

***CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO***

***EMBALSE DE YESA***

---

***NOTA TÉCNICA SOBRE LA VISITA A OBRA DEL DÍA  
TRES DE AGOSTO DE 2006***

Agosto 2006



**INGENIERÍA DEL SUELO, S.A.**

**NOTA TÉCNICA SOBRE LA VISITA A OBRA DEL DÍA  
TRES DE AGOSTO DE 2006**

**ÍNDICE**

	<b><u>Págs.</u></b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. APRECIACIONES DURANTE LA VISITA.....	3
3. POSIBLE MECANISMO Y CAUSA DEL MOVIMIENTO DE LADERA .....	5
4. ACTUACIONES RECOMENDADAS .....	8
5. CONCLUSIÓN.....	12

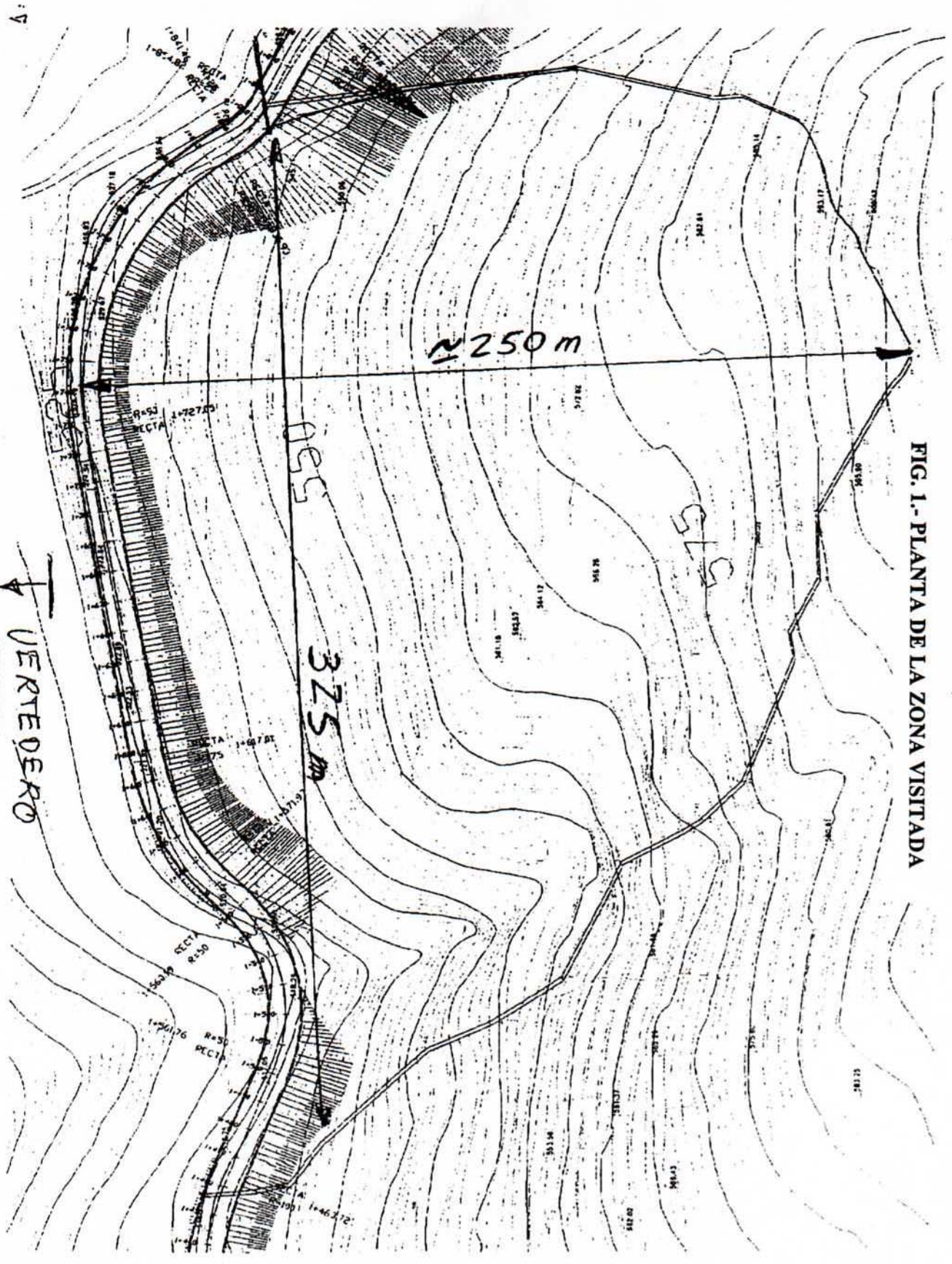
## 1. INTRODUCCIÓN

Atendiendo a la llamada de la Dirección de obra del recrecimiento de la presa de Yesa, formulada el día dos de agosto de 2006, se realizó una visita a la obra el día siguiente.

