

**ANEJO A-1**  
**ANEJO GEOTÉCNICO**

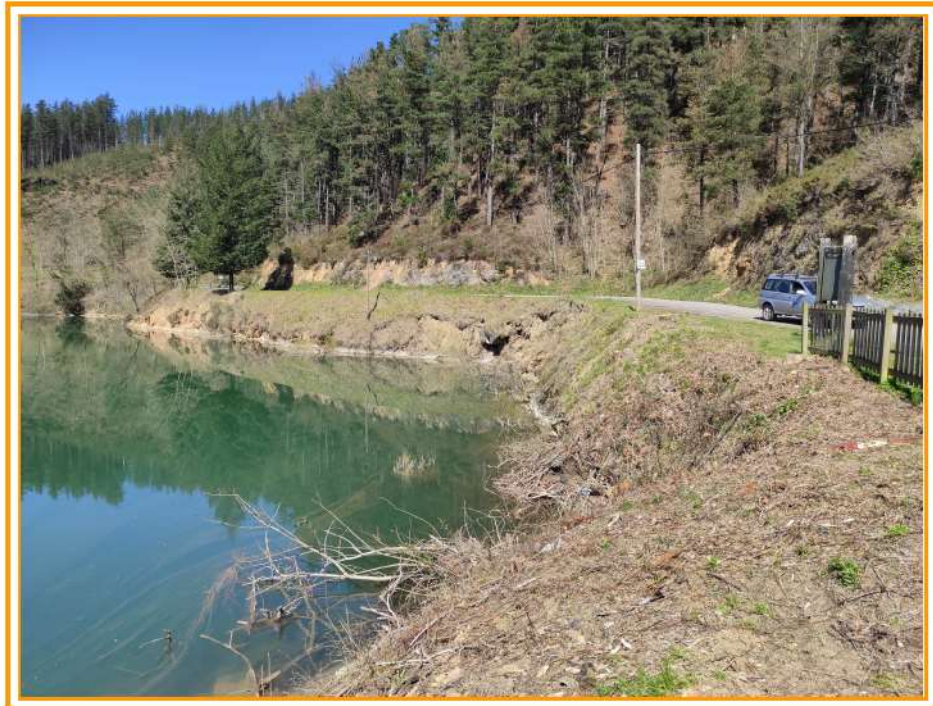
**ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD SITUADO  
EN EL ESTRIBO IZQUIERDO DE LA PRESA DE URKULU  
- ARETXABAETA -**

*“Informe geotécnico. Estabilización de un talud situado en el estribo izquierdo de la presa de Urkulu – Aretxabaeta –“ (T-210307).*



Gipuzkoako Ur Kontsortzioa  
Gipuzkoako Urak

**INFORME GEOTÉCNICO**  
**ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD**  
**SITUADO EN EL ESTRIBO IZQUIERDO**  
**DE LA PRESA DE URKULU**  
**- ARETXABALETA -**



**T-210307 – Abril 2021**



Parque Empresarial ZUATZU • Zubiberri Bidea nº 29  
Edificio Ondarreta, Planta 2ª • Local 5  
20018 Donostia • San Sebastián  
Tfno.: 943 31 04 71 • Fax: 943 31 04 73  
E-mail: [ikerlur@ikerlur.com](mailto:ikerlur@ikerlur.com)





**INFORME GEOTÉCNICO**

**ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD**

**SITUADO EN EL ESTRIBO IZQUIERDO**

**DE LA PRESA DE URKULU**

**- ARETXABALETA -**

**T-210307**

**Abril 2021**

## ÍNDICE

<b>1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .1</b>	
<b>2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO .....</b>	<b>6</b>
2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES .....	6
2.2.- SUELO COLUVIAL .....	7
2.3.- SUSTRATO ROCOSO.....	7
2.4.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	8
2.5.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS.....	9
2.6.- INESTABILIDADES .....	9
<b>3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD.....</b>	<b>11</b>
<b>4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>12</b>
4.1.- SOLUCIONES ESTABILIZADORAS PROPUESTAS.....	12
4.1.1.- <i>Estabilización mediante pantalla de micropilotes .....</i>	<i>13</i>
4.1.2.- <i>Estabilización mediante escollera .....</i>	<i>14</i>
4.1.3.- <i>Drenaje de aguas superficiales.....</i>	<i>14</i>
4.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA ..	15

## **FIGURAS**

- Figura 1.- Plano de Situación. E= 1/25.000
- Figura 2.- Planta Geotécnica General. E= 1/200
- Figura 3.- Corte interpretado del terreno por P-1. E= 1/200

## **REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

## **APÉNDICES**

- A-1.- Escala de meteorización de la roca
- A-2.- Clave de descripción y Clasificación de suelos
- A-3.- Registro de sondeos
- A-4.- Ensayos de campo y de laboratorio
- A-5.- Registro de medidas inclinométricas

## **1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

En el presente Informe, se exponen las conclusiones y recomendaciones relativas al Estudio Geotécnico efectuado en el estribo izquierdo de la presa de Urkulu, en Aretxabaleta, donde recientemente se ha producido un deslizamiento.

