INFORME GEOTÉCNICO

INGUNE
Ingeniería del Terreno

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA SOSTENIMIENTO DE TALUD EN CAMINO ASTIBIL ZEBERIO (BIZKAIA)



CLIENTE: **AYUNTAMIENTO DE ZEBERIO / ZEBERIOKO UDALA**

zeberio
udala izakeraz

FECHA: 17/04/2026

Índice

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS 2

2. PROBLEMÁTICA OBSERVADA. 3

2.1. ASPECTOS GENERALES 3
2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 4

3. GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LA ZONA: 7

4. OBSERVACIONES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS Y GEOMÉTRICAS 8

5. MODELO GEOLOGICO-GEOTECNICO 8

5.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS SUELOS ALUVIO-COLUVIALES 9
5.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS RELLENOS VIAL 10

6. MODELO GEOMECANICO 11

7. PLANTEAMIENTO DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD 11

7.1. PERFIL DE CÁLCULO 11
7.2. CALCULOS REALIZADOS 11

8. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN 12

8.1. ESCOLLERA DE CONTENCIÓN 12
8.2. MICROPILOTES 13

9. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN FINALMENTE ADOPTADA 14

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES 19

11. VALORACIÓN ECONÓMICA INICIAL 20

ANEJOS

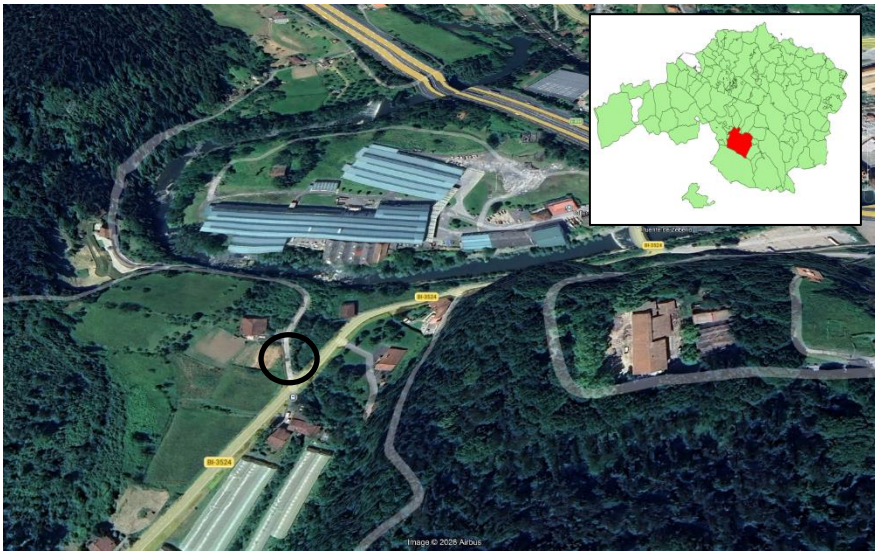
ANEJO : CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

PLANOS

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Este documento técnico pretende determinar las necesidades de sostenimiento a implementar en el vial municipal que da acceso al barrio de Astibil, para dar solución a la inestabilidad que se observa en el borde exterior de la carretera de acceso al barrio desde la BI-3524.

El ámbito de estudio se localiza en el municipio vizcaíno de Zeberio, limitando al norte con el río Zeberio, al oeste y al sur con parcelas rústicas y al este con la BI-3524.



Situación del ámbito de estudio en el municipio de Zeberio

El estudio geotécnico que aquí se presenta contempla los siguientes objetivos:

- Análisis y diagnóstico de la problemática observada
- Caracterización de los materiales existentes
- Determinar el modelo geomecánico del movimiento
- Diseño y presupuesto aproximado de una solución adecuada

Para alcanzar estos objetivos se han realizado diferentes observaciones y mediciones de carácter geométrico y geotécnico que han servido para generar los modelos de cálculo, a partir de los cuales se ha diseñado la solución que se plantea.

2. PROBLEMÁTICA OBSERVADA.

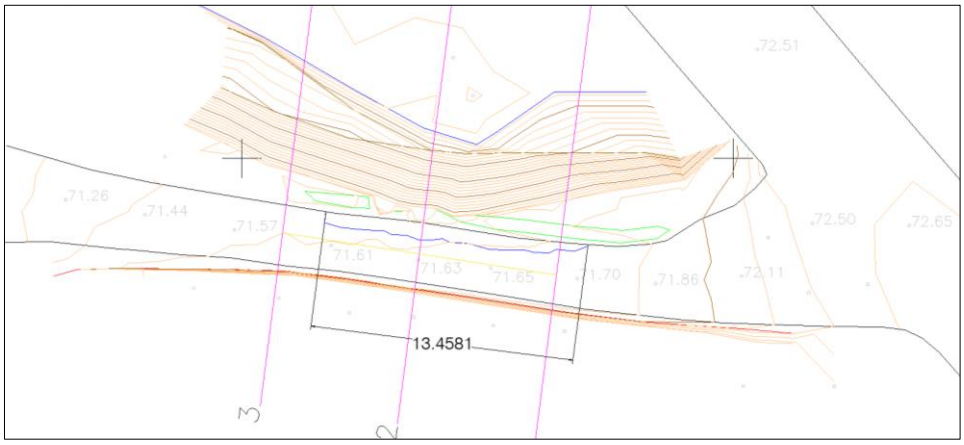
En este epígrafe se describe la problemática observada.

2.1. ASPECTOS GENERALES

En la visita del 20 de febrero de 2026 se observa la existencia de inestabilidad en el borde lateral de la plataforma. Esta inestabilidad se manifiesta en grietas y fisuras longitudinales a la plataforma del camino con apertura centimétrica y un desarrollo de aproximadamente 13-14 m longitudinalmente. Se da el caso de que este camino se eleva sin prácticamente resguardo, sobre el arroyo Zeberioerreka, que drena a pocos metros en el Nervión. También se da la circunstancia de que el apoyo del vial se encuentra en el margen izquierdo del arroyo donde este desarrolla una importante acción erosiva y de socavación.



Ubicación de la patología observada



Detalle de la zona de grietas (taquimétrico del 23-02-2026)



Patologías observadas (20 -02-2026)

Como hipótesis de factores desencadenantes podrían apuntarse dos: el efecto socavador del arroyo en crecida, por un lado, y al paso de vehículos, por otro. Sin embargo, las características de los materiales y la configuración geométrica de la ladera representan factores condicionantes de gran importancia en la estabilidad, como se estudiará más adelante. Según se ha podido observar, esas patologías han afectado a la plataforma de la carretera y podrían comprometer su estabilidad en los tramos observados y en zonas donde se den los mismos condicionantes a futuro.

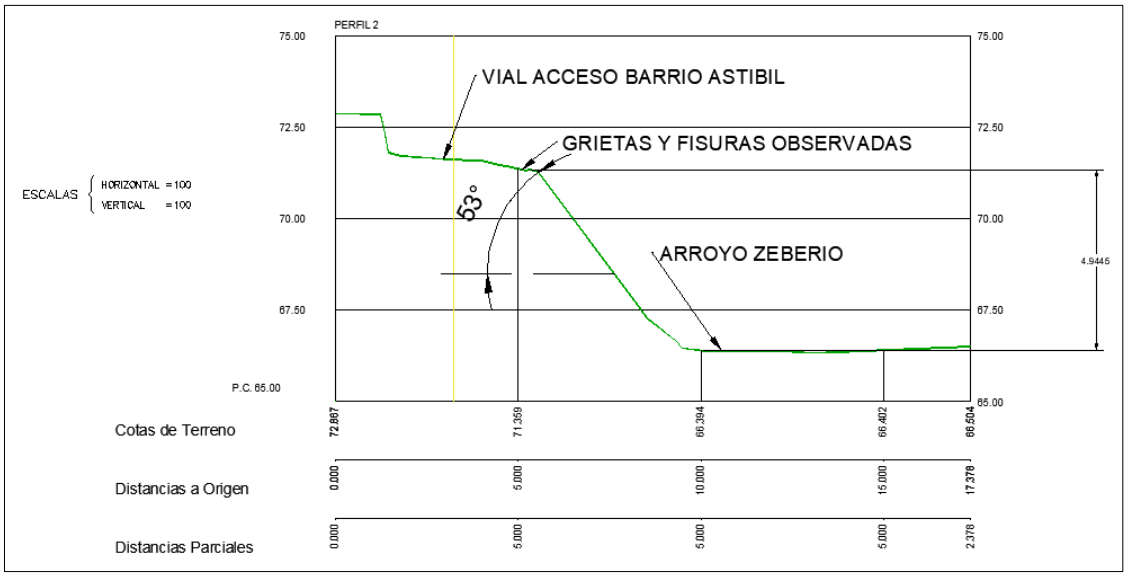
2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

Las patologías observadas en el borde de plataforma del vial tienen su origen en una inestabilidad longitudinal del talud exterior que, a su vez, conforma el margen izquierdo del cauce del arroyo Zeanuri.

La inestabilidad de un talud por socavación, en este caso por acción del arroyo que discurre al pie, ocurre cuando la corriente erosiona y arrastra el material de la base del talud. Esto modifica el equilibrio de fuerzas, disminuye la resistencia al corte y puede provocar deslizamientos, desprendimientos y colapsos.

