales en los bordes de la cuenca.

Durante el tránsito Mioceno-Plioceno se produce el paso a la configuración de una gran cuenca central unitaria marcada por una evolución sedimentaria caracterizada por una progresiva disminución de la energía de los aportes detríticos en favor de un desarrollo progresivo de la sedimentación evaporítica.

La consecuencia es un tránsito tanto espacial desde los bordes al centro, como en sentido temporal, desde los términos inferiores a los superiores en los que se va pasando sucesivamente, aunque con episodios que indican impulsos sedimentarios en forma de secuencias, de los términos detríticos característicos de la sedimentación aluvial (gruesos-arenas-limos-arcillas) a los evaporíticos (sulfatos-carbonatos).

La sedimentación aluvial que aquí se produce corresponde a las facies distales constituidas por sedimentos finos (arcillas, limos) en capas extensas con intercalación de niveles canalizados algo más gruesos (arenas, gravillas). A este grupo pertenecen las típicas



facies arenarcillosas del Mioceno, conocidas como **Facies Tierra de Campos**, que se reconocen fácilmente por sus tonos ocres a media ladera.

En la zona más central esta sedimentación, por ausencia de aportes detríticos, se convierte en un medio lacustre en el que se favorece la precipitación química en forma de yesos, margas y calizas. A ese tipo de sedimentación corresponden las denominadas **Facies Dueñas, Facies Cuestas y Facies Calizas del Páramo**.

Al final del Terciario, se inicia la configuración actual de la Cuenca del Duero al implantarse la red fluvial, dando lugar al vaciado progresivo de los materiales terciarios por erosión, pero también produciendo depósitos asociados a los cauces de los ríos, a sus llanuras de inundación y a otras zonas de influencia. A estos depósitos cuaternarios habría que añadir los coluviones generados por erosión de las laderas con acumulación de derrubios en las partes bajas de las propias laderas y de los fondos de valles.

De todo este sistema fluvial, el más importante es el río Duero que discurre por el centro de la Cuenca y actúa de colector de los ríos que proceden de los macizos montañosos que rodean la depresión, así como de la red fluvial secundaria del entorno por el que discurre y que se alimenta de los materiales de las proximidades.

En la zona central de la Cuenca del Duero son frecuentes los grandes deslizamientos rotacionales, situados allí donde los grandes ríos (principalmente Duero y Pisuerga) erosionan las laderas que culminan en los páramos generando fuertes pendientes; además en estos movimientos están presentes, al nivel de erosión de los ríos, capas arcillosas de baja resistencia de la denominada "Facies Dueñas", condicionando su distribución espacial.