En febrero de 2021 se produjo un pequeño deslizamiento muy próximo al estribo izquierdo de la presa, afectando al camino que rodea al embalse en un tramo de unos 35,00 m.

A petición del Consorcio de Aguas de Gipuzkoa, se realizó una visita de carácter geotécnico el día 10 de febrero, por un Ingeniero de Caminos de IKERLUR especialista en Geotecnia, para comprobar la estabilidad a corto plazo del talud.

En estas circunstancias actuales, el Consorcio de Aguas de Guipuzkoa desea que se analicen las condiciones de estabilidad del tramo deslizado aportándose, si fueran necesarias, diversas alternativas de estabilización.

El presente Estudio ha sido realizado para CONSORCIO DE AGUAS DE GIPUZKOA, tras la aprobación de la oferta de IKERLUR O-210214 fechada el 22 de febrero de 2021.

El objeto de este Estudio es determinar la naturaleza y características geotécnicas del tramo deslizado, conocer las condiciones de estabilidad que presenta actualmente y proponer, en su caso, las medidas de estabilización necesarias que permiten obtener un factor de seguridad suficiente a largo plazo, garantizando la seguridad del camino.

El Consorcio de Aguas de Gipuzkoa desea también que, una vez elegida la alternativa de estabilización que se considere más idónea para la ladera, actualmente en condiciones de estabilidad muy estrictas, se desarrolle un Proyecto de Construcción para llevar a cabo las obras necesarias para su ejecución.

El área investigada se indica en el Plano de situación de la Figura 1, a escala 1/25.000, y con más detalle en la Planta Geotécnica General, a escala 1/200 (Figura 2), donde se muestra la situación actual de la zona. En el REPORTAJE FOTOGRÁFICO se adjunta una vista aérea de la zona investigada, así como diferentes fotografías panorámicas que reflejan el estado actual.

El Informe se ha elaborado conforme a la metodología que a continuación se describe, habiéndose completando las siguientes etapas:

A- Consulta de la bibliografía geológica de la zona

Se han recopilado aquellos datos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos de interés preexistentes (Mapa Geológico del Ente Vasco de la Energía –EVE– a escala 1/25 000, Hojas 88-III – Mondragón –).

B- Cartografía geológico-geotécnica

Reconocimiento de la superficie de la parcela y realización de un levantamiento geológico-geotécnico sobre topografía a escala 1/1.000.

En esta Planta Geotécnica (Figura 2) se visualizan las acumulaciones de suelos y roca existentes en la parcela, así como los puntos de reconocimiento efectuados para este estudio. También se indica, aproximadamente, la zona afectada por el deslizamiento.

C- Reconocimientos del terreno

C.1- Sondeos geotécnicos

El reconocimiento directo del subsuelo ha consistido en la ejecución de un sondeo (S-01), de 10,00 m de profundidad.

El sondeo se perforó a rotación, con extracción continua de testigo. De la dirección y supervisión de la campaña de sondeo se encargó un Ingeniero de Caminos de IKERLUR con amplia experiencia en Geotecnia, que se responsabilizó del registro completo de los testigos obtenidos, así como de la supervisión de la toma de muestras.

En el sondeo se instaló una tubería inclinométrica para el control de movimientos del deslizamiento. Los resultados de las mediciones realizadas se pueden ver en el Apéndice A-5.

La perforación del sondeo y toma de muestras corrió a cargo de IKERLUR, empresa acreditada e incorporada al Registro General de laboratorios de ensayos para el control de la calidad de la edificación-Lecce del CTE (Ministerio de Fomento) con el código RG LECCE: PVS-L-026 para el área de actuación de GEOTECNIA.

Las Técnicas de prospección fueron llevadas a cabo de acuerdo al Real Decreto 1627/1997 (Seguridad y salud en el desarrollo de los trabajos).

El registro del sondeo efectuado se presenta en el Apéndice A-3 que incluye, a su inicio, la “Tabla resumen SONDEOS” donde se presenta para cada punto la cota de emboquille, la profundidad final y la profundidad de aparición de la roca sana.