En el caso que nos ocupa se observan escarpes y cicatrices de desprendimiento de entre 13 y 14 m de desarrollo longitudinal que afectan fundamentalmente al borde del vial aunque se aprecia avance hacia el eje del mismo.

El pie del deslizamiento-reptación se considera que se encuentra a unos 5 m de la cabeza, en cota. La inclinación del talud exterior es de unos 53º, bastante superior a la geometría de las laderas naturales del entorno.



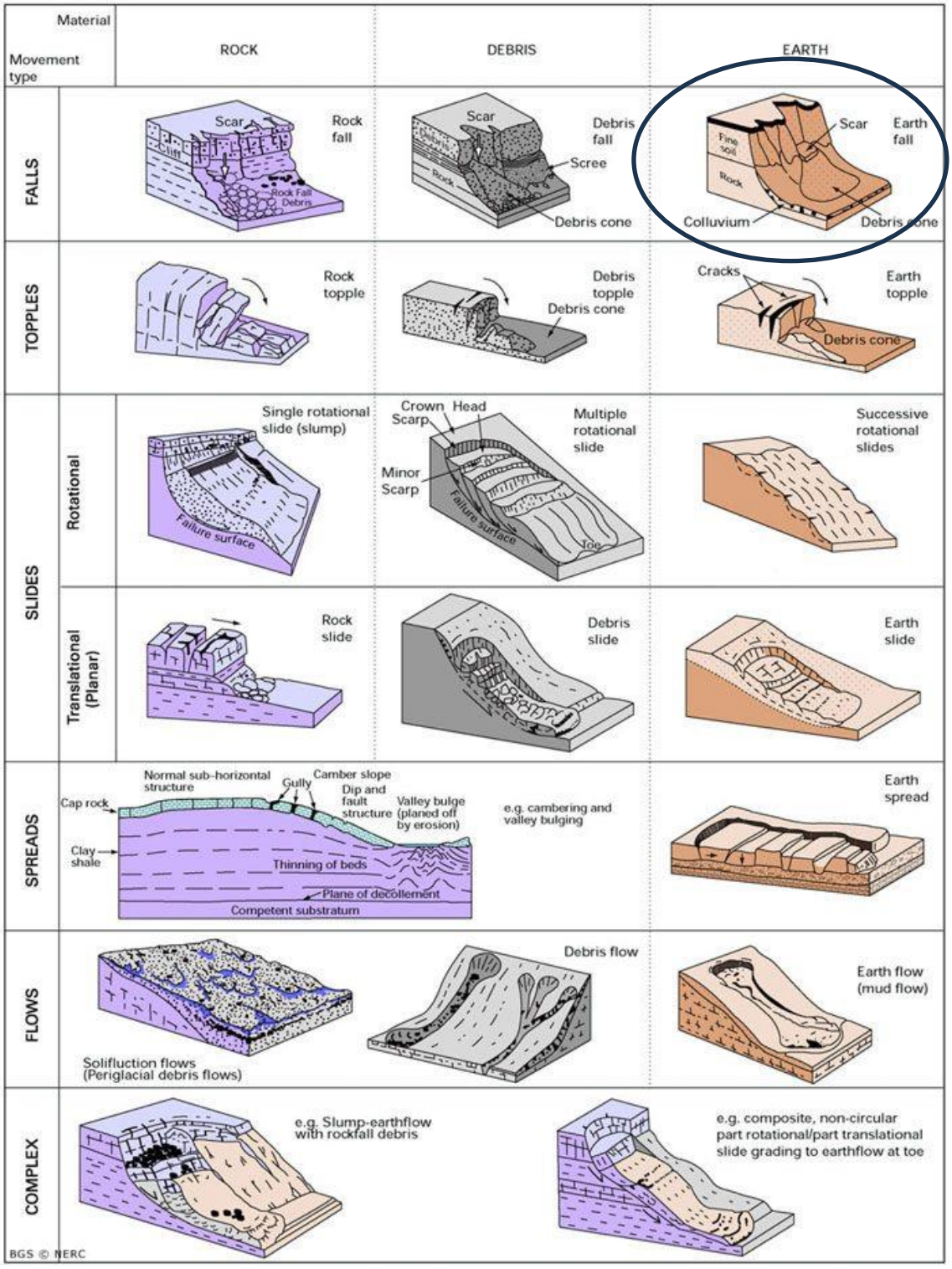
Esquema transversal del entorno de estudio

Tal y como se ha descrito se trata de un deslizamiento-reptación mixto aunque mayoritariamente translacional de pequeñas dimensiones. En este tipo de deslizamientos las masa de terreno se desplaza hacia fuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos planar o suavemente ondulada, con rotación en cabeza y, probablemente, en pie. Esta tipología de deslizamiento presenta grietas de tracción verticales y paralelas al talud, escarpe poco profundo y una relación D/L <0,1, profundidad, longitud de masa deslizada. Los deslizamientos translacionales están controlados por el relieve, las discontinuidades del macizo rocoso, por la litología y la resistencia de los materiales, principalmente. Factores como las precipitaciones o la alteración de geometría son factores desencadenantes.

Tal y como se ha descrito se trata de un desprendimiento del material menos competente por acción del arroyo al pie, que afecta a la plataforma del camino. En este tipo de inestabilidad se produce la caída libre de material desde el talud rocoso.

Las principales causas y/o condicionantes son:

- Erosión de la base: El agua del arroyo elimina gradualmente el material que sirve de soporte al talud, debilitando su base.
- La configuración de la plataforma con un relleno de grava, bloques y arcillas (GM-GC).
- Modificación del equilibrio de fuerzas: La pérdida de material en el pie de la ladera aumenta las tensiones de corte y reduce la estabilidad general.
- Aumento de la presión de poros: La infiltración de agua en el terreno puede aumentar las presiones de poro, reduciendo la cohesión y la resistencia del suelo.
- Inestabilidad progresiva: La socavación puede desencadenar un proceso de falla que progrese hacia la parte superior del talud.



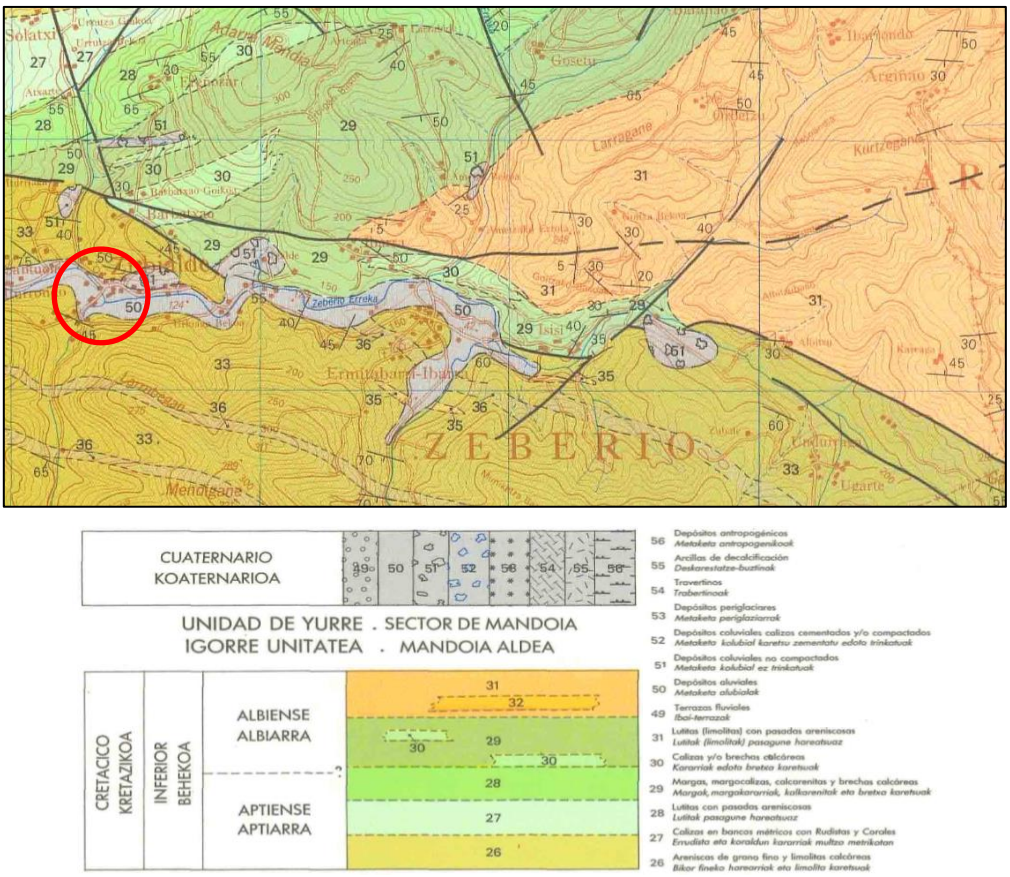
Tipologías de mecanismos de inestabilidad

3. GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LA ZONA:

Estructuralmente la zona de estudio se inscribe en el gran Anticlinal de Bizkaia. Sus estructuras están cortadas perpendicularmente por el valle fluvial de Arratia, de ahí su accidentado relieve. Hay numerosas fallas y corredores de fracturas entre las que destaca la gran falla de dirección suroeste-nordeste que comunica el valle de Arratia con el del Ibaizabal.