El motivo de la visita fue la inspección de la zona del camino de servicio de la margen izquierda entre el PK 1+400 y 1+800, aproximadamente, donde se acababan de observar síntomas de un amplio movimiento de ladera.

Previamente se habían recibido por FAX unas plantas de la zona de afección donde se había replanteado la grieta que presumiblemente delimita la zona que se ha movido. Ver Fig. 1.

FIG. 1.- PLANTA DE LA ZONA VISITADA



## **2. APRECIACIONES DURANTE LA VISITA**

La inspección de la ladera movida comenzó con una visión lejana, desde la ladera apuesta (carretera de la margen derecha). Pudo constatarse desde allí la amplitud de la obra de movimiento de tierras que se ha necesitado para ejecutar el camino de servicio que recorre la margen izquierda, así como la ubicación de los vertederos correspondientes colocados entre el camino y el borde del embalse.

Ya en el propio camino, después de cruzar al otro lado del embalse, pudieron apreciarse los síntomas principales del movimiento; entre ellos los siguientes:

- Cizalla de la cuneta del camino en PK 1+400 que aparentemente habría sido causada por el desplazamiento de la zona “móvil” respecto a la zona fija, con una amplitud del orden de medio metro.
- Desplazamiento de una base antigua de replanteo, ubicada hacia el PK 1+800 (aprox.). Esta base, que había sido abandonada, por dejar de ser fiable, se habría movido, en total, cerca de 1,80 m en horizontal y unos 0,50 m en vertical. Esta información será de gran utilidad cuando se confirmen los valores concretos de los movimientos medidos de los que se dispone y las fechas correspondientes.
- Agrietamiento de los vertederos, particularmente notables en las dos zonas extremas, PK 1+400 y PK 1+800, donde las grietas de borde entre la masa movida y el terreno encajante parecen delimitar la zona en cuestión.

- Apreciación del borde de la rotura en PK 1+800, en el talud de excavación del camino. Allí se ve una superficie de deslizamiento plana siguiendo la estratificación de los paquetes alternantes de areniscas y margas. El buzamiento aparece en la dirección de la pendiente, favorable al deslizamiento.

El recorrido de la grieta de cabeza se realizó en dos partes. Primero se recorrió la grieta occidental, descendiendo por ella desde su culminación en el punto más alto hasta el propio camino de servicio. La inspección fue sencilla gracias a la deforestación parcial de la zona (cortafuegos). La grieta, aunque se aprecia claramente, no es tan ostensible como cabría esperar habida cuenta la amplitud de los movimientos antes indicados.

El recorrido de la grieta oriental, que fue más difícil, se realizó en ascenso y la maleza del monte bajo no permitió a quien suscribe adentrarse más allá de unos cien metros en su recorrido. Ahí, en ese punto, la grieta se encuentra abierta más de un metro y alcanza una profundidad visible de más de cinco metros. Esta es, según se supo, la zona de mayor apertura de todo el contorno que delimitaría el movimiento de la ladera.

### 3. POSIBLE MECANISMO Y CAUSA DEL MOVIMIENTO DE LADERA

No es fácil aventurar cómo se está moviendo esta parte de la ladera de la margen izquierda del embalse de Yesa. Para comenzar el estudio, que en todo caso debe hacerse, se ha preparado un croquis a escala de la sección central de la zona movida. Ver Fig. 2. Se trata de un croquis provisional que habrá de mejorarse.

La pendiente medida de la ladera es suave y coincide aproximadamente con la pendiente de la estratificación de la serie de rocas sedimentarias que forman el sustrato. Es probable que el deslizamiento se produzca principalmente a favor de un plano de estratificación.

No queda claro donde puede ubicarse el pie del deslizamiento. No se ha dispuesto hasta ahora de una batimetría del embalse en esta zona. El croquis en cuestión es especialmente impreciso en esta parte baja. La hipótesis previa más plausible es que el pie del deslizamiento está cerca del pie del vertedero. Esto conduciría a una longitud total de zona movida, distancia de pie a cabeza, del orden de quinientos metros. Siendo el ancho medio del orden de trescientos metros y estimando con el croquis indicado, una profundidad media del deslizamiento de unos veinte metros, la primera evaluación del volumen de la zona que se mueve sería del orden de unos tres hectómetros cúbicos. Pero no se tiene precisión en esto.