#### D- Ensayos de penetración estándar –SPT– y toma de muestras

Durante la perforación de los sondeos, se efectuaron los siguientes ensayos SPT y toma de muestras:

- ✓ 2 ensayos de penetración estándar –SPT–
- ✓ 1 muestra parafinada de roca



La profundidad de las muestras extraídas, con los golpes obtenidos, se recopilan en la “Tabla -Resumen muestras y ensayos SPT” que se presenta al comienzo del Apéndice A-4.

#### E- Ensayos de campo y de laboratorio

A partir de una muestra parafinada obtenida en el sondeo se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

- ✓ 1 ud. transporte de muestras al laboratorio.
- ✓ 1 ud. apertura y descripción de muestra.
- ✓ 1 ud. de determinación de la agresividad química de la roca (contenido de sulfatos solubles y acidez Baumann-Gully).
- ✓ 1 ud. de resistencia a compresión simple de testigo de roca.

Los ensayos de laboratorio fueron efectuados por GEOTEK Cantabria, SLP (nombre comercial GTK Laboratorio geotécnico) laboratorio acreditado e incorporado al Registro General de laboratorios de ensayo para la calidad de la edificación del CTE (Ministerio de Fomento) con el código RG LECCE: CTBL-L-008 para el área de actuación de ensayos de geotecnia (GT).

Los resultados de todos estos ensayos se incluyen en Apéndice A-4.

#### F- Figuras

Los datos de campo obtenidos sirvieron para completar la Planta Geotécnica General a escala 1/200 (Figura 2), elaborándose posteriormente un corte interpretado del terreno a escala 1/200 (Figura 3), por el perfil P-1 indicado en la Figura 2. Este corte resulta indispensable a la hora de visualizar las diferentes capas del subsuelo.

## G- Conclusiones

En fase de gabinete, tras el análisis de los datos de campo y laboratorio, y los cálculos efectuados, se redactaron las conclusiones y recomendaciones del Estudio Geotécnico que, junto a los planos, diagramas y registros, conforman el presente Informe.

A continuación, en el Apartado 2 se describen las características del terreno en la parcela, redactándose las conclusiones y recomendaciones del Informe en el Apartado 3.

Se completa el Informe con las Figuras indicadas anteriormente, con el Reportaje fotográfico de la zona investigada, y finalmente con una serie de apéndices que incluyen: en A-1, la “Escala de meteorización de la roca”; en A-2, una “Clave de descripción de suelos” y una tabla con el “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS”; en A-3, el registro de los sondeos; en A-4, los ensayos de campo y de laboratorio efectuados y por último, en A-5, el registro de las medidas inclinométricas realizadas.

## **2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO**

La zona investigada ocupa en planta una superficie de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>. La cota en la zona del camino afectado por el deslizamiento, desde donde comienza el mismo, se sitúa aproximadamente en la +343,00 m. La cota al pie del deslizamiento, coincidiendo con la superficie del agua del embalse, se sitúa alrededor de la +335,00 m.

La ladera afectada presenta una dirección Noroeste-Sureste, orientándose hacia el Suroeste. La longitud del tramo afectado por el deslizamiento es de algo menos de 35,00 m.

En la Figura 1, a escala 1/25 000, puede verse un Plano de situación de la zona y más detalladamente, en la Planta Geotécnica General a escala 1/200 de la Figura 2, donde se indican las zonas de suelo y roca registradas. También, en el REPORTAJE FOTOGRÁFICO se incluye una fotografía aérea del estado de la parcela (año 2019), así como unas vistas obtenidas durante la fase de investigación.

En el Apéndice A-3 se adjunta el registro y las fotografías del sondeo ejecutado para este Estudio.

En el corte interpretado del terreno de la Figura 3, a escala 1/200, se puede observar la distribución en profundidad de las diferentes capas del terreno

A continuación, se describen, en diferentes subapartados, las características de los distintos materiales presentes en el subsuelo de la zona estudiada, así como las condiciones hidrológicas de la misma.

### **2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES**

Se trata de rellenos artificiales ejecutados para la ejecución del camino que rodea el embalse.

Se trata de una pequeña capa de rellenos, formados principalmente por gravas grises con indicios de arcilla y arena, de densidad media. El espesor de estos rellenos es de 0,60 m.

En el Apéndice A-2 se adjunta una Clave de descripción y Clasificación de suelos (S.U.C.S.), que deberá consultarse para comprender la terminología seguida en las descripciones del terreno.