Zeberio se encuentra con una topografía muy accidentada, resultado de la presencia de cadenas montañosas orientadas en dirección SE-NW, que se corresponden estructuralmente con el flanco sur del anticlinal de Bizkaia. El relieve de Zeberio se caracteriza por el predominio de las estructuras de tipo monoclinal. El distinto grado de resistencia y durabilidad que ante la erosión presentan los materiales (areniscas, calizas, margas...) que configuran el terreno, y la inclinación, hacia el sur, de las capas de materiales competentes, ha originado esta sucesión de montañas que configuran el paisaje.

Todos los materiales del entorno de estudio pertenecen al Cretácico, más concretamente al Cretácico inferior – Albiense. Son lutitas (limolitas) con pasadas areniscosas de la unidad de Igorre-Sector de Mandoia. En la zona se localizan depósitos cuaternarios de aluviones y coluviones en las proximidades del curso fluvial del río Zeberio.



Detalle del mapa geológico del País Vasco (E.V.E.). Hoja 87-I IGORRE. E: 1:25000

4. OBSERVACIONES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS Y GEOMÉTRICAS

Con el objeto de comprobar el estado del terreno y determinar el modelo geológico-geotécnico del entorno estudiado se han realizado observaciones y mediciones geológico-geotécnicas y geométricas en diferentes puntos del área afectada por la inestabilidad.

Las observaciones realizadas muestran la presencia de un paquete superior de aluvial y coluvial (entre 4-5 m) sobre el sustrato rocoso (aflora en el arroyo). El borde del camino fue excavado para encajar un relleno sobre el cual desarrollar el vial.

5. MODELO GEOLOGICO-GEOTECNICO

El talud interior de la carretera está excavado en suelo aluvio-coluvial de gravas redondeadas a subredondeadas en matriz arenosa limosa (GM a GC). Esta litología tiene una potencia limitada (4-5 m) por debajo de la cual aparece el macizo rocoso GM III constituido por lutitas negras y areniscas. El talud exterior está constituido aparentemente por un material granular de bloques, gravas, arenas y arcilla de origen antrópico (relleno).

Si se observa el emplazamiento según la aplicación del G.V. (Geoeuskadi), se describe un macizo rocoso sin recubrimiento de suelos o con potencia muy baja.

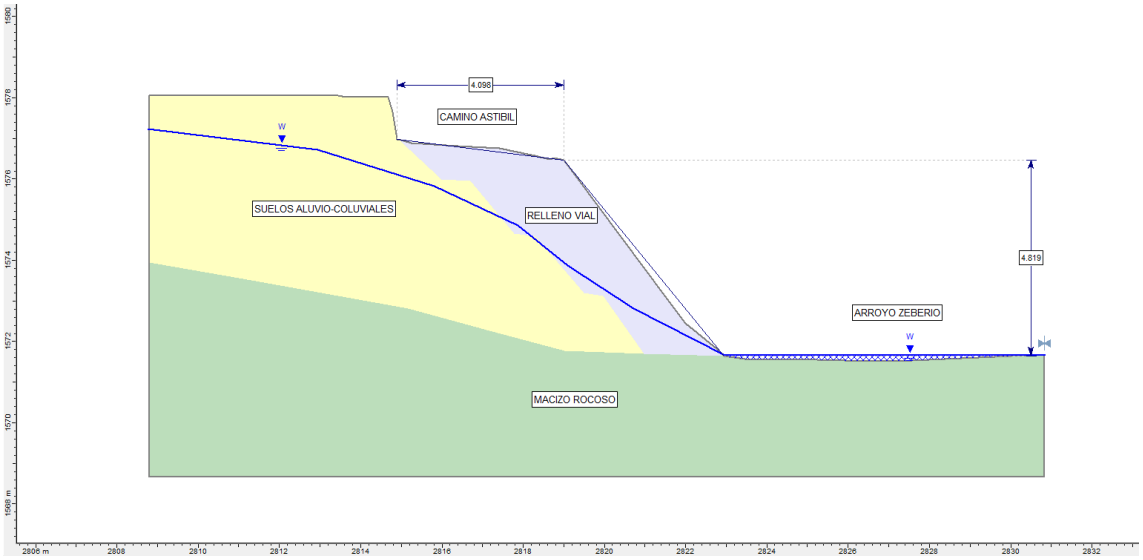


Detalle de las litologías presentes en el entorno según geovisor (Geoeuskadi)

Por tanto, existen suelos coluviales, aunque en la zona afectada por la inestabilidad presentan una potencia limitada.

En cuanto a los aspectos hidrogeológicos en la zona de estudio se han observados flujos de agua, encharcamientos y potencial saturación de suelos coluviales y aluviales por lo que se debe considerar la existencia de un nivel piezométrico en fase de cálculo de estabilidad y diseño de soluciones.

En definitiva, el modelo geológico a estudiar estará configurado por un depósito superficial de material aluvio-coluvial, rellenos antrópicos de baja calidad para configuración del vial y un macizo rocoso suprayacente con GM III en la inferior, afectado por un nivel piezométrico estacional.



Modelo geológico-geotécnico del talud

5.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS SUELOS ALUVIO-COLUVIALES

Se trata de suelos en los que predominan las gravas y cantos rodados de naturaleza polimíctica y tamaño decimétrico, con cantidades variables de arena y arcilla. También pueden ser gravas arcillosas y mezcla de gravas y arenas arcillosas mal graduadas. Puntualmente se han descrito tramos de gravas y mezcla de arenas mal graduadas con pocos finos o ausencia. Aparece con baja compacidad.



Aspecto de suelos granulares de aluvial

Según la clasificación de suelos se trata de un suelo GC-GM y, puntualmente, GP.

Tal y como se observa en la siguiente tabla extraída y modificada del manual NAVFAC, a se le podría asignar un par de parámetros de cohesión cero y un ángulo de rozamiento entre 31º y 34º. Teniendo en cuenta que se desecha el aporte de la cohesión se opta por tomar como valor representativo 33º de ángulo de rozamiento interno.

(After Bureau of Reclamation)

Unified Classification	Soil Type	Standard Proctor Compaction (AASHTO T 99)		As Compacted Cohesion, c_o (kPa)	Saturated Cohesion c_{sat} (kPa)	Friction Angle, ϕ (deg)
		Maximum Dry Density (kN/m^3)	Optimum Moisture Content (%)			
GW	well graded clean gravels, gravel-sand mixture	>18.7	<13.3	*	*	>38
GP	poorly graded clean gravels, gravel sand mixture	>17.3	<12.4	*	*	>37
GM	silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt	>17.9	<14.5	*	*	>34
GC	clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay	>18.1	<14.7	*	*	>31
SW	well graded clean sands, gravelly sands	18.7±0.8	13.3±2.5	39±4	*	38±1
SP	poorly graded clean sands, sand-gravel mixture	17.3±0.3	12.4±1.0	23±6	*	37±1
SM	silty sands, poorly graded sand-silt mixture	17.9±0.2	14.5±0.4	51±6	20±7	34±1
SM-SC	sand-silt-clay with slightly plastic fines	18.7±0.2	12.8±0.5	50±21	14±6	33±4
SC	clayey sands, poorly graded sand-clay mixture	18.1±0.2	14.7±0.4	75±15	11±6	31±4
ML	inorganic silts and clayey silts	16.2±0.2	19.2±0.7	67±10	9±*	32±2
ML-CL	mixtures of inorganic silts and clays	17.1±0.3	16.8±0.7	63±17	22±*	32±3
CL	inorganic clays of low to medium plasticity	17.0±0.2	17.3±0.3	87±10	13±2	28±2
OL	organic silts and silty clays of low plasticity	*	*	*	*	*
MH	inorganic clayey silts, elastic silts	12.9±0.6	36.3±3.2	72±30	20±9	25±3
CH	inorganic clays of high plasticity	14.8±0.3	25.5±1.2	103±34	11±6	19±5
OH	organic clays and silty clays	*	*	*	*	*

The entry ± indicates 90 percent confidence limits of the average value, * denotes insufficient data, > is greater than, < is less than

Propiedades típicas de suelos (NAVFAC)

A partir de las correlaciones establecidas se obtienen parámetros geotécnicos característicos de esta unidad:

De esta manera, los parámetros de los suelos aluvio-coluviales con cierto componente cohesivo serían los siguientes:

Parámetros resistentes suelos aluvio-coluviales	
Densidad aparente (KN/m3)	18
Cohesión efectiva c' (KPa)	2
Ángulo rozamiento efectivo Ø' (º)	33

Parámetros resistentes del coluvio-aluvial

5.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS RELLENOS VIAL

A partir experiencias previas en rellenos de este tipo y del retroanálisis se obtienen parámetros geotécnicos característicos de esta unidad:

De esta manera, los parámetros de los rellenos del vial serían los siguientes:

Parámetros resistentes relleno vial	
Densidad aparente (KN/m3)	18
Cohesión efectiva c' (KPa)	3
Ángulo rozamiento efectivo Ø' (º)	34

Parámetros resistentes del relleno

6. MODELO GEOMECANICO

Se considera la existencia de niveles de suelos coluvio-aluviales y rellenos antrópicos (vial) así como de un macizo rocoso (GM III) subyacente, el comportamiento del conjunto se asimila a un medio de tres unidades isótropas y homogéneas con resistencia representada, según criterio de M-C, por su cohesión y ángulo de rozamiento.