La ladera presentaba ya en el pasado, antes de comenzar las obras, algún síntoma de movimiento. Se advierten algunos cambios de pendiente que podrían ser vestigios de movimientos fósiles. Pero las señales actuales son más notables. Deben haber sido las labores de construcción recientes las que han desencadenado ahora el proceso de

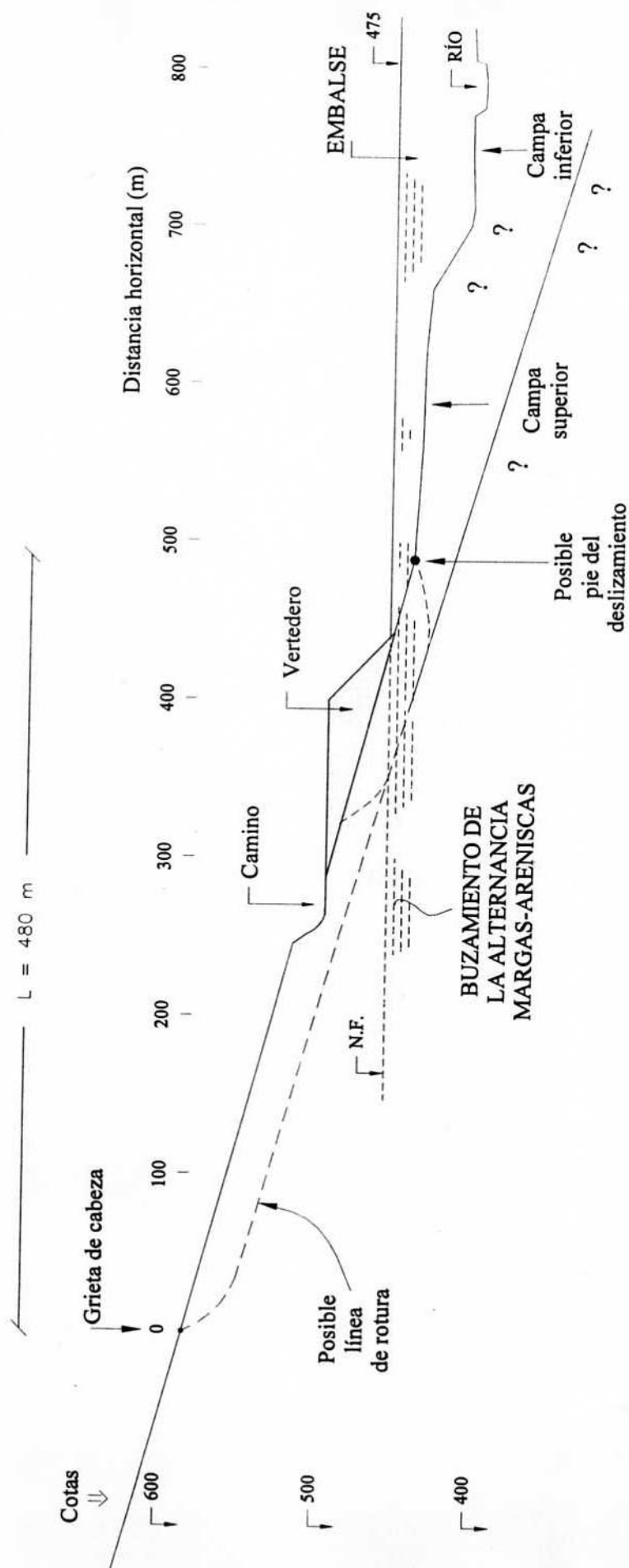


FIG 2.- PERFIL ESQUEMÁTICO PROVISIONAL DE LA ZONA MOVIDA

movimiento. Es lógico que, además, los síntomas se acentúen durante un desembalse. El nivel del embalse estaba descendiendo el día de la visita a una velocidad de unos veinte centímetros diarios. El desembalse comenzó hace ya unos meses. Y a partir de ahora la velocidad de desembalse se prevé aún más rápida.

La ejecución de un desmonte puede causar un movimiento cuyo escarpe de cabeza esté tan alto y lejano como el presente pero no puede provocar un corrimiento cuyo pie esté, siguiendo la cuesta abajo, más allá del propio desmonte. La causa de este movimiento hay que achacarla a la ejecución del vertedero que existe entre el camino y el borde del embalse. Se trata de un gran vertedero, de cerca de cuatrocientos mil metros cúbicos (dato que conviene precisar), que ya en el pasado experimentó agrietamientos. El descenso del nivel de embalse sería la causa última de la reactivación y extensión actual del movimiento. El vertedero se movería arrastrando parte de la roca (o coluvión) que lo sustenta. Este movimiento del apoyo del vertedero desapea la ladera que habría reaccionado movilizand o mayor resistencia en su seno, con el consiguiente movimiento y agrietamiento. Los terraplenes a media ladera, o los vertederos, apoyados en zonas de pendiente sobre laderas poco estables, pueden desencadenar movimientos con grieta de cabeza bastante altas y lejanas. Este caso no sería insólito.