## **2.2.- SUELO COLUVIAL**

Por debajo de esta capa de rellenos, se ubica el terreno natural de origen coluvial, formado por gravas grises y marrones con bastante arcilla y algo de arena (GC según la Clave de descripción y Clasificación de suelos (S.U.C.S.) del Apéndice A-2), de densidad floja a media. El espesor de esta capa es de 3,40 m.

Se ha realizado un ensayo SPT en esta capa. Donde se ha obtenido un resultado de  $N_{SPT} = 4$ .

## **2.3.- SUSTRATO ROCOSO**

El sustrato rocoso presente en el subsuelo de la parcela investigada es de edad Cretácico Inferior (Albiense-Cenomaniense), compuesto por limolitas negras con intercalaciones de arenisca en pequeñas proporciones.

Se ha alcanzado el sustrato rocoso bajo la capa coluvial, presentándose al inicio en estado moderadamente meteorizado (Grado III de la Escala de meteorización de la roca que se presenta en el Apéndice A-1).

La roca sana (Grado II) se obtiene a 5,20 m de profundidad.

Se ha efectuado un ensayo de compresión simple sobre un testigo de roca sana extraído en el sondeo, obteniéndose un valor de resistencia a la compresión simple de  $q_u = 168,25 \text{ kp/cm}^2$ .

En cuanto a la estructura de la roca, la estratificación de la zona presenta valores medios de dirección de buzamiento/ buzamiento próximos a 020°/60°.

Se han obtenido valores RQD de alrededor de entre el 10% y el 80%, con predominio de un RQD del 80%, correspondientes a roca de calidad alta.

En la Figura 2 se indica la profundidad de aparición de la roca comprobada en el sondeo S-01.

En el corte interpretado del terreno de la Figura 3, a escala E= 1/200, se puede observar la distribución en profundidad de las capas del terreno descritas, así como el contacto aproximado de los rellenos con la roca (— · —) y la roca meteorizada con la roca sana (— · · —).

#### **2.4.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS**

En el Cuadro I se presentan los parámetros geotécnicos de las diferentes capas del terreno.

Los parámetros geomecánicos se han obtenido mediante los diferentes ensayos realizados “in situ” y en laboratorio, confrontándose también con los valores orientativos establecidos para estos materiales en el CTE y en la bibliografía existente. Por otro lado, todos estos parámetros están suficientemente avalados por la experiencia de IKERLUR en este tipo de terrenos.

En alguno de estos parámetros existe dificultad a la hora de establecer unos valores específicos, ya que puede existir una ligera variabilidad entre unas zonas y otras dentro de la misma parcela. En estos casos se ha optado por establecer unos intervalos generales de mínimos y máximos. Los valores más frecuentes se encontrarán en la parte central de este intervalo.

	Relleno artificial	Suelo coluvial	Roca meteorizada	Roca sana
Densidad aparente $\gamma_{ap}$ (kN/m <sup>3</sup> )	17 – 19	18 – 20	20 – 23	26 – 27
Rozamiento interno $\phi'$ (°)	25 – 35	25 – 35	30 – 40	35 – 45
Cohesión C' (kN/m <sup>2</sup> )	0 – 5	5 – 10	50 – 100	150 – 300
Resistencia a compresión simple $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	—	300 – 500	500 – 5.000	1.000 – 5.000
Módulo de elasticidad E (MN/m <sup>2</sup> )	40 – 200	100 – 500	500 – 1.000	500 – 8.000
Coefficiente de permeabilidad $k_z$ (m/s)	10 <sup>-1</sup> – 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-9</sup>

**Cuadro I.- Parámetros geotécnicos del terreno**

## 2.5.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS

Al finalizar la ejecución del sondeo S-01, se instaló en el mismo una tubería inclinométrica para el control de los desplazamientos del terreno. Gracias a esta tubería, también se puede medir el nivel freático de la zona.

El día 9 de abril de 2021, coincidiendo con la medida “0” del inclinómetro, se registró el nivel freático a 3,90 m de profundidad.

El día 16 de abril de 2021, coincidiendo con la primera medida del inclinómetro, se registró el nivel freático a 4,50 m de profundidad.

## 2.6.- INESTABILIDADES

La zona investigada está afectada por un deslizamiento que tiene una anchura de unos 32,00 m, el cual afecta al bidegorri que circula por el borde del camino que rodea el embalse, observándose grietas de diferente tamaño.

Se trata de un deslizamiento generado, principalmente, por la circulación de agua a través del terreno que compone la ladera.

En el apartado 3 de “Análisis de estabilidad” se examinan las condiciones de estabilidad de dicho talud.