Los modelos geomecánicos y cálculos se han realizado en base a modelos de equilibrio límite de suelos, con parámetros obtenidos mediante retroanálisis.

7. PLANTEAMIENTO DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD

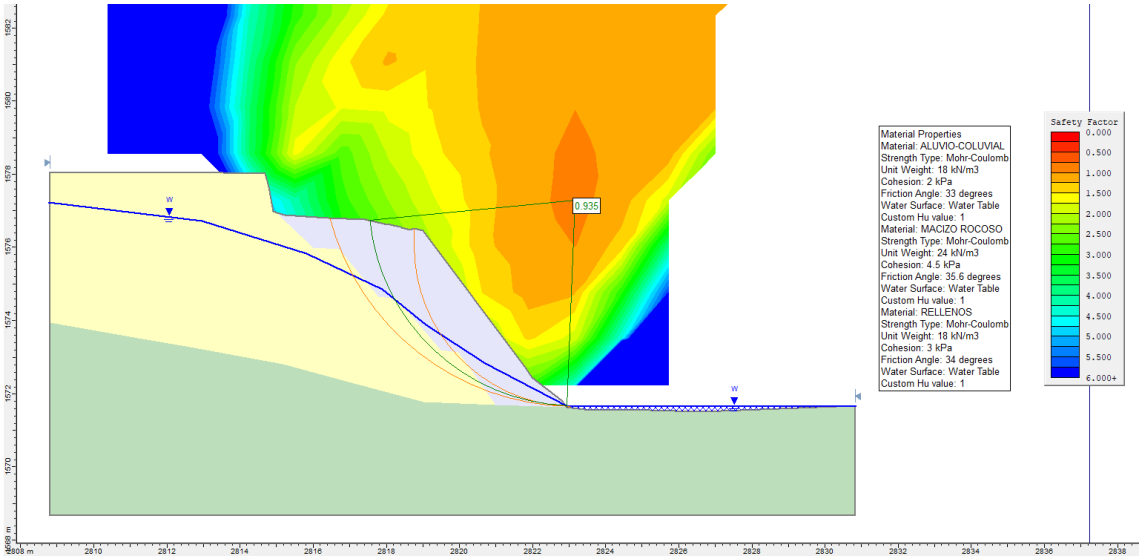
7.1. PERFIL DE CÁLCULO

El perfil de cálculo realizado se basa en:

- Criterios geométricos: se ha tomado el perfile con geometría de dimensión máxima o más representativo.
- Criterios geológico-geotécnicos: los criterios han sido marcados en base al comportamiento geotécnico esperado y por tanto en base a diferentes modelos de cálculo, anteriormente descritos en el documento.

7.2. CALCULOS REALIZADOS

En este epígrafe se incluyen los cálculos realizados en la situación actual en condiciones no drenadas, prestando especial atención a la estabilidad general del talud, determinada por los parámetros resistentes de los suelos aluvio-coluviales y rellenos.



Cálculo de estabilidad en condiciones no drenadas

Tal y como se desprende de los cálculos realizados, el factor de seguridad (F.S.) es insuficiente y por debajo de 1.0 para los círculos de rotura que se generan en el borde de talud. En la práctica implica que este talud se encuentra en condiciones metaestables.

Se considera necesario implementar un sostenimiento frente a la situación prevista, de tal forma que incremente el factor de seguridad del talud hasta los estándares mínimos requeridos, y que los posibles deslizamientos de borde originados por falta de resistencia al corte que pudieran darse en el futuro no interfieran en la estabilidad del vial.

8. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

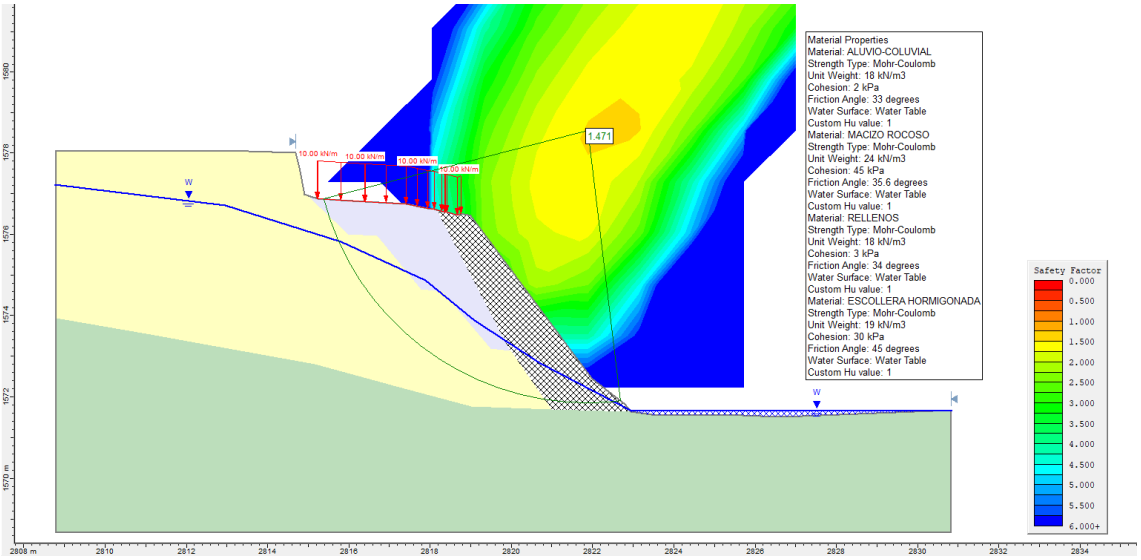
Las posibles actuaciones que se pueden llevar a cabo son:

- Escollera de contención
- Micropilotes al borde de talud

Otras actuaciones como la hinca de carriles podrían estudiarse, aunque se considera menos eficaz por la presencia de grandes bolos en el aluvial.

8.1. ESCOLLERA DE CONTENCIÓN

Para evitar la dinámica inestable e impedir la degradación del relleno por socavación cabe la posibilidad de contener el talud con una escollera. Las limitaciones geométricas del emplazamiento no permitirían ejecutar una escollera colocada al uso y debiera de ser hormigonada. Para estudiar el sostenimiento necesario para alcanzar un F.S. próximo a 1.4 en condiciones no drenadas se realiza en siguiente cálculo considerando, además, una sobrecarga de uso de 10 KN/m (1 t/m2):

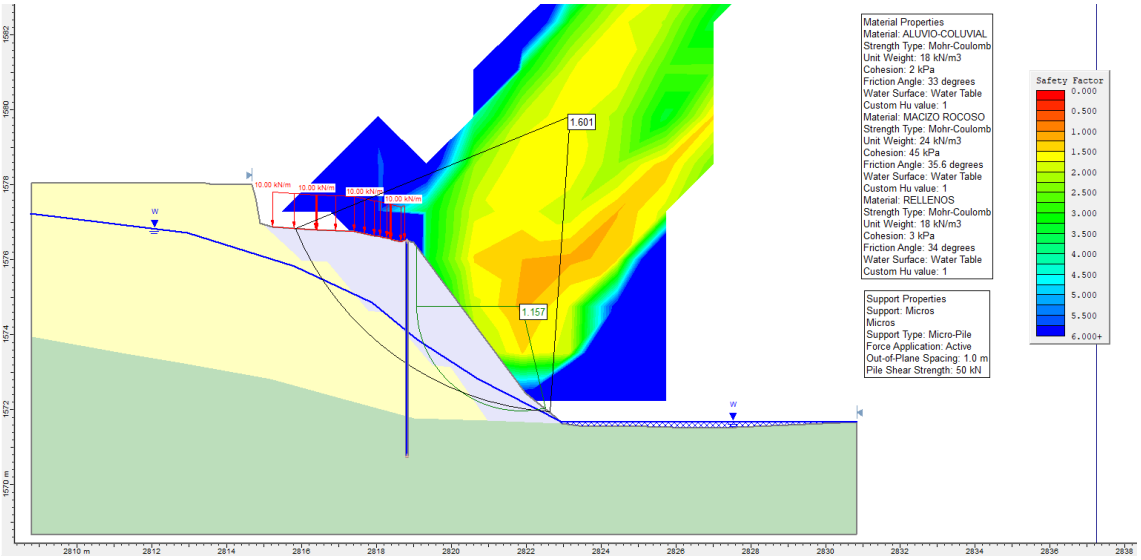


Modelo de cálculo con contención de escollera hormigonada

Tal y como se puede observar en el modelo de cálculo, la ejecución de una escollera hormigonada eleva notablemente el F.S. aunque su construcción comporta dificultades de acceso notables. En una primera aproximación se trataría de una escollera hormigonada de 12 m² de sección a ejecutar en 20 metros lineales.