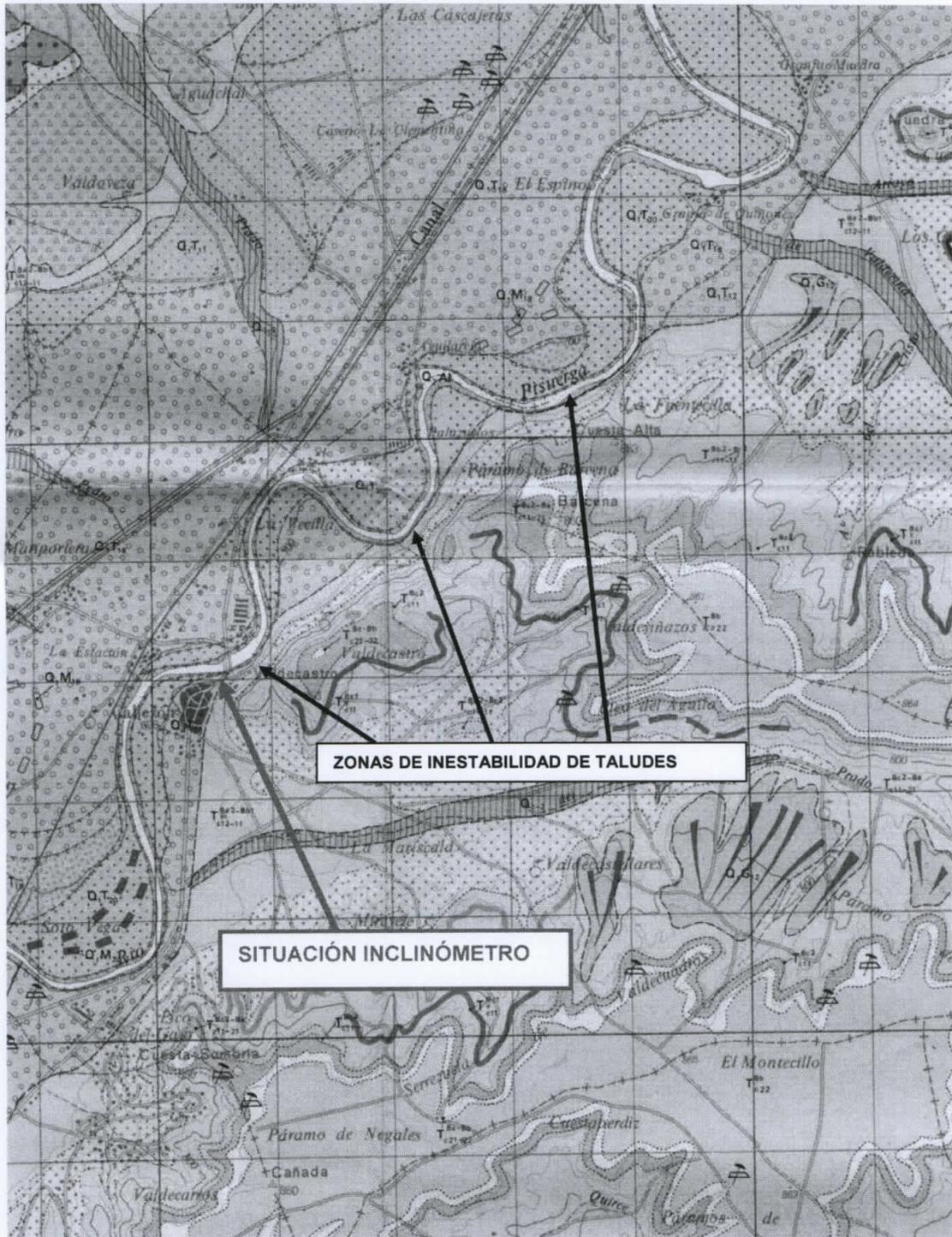
En el entorno de Cabezón de Pisuerga son bien conocidos los deslizamientos asociados a la erosión de las laderas en las zonas socavadas del recorrido meandriforme del río Pisuerga. Se adjunta Leyenda y Plano geológico del IGME en el que se indican las zonas de deslizamientos y la zona del sondeo ejecutado.