### **3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD**

En la Planta Geotécnica General de la Figura 2 se indican las grietas generadas a raíz del deslizamiento, lo que da una idea de las dimensiones del mismo.

Dado que la ladera se caracteriza por presentarse una acumulación de suelo coluvial sobre el macizo rocoso y la vista del deslizamiento observado, se puede corroborar que es el coluvial quien está deslizando.

Además, tras analizar las medidas inclinométricas realizadas, las cuales se pueden observar en el Apéndice A-5, se puede observar que se trata de un movimiento que afecta a los primeros 4,50 m del terreno aproximadamente.

Esto corrobora el desplazamiento del terreno por encima del sustrato rocoso sano.

La circulación de agua a través del terreno, ha ayudado a que disminuyan los parámetros del mismo tales como su cohesión y fricción, lo que unido al tiempo que tiene dicha ladera, posibilite su movimiento.

Con las fotos adjuntadas en el Reportaje fotográfico se puede concluir que se trata de un deslizamiento tipo, al estar claramente marcado su inicio en coronación de talud y su final, al pie del mismo, en el borde del embalse.



#### **4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Seguidamente, se exponen las conclusiones y recomendaciones relativas al Estudio Geotécnico realizado para conocer las condiciones de estabilidad de un talud situado en el estribo izquierdo de la presa de Urkulu, en Aretxabaleta, donde se produjo un deslizamiento el pasado febrero.

La masa deslizada está formada por rellenos y suelos coluviales, que han deslizado sobre el macizo rocoso moderadamente meteorizado. El deslizamiento tiene una longitud de algo menos de 35,00 m y una anchura de unos 15,00 m.

Las características del terreno ya han sido descritas en el Capítulo 2 de este Estudio y se visualizan en la Planta Geotécnica General de la Figura 2, escala 1/250.

En la Figura 1 se presenta un Plano de situación a escala 1/25.000, incluyéndose unas fotografías del estado actual del talud, pie de talud y coronación, en el Reportaje Fotográfico.

Se ha analizado en primer lugar las condiciones generales de estabilidad que presenta el talud, teniendo en cuenta que predomina el terreno coluvial, el cual descansa sobre el macizo rocoso.

Posteriormente, se han estudiado algunas alternativas para la estabilización del talud.

##### **4.1.- SOLUCIONES ESTABILIZADORAS PROPUESTAS**

Una vez realizado el estudio de campo y observados los resultados de las medidas inclinométricas, se determina que el talud necesita una estabilización para impedir el avance del movimiento.

A continuación, se describen las actuaciones estabilizadoras posibles.

#### 4.1.1.- Estabilización mediante pantalla de micropilotes

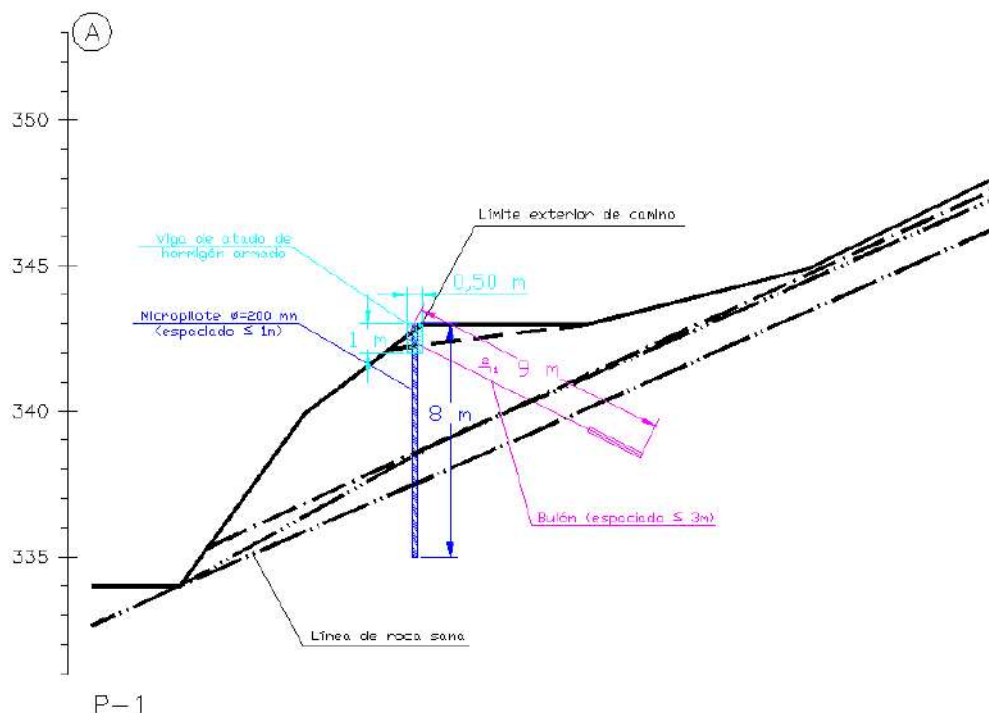
Como primera opción, se recomienda la estabilización del talud mediante una pantalla de micropilotes, ejecutada en la coronación del talud a lo largo del borde del camino.