8.2. MICROPILOTES

Otra alternativa para evitar la dinámica inestable e impedir la degradación del relleno por socavación es la ejecución de micropilotes al borde. Esta actuación se llevaría a cabo desde la cabeza del talud, con una alineación tal que permita recuperar la sección de vial inicial. Al igual que en la alternativa anterior, para estudiar una primera aproximación del sostenimiento necesario para alcanzar un F.S. próximo a 1.4 en condiciones drenadas se realiza un cálculo considerando, además, una sobrecarga de uso de 10 KN/m (1 t/m2):



Cálculo de sostenimiento con micropilotes para F.S. 1.5 en condiciones no drenadas

En este cálculo de solución previa se observa que, con la implementación de los micropilotes el vial tendría F.S. superiores a 1,6. Sería necesario una solución de micropilotes Φ127x9 mm de 7 m de longitud cada 0,5 m. Esta solución aproximada sería necesario implementarla al menos en 20 metros lineales.

9. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN FINALMENTE ADOPTADA

9.1 Objeto

La presente memoria descriptiva define la solución de sostenimiento finalmente adoptada para la estabilización del borde exterior del camino de acceso al barrio de Astibil, en el tramo afectado por el deslizamiento localizado junto al cauce.

La actuación responde al requerimiento formulado por URA relativo a la presentación de una memoria descriptiva detallada de la obra de sostenimiento, el método de trabajo previsto y las medidas necesarias para evitar afecciones al cauce durante la ejecución.

La solución seleccionada consiste en la Ejecución de alineación de micropilotes anclados con viga de atado, en el borde exterior de la carretera hasta completar una actuación de 20-25 m. Este tratamiento se aplicará en la zona con la problemática detectada y en los 2-5 m posteriores y anteriores.
ejecutada íntegramente desde la plataforma existente del vial, sin necesidad de acceso ni circulación de maquinaria pesada por el cauce.

9.2 Justificación de la solución adoptada

La alternativa de escollera hormigonada fue descartada por requerir ocupación temporal del cauce, tránsito de maquinaria pesada sobre el lecho y ejecución de trabajos desde el pie del talud.

Por el contrario, la solución mediante micropilotes presenta las siguientes ventajas:

- Permite la ejecución íntegra desde la coronación del talud y desde el camino existente.
- Evita cualquier intervención directa sobre el cauce y elimina el riesgo de afección hidráulica.
- Reduce la necesidad de movimientos de tierras y excavaciones.
- Permite recuperar el ancho útil del vial manteniendo la rasante actual.
- Resulta adecuada para terrenos heterogéneos con presencia de rellenos, coluviones y macizo rocoso superficial.
- Es una técnica habitual en actuaciones de estabilización de carreteras y márgenes inestables.

La solución se ajusta a los procedimientos constructivos habitualmente empleados en taludes con acceso restringido, consistentes en la perforación desde cabeza mediante equipos de reducido gálibo, colocación de tubo estructural de acero, inyección de mortero y ejecución posterior de una viga de atado.

9.3 Descripción de la obra de sostenimiento

La actuación se desarrollará sobre una longitud aproximada de 20,00-25,00 m, coincidente con el tramo inestable y con un margen adicional de seguridad a ambos lados de la zona fisurada.

Se ha considerado necesario que la actuación de sostenimiento tenga las siguientes características:

Micropilotes verticales			Micropilotes inclinados 10º		
Longitud	Tipología	Espaciado	Longitud	Tipología	Espaciado
7 m	Ø127x9	1,0m	7 m	Ø127x9	2,0m

Tipología de micropilotes

La contención estará formada por:

- Micropilotes metálicos de tubo de acero estructural Ø127 mm y espesor 9 mm.
- Longitud unitaria estimada: 7,00 m.
- Separación entre ejes: 1,00 m (verticales), 2,00 m (inclinados 10º)
- Empotramiento mínimo en el sustrato rocoso: 2,3 m.
- Mortero de inyección autocompactante de resistencia mínima 30 MPa.
- Viga de atado o encepado longitudinal de hormigón armado HA-30, de sección aproximada 0,50 x 0,60 m.

La cabeza de los micropilotes quedará embebida en la viga de coronación, generando un elemento estructural continuo capaz de absorber los empujes horizontales derivados de la masa inestable y transmitirlos al terreno competente.

Se prevé la ejecución de aproximadamente 25 micropilotes verticales y 13 micropilotes inclinados.

9.4 Procedimiento constructivo previsto

El procedimiento constructivo previsto se basa en los protocolos habitualmente utilizados en obras de micropilotaje para estabilización de carreteras ejecutadas desde coronación.

9.4.1 Implantación de obra

Previamente al inicio de los trabajos se realizará:

- Señalización y balizamiento del tramo de vial afectado.

- Limitación del tráfico rodado y, si fuese necesario, establecimiento de paso alternativo.
- Replanteo topográfico de la alineación de micropilotes.
- Instalación de barreras de protección en el borde del talud.
- Implantación de una plataforma de trabajo sobre el camino existente mediante zahorra compactada, únicamente en caso necesario para garantizar la estabilidad de la perforadora.

La maquinaria prevista será una perforadora hidráulica de pequeño tamaño y reducido peso, apta para trabajar sobre el ancho existente del vial.

9.4.2 Ejecución de micropilotes

La ejecución de los micropilotes se realizará secuencialmente, evitando excavaciones simultáneas que puedan descalzar el borde del vial.

El procedimiento será el siguiente:

1. Replanteo individual de cada micropilote.
2. Perforación mediante martillo en cabeza o rotopercusión con entubación recuperable, atravesando el relleno y el nivel coluvio-aluvial hasta penetrar en el macizo rocoso.
3. Diámetro de perforación aproximado: 180-220 mm.
4. Colocación del tubo estructural de acero Ø127 x 9 mm.
5. Inyección primaria de mortero desde el fondo hacia boca mediante tubo tremie.
6. Ejecución, si fuese necesario, de reinyecciones localizadas para mejorar el bulbo adherente en el macizo.
7. Descabezado de los micropilotes a cota de viga.

Los micropilotes se ejecutarán de forma alterna (pares e impares) para evitar pérdida de confinamiento del terreno.

9.4.3 Ejecución de la viga de atado

Una vez alcanzada la resistencia del mortero de los micropilotes, se procederá a:

- Excavación manual o mecánica ligera de la zanja de coronación.
- Colocación de armaduras longitudinales y transversales.
- Conexionado de las cabezas de micropilotes a la armadura de la viga.
- Hormigonado de la viga de atado en una sola fase.

La excavación necesaria para la viga será mínima y se ejecutará por bataches de longitud no superior a 3,00 m.

9.4.4 Acabados y restitución

Tras la ejecución del sostenimiento se realizará:

- Relleno y compactación de la trasdós de la viga.
- Reposición del firme del camino.
- Sellado de grietas existentes.
- Formación de cuneta longitudinal o dren superficial.
- Hidrosiembra y revegetación puntual del talud afectado.

9.5 Medios auxiliares previstos

Los medios auxiliares mínimos necesarios serán:

- Perforadora hidráulica de micropilotes de pequeño formato.
- Camión grúa ligero o minicargadora para manipulación de tubos.
- Central o cuba de inyección de mortero.
- Generador y compresor.
- Sistema de contención provisional mediante barreras tipo New Jersey o pretiles metálicos.
- Andamio colgado o línea de vida únicamente si fuese preciso actuar puntualmente sobre el talud.

No será necesario el acceso de maquinaria pesada al cauce ni la creación de caminos auxiliares en la ribera.

9.6 Medidas de prevención para evitar vertidos o arrastres al cauce

De acuerdo con el requerimiento de URA, durante la ejecución de las obras se adoptarán medidas específicas para evitar la caída de materiales al cauce y la alteración de la calidad de las aguas.

Las medidas previstas son las siguientes:

- Prohibición expresa de circulación de maquinaria por el cauce.
- Ejecución de todos los trabajos desde el vial existente.
- Colocación, al pie del talud, de una barrera de retención formada por malla metálica y geotextil, complementada con fajinas o sacos terreros, para interceptar cualquier caída accidental de tierras o detritos.
- Protección adicional del borde del talud mediante lona continua o red anticaída durante la perforación.
- Recogida de detritus y lodos de perforación mediante cubeto estanco o depósito móvil.

- Prohibición de vertido directo de aguas de limpieza, morteros, lechadas o sobrantes de hormigón.
- Almacenamiento de combustibles y productos potencialmente contaminantes en zona impermeabilizada y alejada del cauce.
- Disponibilidad en obra de kit anti-derrames y material absorbente.
- Limpieza diaria de la plataforma de trabajo.
- Retirada inmediata de cualquier material que pudiera desprenderse hacia el cauce.

En caso de precipitaciones intensas o de incremento del caudal del arroyo, se suspenderán temporalmente los trabajos hasta que se restablezcan condiciones seguras.

9.7 Control geotécnico y seguimiento de la obra

Durante la ejecución de los trabajos se realizará control geotécnico continuo con los siguientes objetivos:

- Verificar la profundidad real del sustrato rocoso.
- Comprobar la longitud de empotramiento de los micropilotes.
- Registrar consumos de mortero e incidencias de perforación.
- Ajustar la longitud o inclinación de los micropilotes si las condiciones reales del terreno difieren de las previstas.
- Comprobar la ausencia de nuevos movimientos o aperturas de grietas.