LEYENDA

| CUATERNARIO | | PLEISTOCENO | | HOLOCENO | | | |
|-------------|---------|------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Terciario | Mioceno | Plioceno | | SUPERIOR | | Q ₂ Al | Aluviones del Pisuerga |
| | | VILLANYENSE | | MEDIO | | Q ₂ C | Coluviones, limos, arcillas y gravas de caliza |
| | | RUSCHIENSE | | INFERIOR | | Q ₂ J ₁ | Fondos de valle, limos arcillosos y gravas de caliza |
| SUPERIOR | | TUROLIENSE | | Q ₁ M ₂₀ | Q ₁ M ₂₀ | Meandros abandonados | |
| VALLES | | SUPERIOR | | Q ₁ T ₁₈ | Q ₁ T ₁₈ | Gravas cuarcíticas, arenas y limos | |
| INFERIOR | | ASTAR | | Q ₁ T ₁₂ | Q ₁ G ₁₂ | Gravas y bloques de calizas con matriz arcillo limosa cementadas | |
| SUPERIOR | | SUPERIOR | | Q ₁ T ₁₁ | Q ₁ C ₁₁ | Terraza de gravas cuarcíticas y gravas calizas con matriz limo arenosa (Arroyo del Madrazo) | |
| MEDIO | | INFERIOR | | Q ₁ T ₁₀ | Q ₁ C ₁₀ | Coluviones antiguos de gravas, calizas sueltas con matriz limo arcillosa | |
| INFERIOR | | ORLEANIENSE SUP. | | Q ₁ T ₉ | Q ₁ T ₉ | Terrazas de gravas cuarcíticas encostradas en algunos puntos (Rio Pisuegra). En los rios Esgueva y Arroyo del Madrazo (Q ₁ T ₉ y Q ₁ T ₁₁) tienen un porcentaje de gravas calizas superior al 80% | |
| | | | | Q ₁ T ₈ | Q ₁ T ₈ | Terrazas de gravas cuarcíticas frecuentemente encostradas, gravas en proporción menor del 10% (Rio Pisuegra) | |
| | | | | Q ₁ T ₇ | Q ₁ T ₇ | Calizas gris oscuro con gasterópodos, a techo limos arenosos rojizos y costras calcáreas | |
| | | | | Q ₁ T ₆ | Q ₁ T ₆ | Margas y limos arenosos, lateralmente canales de arena con niveles de gravillas | |
| | | | | Q ₁ T ₅ | Q ₁ T ₅ | Calizas con gasterópodos muy karstificadas | |
| | | | | Q ₁ T ₄ | Q ₁ T ₄ | Calizas, dolomas y margas con pseudomorfitas de cristales de yeso diagenético | |
| | | | | Q ₁ T ₃ | Q ₁ T ₃ | Yesos, niveles de contracción de yesos | |
| | | | | Q ₁ T ₂ | Q ₁ T ₂ | Niveles calizas con gasterópodos | |
| | | | | Q ₁ T ₁ | Q ₁ T ₁ | Arcillas calcáreo-limolíticas grises con yesos e intercalaciones de niveles calcáreos | |
| | | | | Q ₁ T ₀ | Q ₁ T ₀ | Fangos oscuros | |
| | | | | Q ₁ T ₋₁ | Q ₁ T ₋₁ | Fangos con proceso de marmorización | |
| | | | | Q ₁ T ₋₂ | Q ₁ T ₋₂ | Paleocanales de arena soldados, intercalaciones de fangos ocreos | |
| | | | | Q ₁ T ₋₃ | Q ₁ T ₋₃ | Fangos ocreos, paleocanales de arena y gravillas de costras calcáreas | |
| | | | | Q ₁ T ₋₄ | Q ₁ T ₋₄ | Margas y arcillas grises, calizas | |
| | | | | Q ₁ T ₋₅ | Q ₁ T ₋₅ | Fangos arcillosos y arenas rojizas y gris verdosas con algún nivel de gravas cuarcíticas | |

F. Dueñas





3.2.- DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DEL TERRENO

Donde se ha colocado el inclinómetro se han encontrado los siguientes materiales, descritos a partir de los ensayos de laboratorio que se han realizado a las muestras del sondeo:

Capa A, Rellenos de margas gris-verdosas con yesos y cantos.

Esta capa se encuentra desde la cota 0,00 a la -3,80 m. respecto de la boca del sondeo. Se trata de unas margas que se clasifican como CH según Casagrande. Presentan un 89% de finos de alta plasticidad (LL= 51,7 y IP=27,3), con un contenido del 65% de carbonatos y un 6,20 de sulfatos. Además, cuentan con una humedad natural del 18%.

Capa B, Gravas cuarcíticas con matriz areno-arcillosa.

Esta capa se encuentra desde la cota -3,80 m. a la -5,00 m. respecto de la boca del sondeo. Se trata de unas gravas que se clasifican como GC según Casagrande. Presentan un pase por el tamiz 20 del 80%, del 35% por el tamiz 2 y tienen un 13,9 % de finos de plasticidad media (LL= 30,7 y IP=13,5).

Capa C, Arcillas calcáreas.

Esta capa se encuentra desde la cota -5,00 m. a la -15,30 m. respecto de la boca del sondeo. Se trata de unas arcillas que se clasifican como CL según Casagrande. Aumentan el contenido de finos en profundidad, pasando del 84% al 97%, así como la plasticidad, que aumenta por lo general en profundidad entre los siguientes rangos (LL= 43-26 y IP=26-13). El contenido de carbonatos es muy variable, oscilando entre el 0,89% y el 31%. La densidad seca ha variado entre 1,70 y 1,79 gr/cm³. Estas arcillas han presentado una alta resistencia a la compresión simple, con valores de 700-800 kPa.