Dicha pantalla se ejecutaría con micropilotes de 8,00 m de longitud, diámetro 200 mm y separación entre ejes de micros no superior a 1,00 m. Previsiblemente, la armadura será tubular de acero N-80 de 139,7 mm de diámetro exterior y 12 mm de espesor.

Las cabezas se unirían con la correspondiente viga de atado, que podría ir anclada al terreno con bulones de 9,00 m de longitud y diámetro a determinar en el cálculo.

Se perforarían con una inclinación 2(H):1(V) ( $\approx 26,5^\circ$ ) y el espaciado entre ellos no sería superior a 3,00 m.

En el Croquis I adjunto se ha dibujado la disposición del elemento descrito.



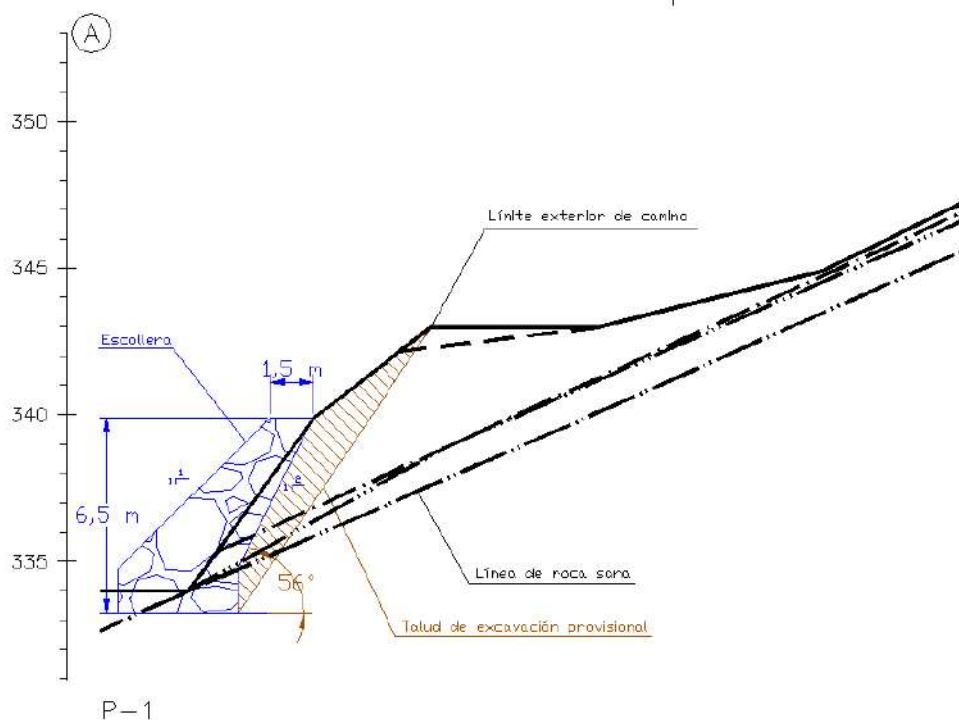
*Croquis I. Pantalla de micropilotes*

#### 4.1.2.- Estabilización mediante escollera

Como segunda opción, se ha considerado la ejecución de una escollera al pie del talud, en el borde del embalse.

Dicha escollera debería de tener unos 1,50 m en coronación y 6,50 m de altura, empotrándose al menos 1,00 m en roca sana.

En el Croquis II adjunto se ha dibujado la disposición de la escollera y el talud de excavación provisional para la construcción de la misma.



*Croquis II. Escollera a pie de talud*

#### 4.1.3.- Drenaje de aguas superficiales

Cualquiera que sea la alternativa de estabilización adoptada, es recomendable revisar la red de drenaje de la ladera.

También es conveniente comprobar si las salidas del drenaje son las más adecuadas o en su caso, aprovechando las obras de estabilización, modificar su ubicación.

#### **4.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA**

Se recomienda que los trabajos de estabilización de talud sean supervisados por personal técnico especialista en Geotecnia, que a la vista de las características del terreno compruebe que éstas se ajustan a las descritas en el presente Informe, e introduzca en su caso las modificaciones que considere necesarias.