Se recomienda instalar al menos:

- Dos testigos de fisura sobre la plataforma del vial.
- Un control topográfico inicial y final de la coronación del talud.
- Inspección visual semanal hasta la completa terminación de las obras.

9.8 Conclusión

La solución mediante micropilotes constituye la alternativa técnicamente más adecuada y ambientalmente compatible para la estabilización del talud del camino de Astibil.

La actuación permite incrementar de forma significativa la estabilidad del borde del vial, minimizar las afecciones al cauce y dar cumplimiento a las condiciones impuestas por URA, al ejecutarse íntegramente desde la plataforma existente y sin necesidad de intervención sobre el lecho del arroyo

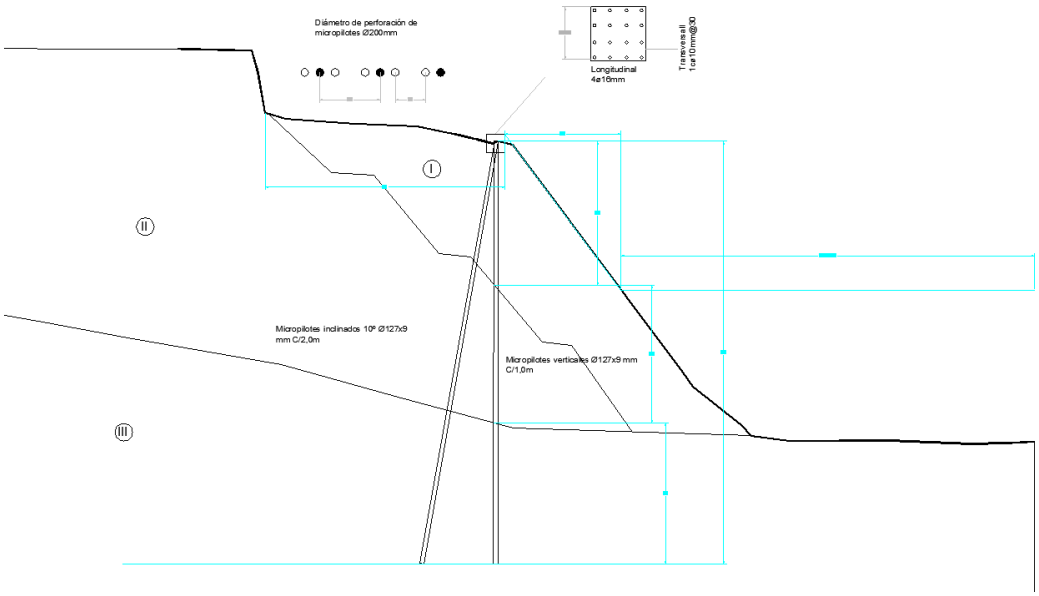
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

A partir del estudio geotécnico realizado se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- En un talud del camino de acceso al barrio de Astibil, se ha iniciado un deslizamiento traslacional-rotacional en el borde exterior de la carretera. El deslizamiento está afectando a la plataforma de la carretera y progresando hacia el eje de la misma de tal forma que a medio plazo podría comprometer su estabilidad.
- Se trata de un deslizamiento de borde que afecta al relleno del vial. Esta inestabilidad tiene un desarrollo longitudinal de unos 14 m con un salto máximo registrable de orden centimétrico.
- Los suelos se contemplan parcialmente saturados y existe la posibilidad de que se genere un flujo de agua continuo en el contacto suelos-relleno, aunque sea de forma puntual o estacional.
- La estabilidad general del talud en condiciones no drenadas está en torno a 1.1.
- El borde de talud está afectado por círculos de rotura con factor de seguridad igual o inferior a 1.0 (F.S. <1.0). En la práctica implica que este talud se encuentra en condiciones metaestables.
- La actuación finalmente propuesta consiste en un muro de micropilotes.
- La actuación se desarrollará sobre una longitud aproximada de 20,00-25,00 m, coincidente con el tramo inestable y con un margen adicional de seguridad a ambos lados de la zona fisurada.
- Se ha considerado necesario que la actuación de sostenimiento tenga las siguientes características:
-

Micropilotes verticales			Micropilotes inclinados 10º		
Longitud	Tipología	Espaciado	Longitud	Tipología	Espaciado
87m	Ø127x9	1,0m	8 m	Ø127x9	2,0m

Tipología de micropilotes propuesta



- Durante la ejecución de los trabajos de sostenimiento se deberá realizar un seguimiento geotécnico con el objeto de ajustar las características geológico-geotécnicas del modelo si fuera necesario.

11. VALORACIÓN ECONÓMICA INICIAL

La valoración económica inicial es la siguiente:

UNIDAD	Concepto	medicion	Precio unitario	TOTAL
	PANTALLA DE MICROPILOTES			
PA	implantacioN EQUIPOS	1		
	ML MICROPILOTE 127 X 9, VERTICAL/INCL	266,00		
KG	KG EXCESO DE CEMENTO	363		
UD	CONJUNTO DE CONECTORES	38,00		
	DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES			
M3	EXCAVACION EN TIERRAS ENTRE MICROPILOTES	55,00		
UD	TRANSPORTE ,IMPLANTACION EQUIPO EXCACIÓN	1,00		
	ESTRUCTUCTURAS			
ML	VIGA DE HORMIGON	25		
	PREPARACION Y REPOSICIONES			
UD	PREPARACION Y RECOGIDA DEL AREA DE TRABAJO Y OTROS TRABAJOS, INCLUSO VALLADO, SEÑALIZACION Y LIMPIEZA=	1		
	GESTION DE RESIDUOS			
UD	GESTION DE RESIDUOS	1		
	SEGUIDAD Y SALUD			
UD	SEGURIDAD Y SALUD	1		
	VALORACIÓN INICIAL ACTUACIÓN MICROPILOTES (PEM)		**TOTAL**	**62.118,68 €**

En Balmaseda a 17/04/2026



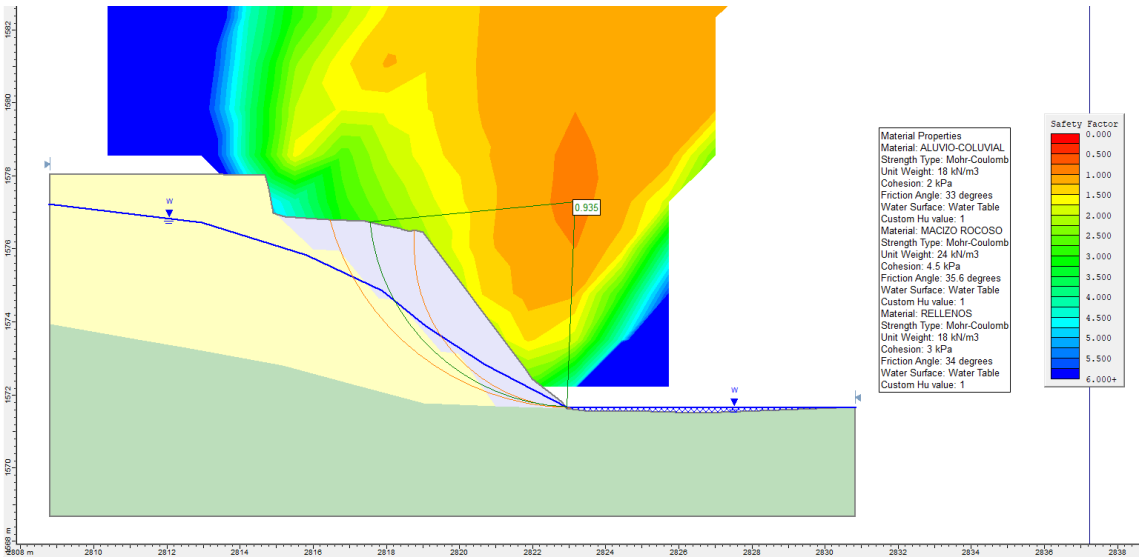
Fdo: Gorka Iglesias de Francisco

Geólogo UPV-EHU Master en Ingeniería Geológica UCM

Colegiado nº: 3899

ANEJOS

ANEJO 1: CÁLCULOS GEOTÉCNICOS



Slide Analysis Information

Document Name

File Name: slide1.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine

Janbu simplified

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Radius increment: 10

Minimum Elevation: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: ALUVIO-COLUVIAL

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 2 kPa

Friction Angle: 33 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: MACIZO ROCOSO

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m3

Cohesion: 4.5 kPa

Friction Angle: 35.6 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: RELLENOS

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 3 kPa

Friction Angle: 34 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 0.934687

Center: 2823.166, 1577.293

Radius: 5.653

Left Slip Surface Endpoint: 2817.542, 1576.729

Right Slip Surface Endpoint: 2822.937, 1571.645

Left Slope Intercept: 2817.542 1576.729

Right Slope Intercept: 2822.937 1571.666

Resisting Moment=532.788 kN-m

Driving Moment=570.017 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 0.861202