Capa D, Lutitas.

Esta capa se encuentra desde la cota -15,30 m. a la -21,10 m. y desde la cota -23,00 m. a la -25,00 m. respecto de la boca del sondeo. Se trata de una capa que se clasifica como CL según Casagrande. El contenido de finos es variable entre el 83% al 97%, así como la



plasticidad, que oscila entre $LL=49-31$ y $IP=29-17$. La densidad seca ha variado entre 1,78 y $2,03 \text{ gr/cm}^3$, y las resistencias a la compresión simple han superado el MPa.

Capa E, Arcillas areno-limosas.

Esta capa se encuentra desde la cota -21,10 m. a la -23,00 m. respecto de la boca del sondeo. Se trata de unas arcillas que se clasifican como CL según Casagrande. Pero con un contenido de finos del 55% que casi les clasifica como arenas. Estos finos tienen una plasticidad media de ($LL=24,2$ y $IP=7,8$). El contenido de carbonatos es del 2,75%.

3.3.- MOVIMIENTO DEL SONDEO

Las medidas inclinométricas se realizaron en las siguientes fechas:

| LECTURA | FECHA |
|----------------|--------------|
| 000 | 18/03/2014 |
| 001 | 29/04/2014 |
| 002 | 14/05/2014 |
| 003 | 29/05/2014 |
| 004 | 23/07/2014 |
| 005 | 25/09/2014 |

3.3.1.- MOVIMIENTO PERPENDICULAR AL MURO

El siguiente cuadro muestra las mediciones realizadas en la dirección perpendicular al muro (positivo sentido hacia el muro):

| LECTURA | MOVIMIENTO MÁXIMO PERPENDICULAR AL MURO (mm) |
|----------------|---|
| 000 | 0.00 |
| 001 | -0.21 |
| 002 | -0.77 |
| 003 | -1.04 |
| 004 | -1.81 |
| 005 | -1.98 |



En la dirección perpendicular al muro se ha medido en todos los casos un desplazamiento inferior a 2 mm. en sentido contrario al muro.

Por lo tanto, se puede afirmar que en la zona analizada no se está desplazando el terreno hacia el muro, y por tanto, no se está produciendo un aumento del empuje del terreno sobre el muro estudiado.

3.3.2.- MOVIMIENTO PARALELO AL MURO

El siguiente cuadro muestra las mediciones realizadas en la dirección paralela al muro (positivo sentido aguas arriba):