#### 4. ACTUACIONES RECOMENDADAS

En una reunión posterior a la visita, mantenida entre los técnicos de la Dirección de Obra, de su Asistencia Técnica y del Constructor, se consideró primero la posible necesidad inmediata de detener el movimiento. El procedimiento de parada inmediata consistiría en la retirada, también inmediata, del vertedero ya que se sospecha que él es el causante o agente principal de este movimiento.

La retirada es difícil pero lógicamente posible. En todo caso hoy se presume que va a resultar prácticamente imprescindible hacerlo y por eso deben comenzarse las labores asociadas cuanto antes. El mover la cabeza del vertedero hacia abajo, echándola al embalse es hoy fácil y debería comenzarse ya. Más adelante se harían otros arreglos más complicados. De otra forma la velocidad del movimiento crecerá cada día que pase. Ha de descargarse este peso a la mayor brevedad.

Las medidas alternativas de contención de movimientos sin retirar el vertedero podrían consistir en un muro de pilotes pasadores anclados que, dadas las grandes proporciones necesarias en este caso, sólo se podría proyectar después de conocer con alguna garantía la profundidad de la superficie (o planos) de deslizamiento.

En todo caso, y con misión investigadora del problema, se recomendó proceder a reconocer y observar el movimiento. Para ello es necesario lo siguiente:

- 1) Cartografía geológica del movimiento. Indicando la orientación de los planos de estratificación en todos los afloramientos próximos a la zona.

- 2) Sondeos de reconocimiento geotécnico equipados con inclinómetros. Serían un total de nueve sondeos cuya situación en planta se indica en Fig. 3. En obra deben replantearse de manera que coincidan aproximadamente con los puntos indicados ( $\pm 10$  m). Los sondeos 7, 8 y 9 se realizarían en el borde del vertedero, desde su coronación, atravesándolo en todo su espesor.

La profundidad de los sondeos debe ser tal que con seguridad se atravesase la línea de rotura y se penetre al menos 10 m en roca no movida, bajo la superficie de rotura.

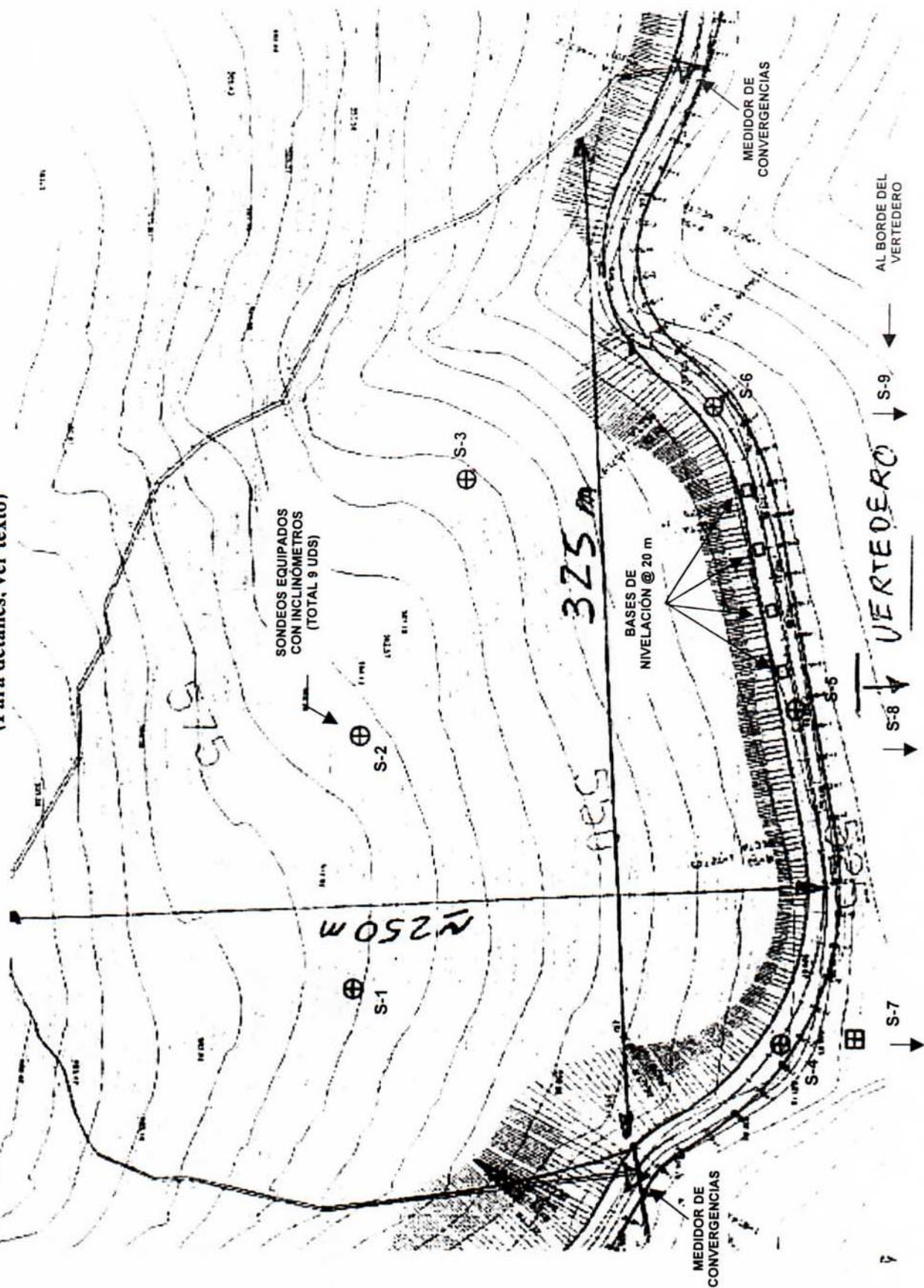
La longitud total estimada de estos sondeos es la siguiente:

Sondeos 1, 2 y 3	-	Zona de cabeza	- L = 35 m.
Sondeos 4, 5 y 6	-	Camino	- L = 30 m.
Sondeos 7, 8 y 9	-	Vertedero	- L = 45 m

En cada sondeo se extraerá testigo continuo, se realizará una descripción detallada, con ayuda de fotografías, de la columna litológica y se controlará el nivel freático.

- 3) Cada sondeo será equipado con un tubo inclinométrico al que se dará lectura nada más colocarlo y después, cada día. Es posible que el movimiento se produzca a velocidad importante (3 cm/día) y que los inclinómetros se rompan en unos pocos días. Por eso es imprescindible la lectura diaria.

FIG. 3.- ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO DE RECONOCIMIENTO Y OBSERVACIÓN  
(Para detalles, ver texto)



- 4) Nivelación del camino. Desde 100 m antes de la rotura del camino en PK 1+400 (aprox.) y hasta 100 m más allá de la segunda rotura PK 1+800 (aprox.) se instalará una referencia para nivelarla con precisión en perfiles separados unos 20 m entre sí. Esto supone unas 25 referencias de nivelación de precisión. A estos puntos, además, se les dará, en cada campaña, coordenadas en planta.

A este circuito de nivelación (y replanteo en planta) se le dará lectura cada semana.

- 5) Medida de apertura de grietas en el propio camino. Las dos grietas del camino quedan definidas con cierta nitidez de manera que sería posible colocar dos bases fuera del deslizamiento para controlar con precisión el desplazamiento de un punto de su interior.

El triángulo de medida sería formado por tres “clavos” para medida de convergencia. El triángulo sería de unos 5 m de lado (aprox.) y la medida se realizaría con una cinta de precisión, la que suele utilizarse para controlar convergencias en los túneles.

## 5. CONCLUSIÓN

La visita concluyó con un resumen de las recomendaciones precedentes y acordando que los detalles se enviasen a obra por escrito. Misión que se cumple con esta nota técnica.

En obra se realizaría con urgencia la cartografía geológica de manera que se tardase poco en mejorar el conocimiento de los detalles del movimiento.

Siendo el vertedero el principal elemento perturbador se habló de las posibilidades físicas de moverlo cuesta abajo ahora que baja el embalse para echarlo a la campa inferior, más allá de lo que se cree que es el pie del deslizamiento. Esa labor es urgente si se quiere impedir el avance de ladera. No se ve otro remedio más rápido.

En todo caso y considerando las circunstancias y premura de la situación se debe seguir evaluando el problema a media que se vaya generando nueva información para dar solución inmediata y adecuada a este problema. Para ello se queda a disposición.

Madrid, a 7 de agosto de 2006

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Soriano', with a large, sweeping loop at the end.

Fdo. Antonio Soriano