Center: 2823.166, 1577.293

Radius: 5.653

Left Slip Surface Endpoint: 2817.542, 1576.729

Right Slip Surface Endpoint: 2822.937, 1571.645

Left Slope Intercept: 2817.542 1576.729

Right Slope Intercept: 2822.937 1571.666

Resisting Horizontal Force=67.299 kN

Driving Horizontal Force=78.1455 kN

Method: spencer

FS: 0.941502

Center: 2823.166, 1577.293

Radius: 5.653

Left Slip Surface Endpoint: 2817.542, 1576.729

Right Slip Surface Endpoint: 2822.937, 1571.645

Left Slope Intercept: 2817.542 1576.729

Right Slope Intercept: 2822.937 1571.666

Resisting Moment=536.672 kN-m

Driving Moment=570.017 kN-m

Resisting Horizontal Force=71.8044 kN

Driving Horizontal Force=76.2659 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 0.943457

Center: 2823.166, 1577.293

Radius: 5.653

Left Slip Surface Endpoint: 2817.542, 1576.729

Right Slip Surface Endpoint: 2822.937, 1571.645

Left Slope Intercept: 2817.542 1576.729

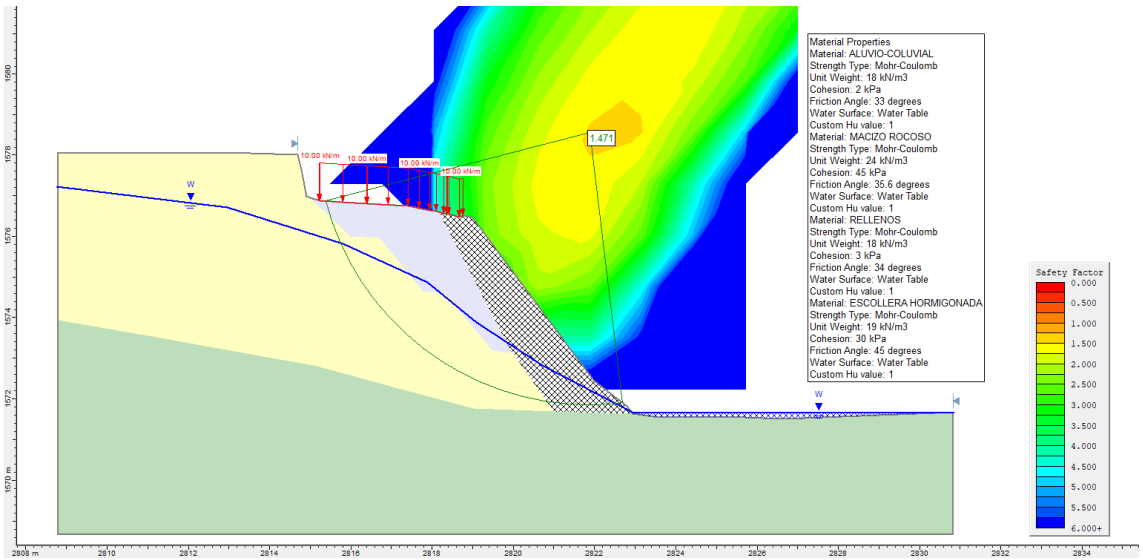
Right Slope Intercept: 2822.937 1571.666

Resisting Moment=537.787 kN-m

Driving Moment=570.017 kN-m

Resisting Horizontal Force=71.8496 kN

Driving Horizontal Force=76.1556 kN



Slide Analysis Information

Document Name

File Name: slide1_esc.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine

Janbu simplified

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Radius increment: 10

Minimum Elevation: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

1 Distributed Load present:

Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m

Material Properties

Material: ALUVIO-COLUVIAL

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 2 kPa

Friction Angle: 33 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: MACIZO ROCOSO

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m3

Cohesion: 45 kPa

Friction Angle: 35.6 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: RELLENOS

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 3 kPa

Friction Angle: 34 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: ESCOLLERA HORMIGONADA

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m3

Cohesion: 30 kPa

Friction Angle: 45 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.470840

Center: 2821.887, 1578.556

Radius: 6.712

Left Slip Surface Endpoint: 2815.391, 1576.869

Right Slip Surface Endpoint: 2822.685, 1571.892

Resisting Moment=1686.51 kN-m

Driving Moment=1146.63 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.249550

Center: 2821.887, 1578.556

Radius: 6.712

Left Slip Surface Endpoint: 2815.391, 1576.869

Right Slip Surface Endpoint: 2822.685, 1571.892

Resisting Horizontal Force=208.523 kN

Driving Horizontal Force=166.878 kN

Method: spencer

FS: 1.549040

Center: 2821.887, 1578.556

Radius: 6.712

Left Slip Surface Endpoint: 2815.391, 1576.869

Right Slip Surface Endpoint: 2822.685, 1571.892

Resisting Moment=1776.17 kN-m

Driving Moment=1146.63 kN-m

Resisting Horizontal Force=234.041 kN

Driving Horizontal Force=151.088 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.540420

Center: 2821.887, 1578.556

Radius: 6.712

Left Slip Surface Endpoint: 2815.391, 1576.869

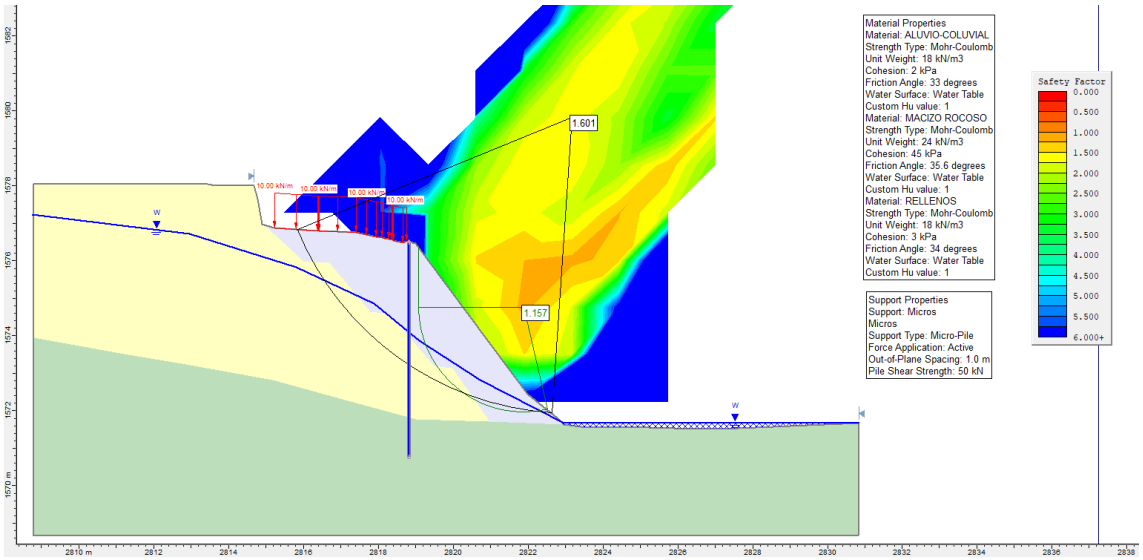
Right Slip Surface Endpoint: 2822.685, 1571.892

Resisting Moment=1766.29 kN-m

Driving Moment=1146.63 kN-m

Resisting Horizontal Force=232.283 kN

Driving Horizontal Force=150.792 kN



Slide Analysis Information

Document Name

File Name: slide1_esc.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine

Janbu simplified

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Radius increment: 10

Minimum Elevation: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

1 Distributed Load present:

Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m

Material Properties

Material: ALUVIO-COLUVIAL

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 2 kPa

Friction Angle: 33 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: MACIZO ROCOSO

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 24 kN/m3

Cohesion: 45 kPa

Friction Angle: 35.6 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Material: RELLENOS

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m3

Cohesion: 3 kPa

Friction Angle: 34 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

Support Properties

Support: Micros

Micros

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Active

Out-of-Plane Spacing: 1 m

Pile Shear Strength: 50 kN

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.157210

Center: 2821.887, 1574.766

Radius: 2.821

Left Slip Surface Endpoint: 2819.066, 1574.766

Right Slip Surface Endpoint: 2822.526, 1572.018

Left Slope Intercept: 2819.066 1576.366

Right Slope Intercept: 2822.526 1572.018

Resisting Moment=181.924 kN-m

Driving Moment=157.209 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 0.963010

Center: 2821.887, 1574.766

Radius: 2.821

Left Slip Surface Endpoint: 2819.066, 1574.766

Right Slip Surface Endpoint: 2822.526, 1572.018

Left Slope Intercept: 2819.066 1576.366

Right Slope Intercept: 2822.526 1572.018

Resisting Horizontal Force=44.7838 kN

Driving Horizontal Force=46.504 kN

Method: spencer

FS: 1.158310

Center: 2821.887, 1574.766

Radius: 2.821

Left Slip Surface Endpoint: 2819.066, 1574.766

Right Slip Surface Endpoint: 2822.526, 1572.018

Left Slope Intercept: 2819.066 1576.366

Right Slope Intercept: 2822.526 1572.018

Resisting Moment=182.098 kN-m

Driving Moment=157.209 kN-m

Resisting Horizontal Force=49.927 kN

Driving Horizontal Force=43.1031 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.165690