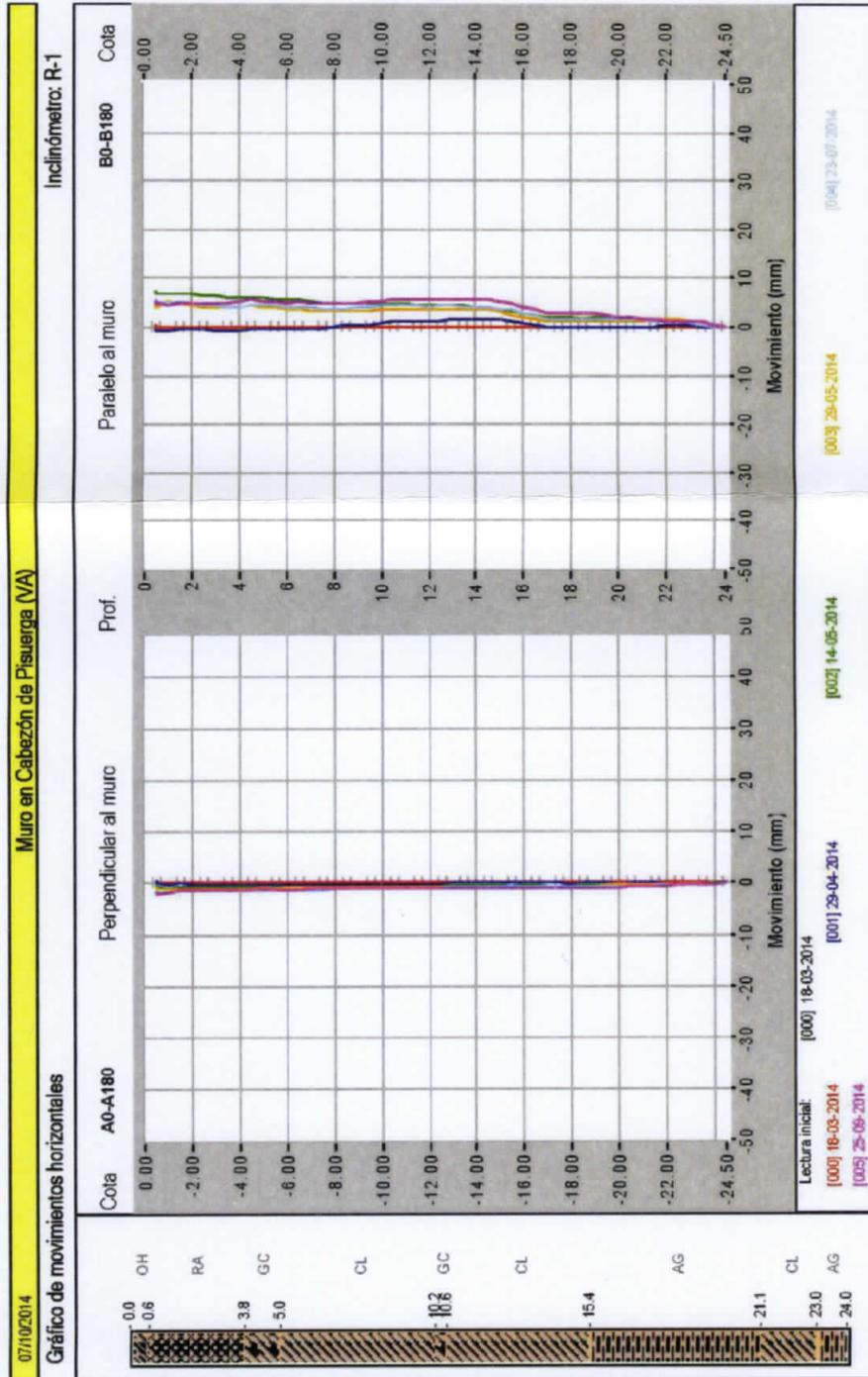
| LECTURA | MOVIMIENTO MÁXIMO PARALELO AL MURO (mm) |
|---------|---|
| 000 | 0.00 |
| 001 | 1.62 |
| 002 | 7.08 |
| 003 | 5.29 |
| 004 | 5.21 |
| 005 | 5.82 |

En la dirección paralela al muro se ha medido en todos los casos un desplazamiento inferior a 8 mm. en sentido aguas arriba. Hay que precisar, que en este sentido se han producido movimientos oscilantes a lo largo del tiempo.

Dichos desplazamientos podrían estar originados por pequeños cambios de humedad en el suelo y condicionados por la presencia del muro y de una mayor cota del terreno aguas abajo.



3.3.2.- PERFIL DE LOS MOVIMIENTOS





3.4.- RESUMEN

Los desplazamientos medidos por el inclinómetro en cualquier dirección no han superado el centímetro en el periodo de seis meses.

Estos resultados nos hacen pensar que el movimiento del terreno en la zona se encuentra bastante estabilizado, y que no se están produciendo sobrecargas en el muro como consecuencia del desplazamiento del terreno hacia el muro.

Por tanto, se deben de buscar otras causas en el origen de los defectos de la carretera VA-113. Llama la atención el contenido de sulfatos del terreno que se encuentra bajo el firme. Pero de las mediciones efectuadas no se desprende que el talud de la montaña haya aumentado su empuje sobre el muro de contención, de hecho, las mediciones muestran un pequeñísimo movimiento hacia el interior de la montaña.

De todos modos, se recomienda que se sigan realizando mediciones con el inclinómetro para poder confirmar estos resultados.

Valladolid, a 10 de octubre de 2014.

EL JEFE DE LA SECCIÓN DE GEOTECNIA,

Fdo.: Eustorgio Briso-Montiano Moretón

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO
DE PROSPECCIONES

Fdo: Ivan Lobato Raposo