Center: 2821.887, 1574.766

Radius: 2.821

Left Slip Surface Endpoint: 2819.066, 1574.766

Right Slip Surface Endpoint: 2822.526, 1572.018

Left Slope Intercept: 2819.066 1576.366

Right Slope Intercept: 2822.526 1572.018

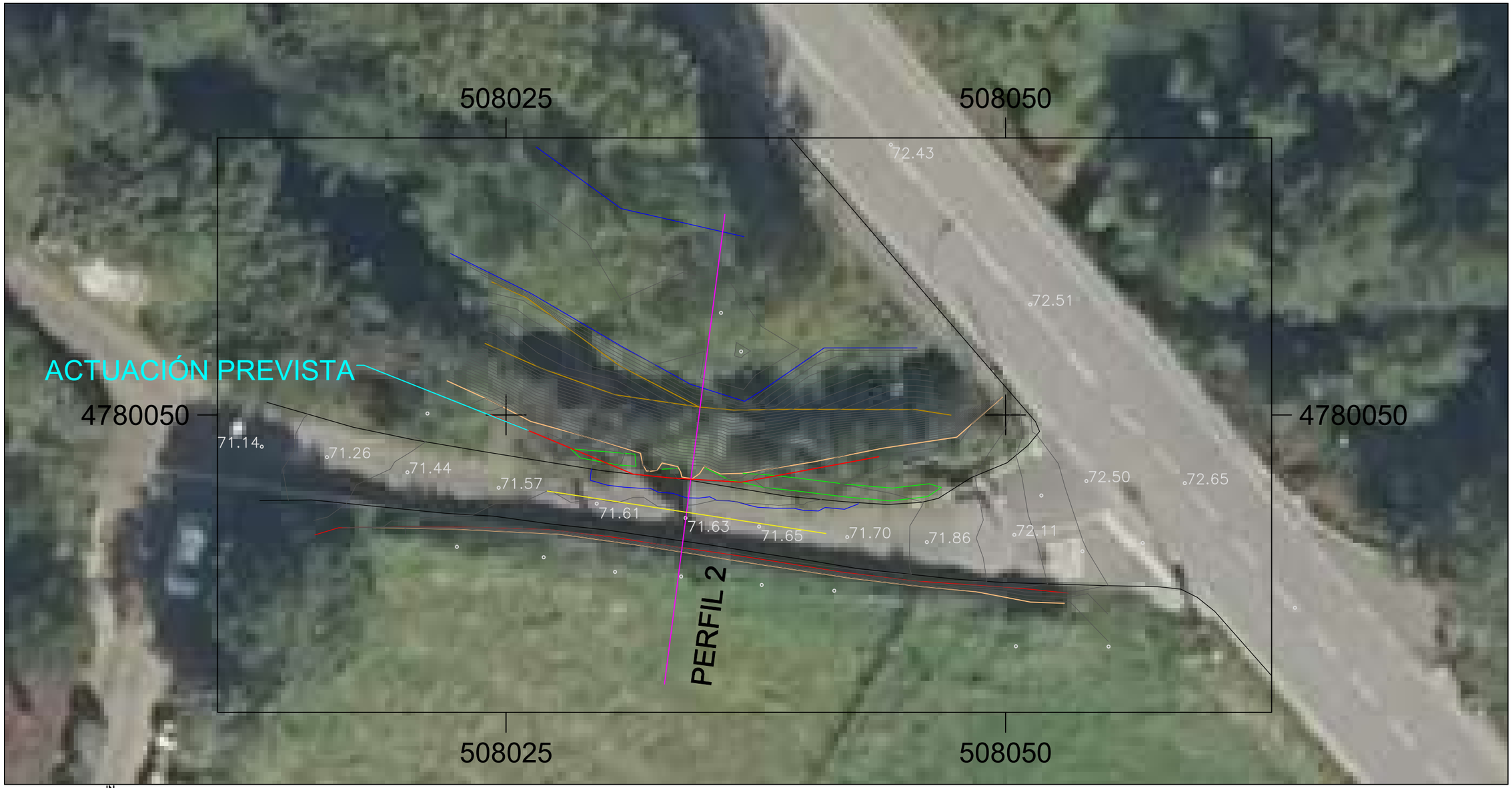
Resisting Moment=183.257 kN-m

Driving Moment=157.209 kN-m

Resisting Horizontal Force=50.1185 kN

Driving Horizontal Force=42.9949 kN

PLANOS



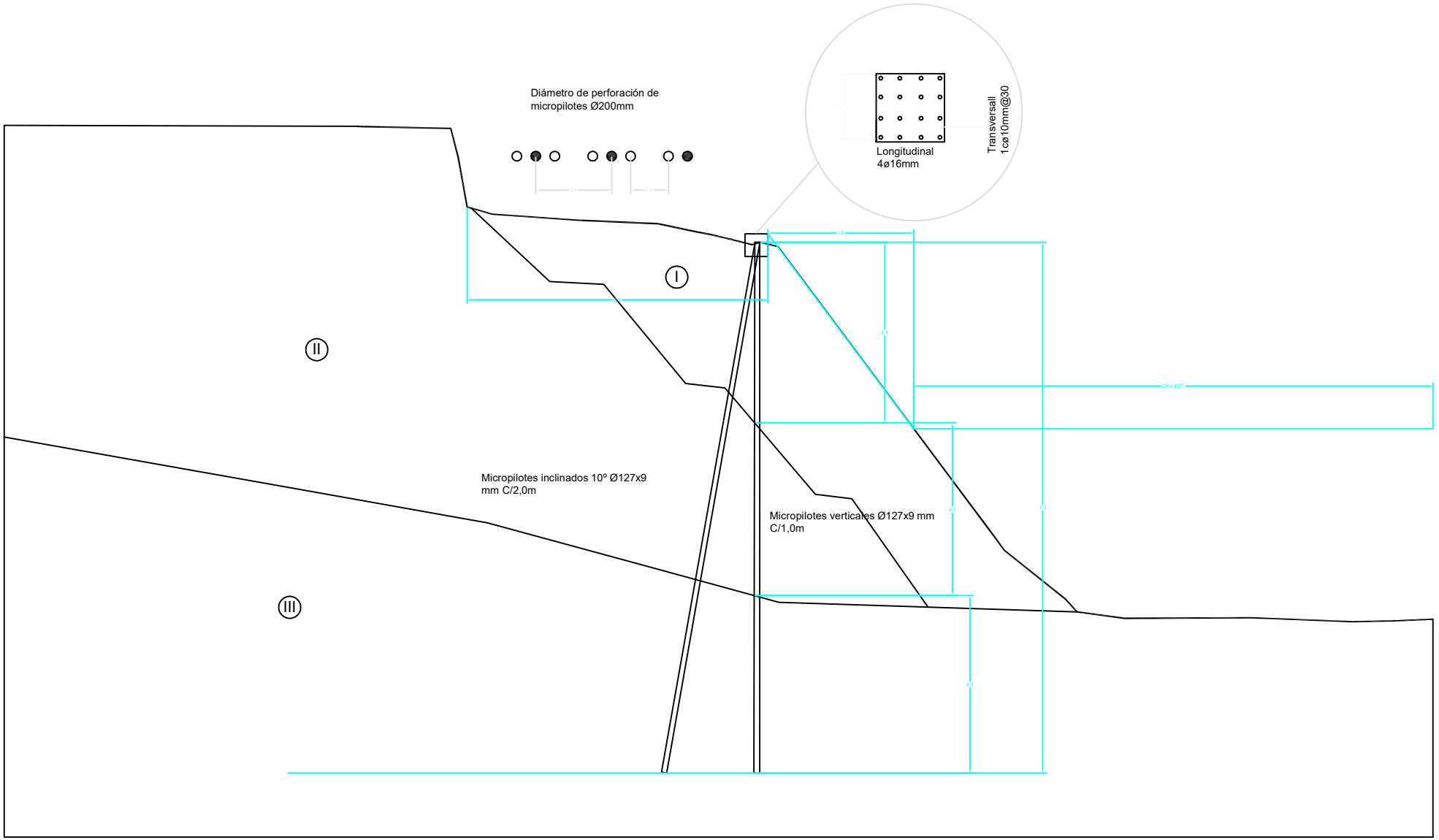
N

e=1/100

LEYENDA

I	Rellenos antrópicos
II	Coluvial-aluvial
II	Macizo rocoso
C-1	Calicata de investigación

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA SOSTENIMIENTO DE TALUD EN CAMINO ACCESO AL BARRIO DE ASTIBIL, ZEBERIO (BIZKAIA)		PLANO: **PERFIL-SECCIÓN TIPO**	ANEXO: Plano 01/02
INGUNE Ingeniería del Terreno	GEÓLOGO: Gorka Iglesias de Francisco (Col. nº3899)	CLIENTE:AYUNTAMIENTO DE ZEBERIO	ESCALA: 1:100 / FECHA: 2026-04-17



LEYENDA

I	Rellenos antrópicos
II	Coluvial-aluvial
II	Macizo rocoso
C-1	Calicata de investigación

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA SOSTENIMIENTO DE TALUD EN CAMINO ACCESO AL BARRIO DE ASTIBIL, ZEBERIO (BIZKAIA)		PLANO: **PERFIL-SECCIÓN TIPO**	ANEXO: Plano 02/02
INGUNE Ingeniería del Terreno	GEÓLOGO: Gorka Iglesias de Francisco (Col. nº3899)	CLIENTE:AYUNTAMIENTO DE ZEBERIO	ESCALA: 1:25 / FECHA: 2026-04-17