En concreto, el equipo Técnico deberá realizar, al menos, los siguientes trabajos:

- a.- Comprobará si el comportamiento del terreno se corresponde con lo previsto en el Estudio Geotécnico.
- b.- Se encargará de comprobar la correcta ejecución de las excavaciones necesarias para la ejecución de la estabilización.
- c.- Se encargará de comprobar el correcto apoyo y empotramiento de los elementos de estabilización.
- d.- Revisará los aspectos hidrogeológicos que pudieran afectar al comportamiento de las obras.

Donostia/San Sebastián, a 28 de abril de 2021.



**Fdo.: Ioseba Jugo Meabe**  
Ingeniero de Caminos  
(Col. N.º: 6.963)

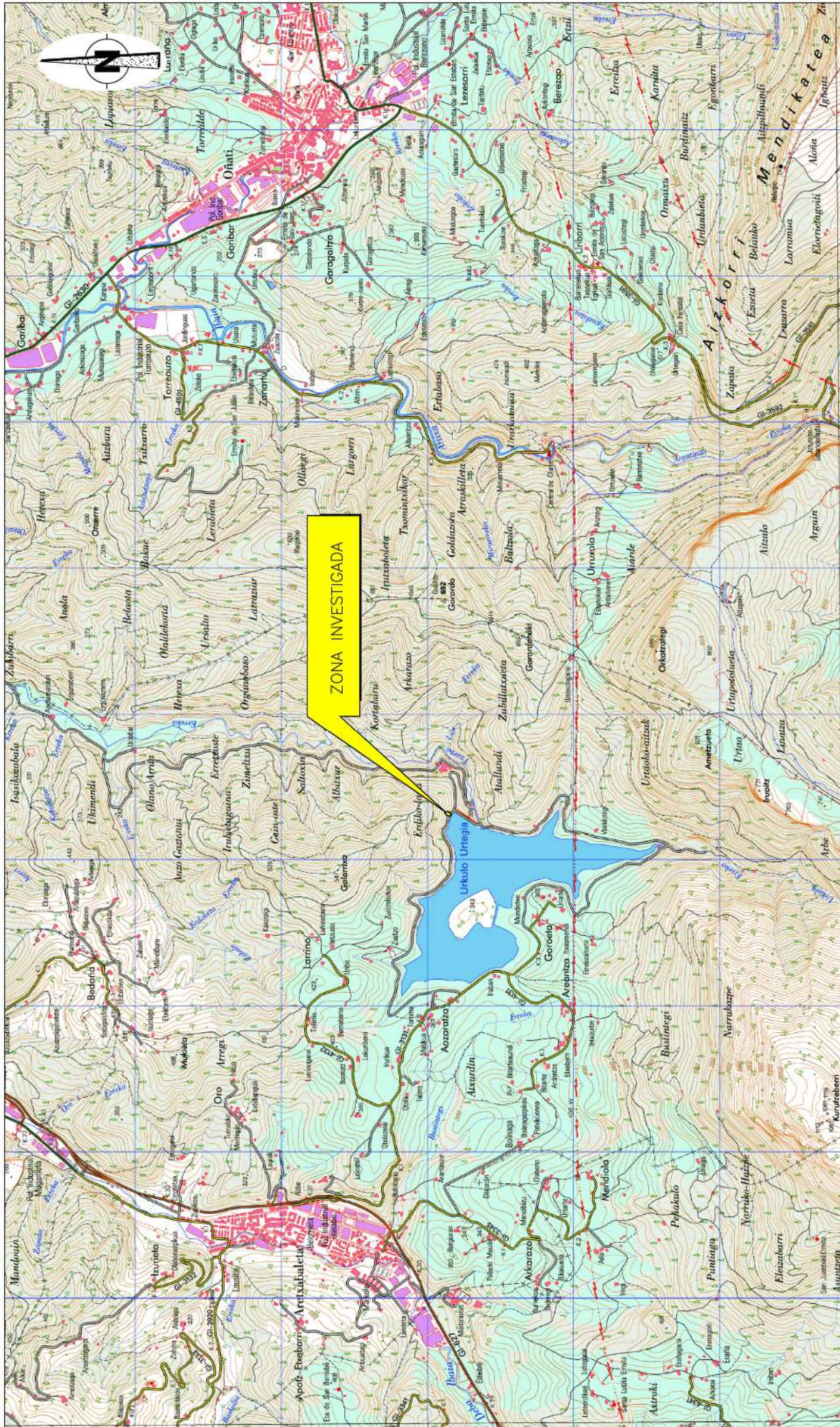


**Fdo.: Iñaki Ibarbia Ilarraz**  
Geólogo  
(Col. N.º: 1.452)



**Fdo.: Alejandro Bocanegra Manzano**  
Ingeniero de Caminos  
(Col. N.º: 32.430)

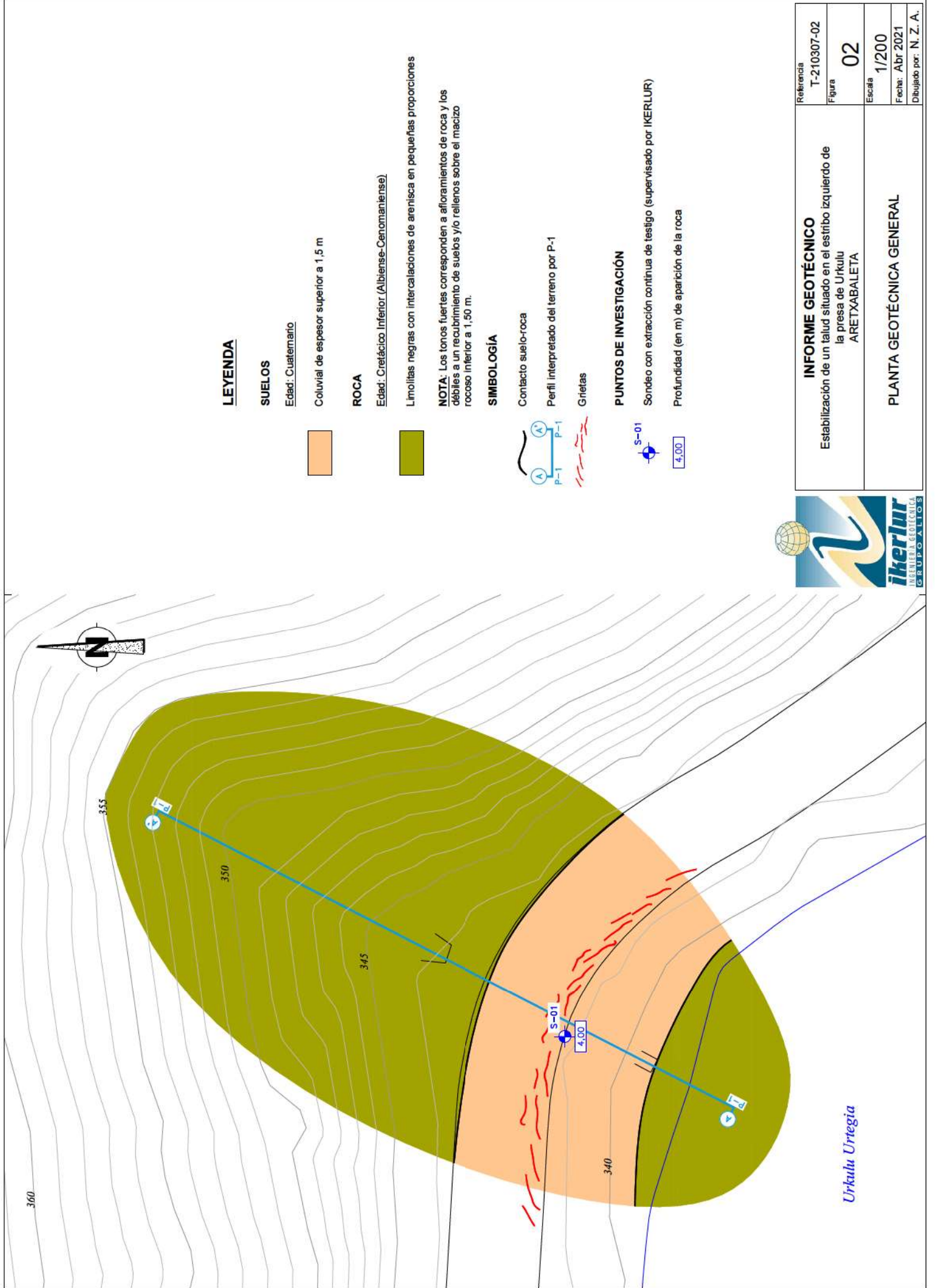
## FIGURAS



Referencia	T-210307-01
Figura	01
Escala	1/25.000
Fecha:	Abr 2021
Dibujado por:	N. Z. A.

**INFORME GEOTÉCNICO**  
 Estabilización de un talud situado en el estribo izquierdo de  
 la presa de Urdulua  
 ARETXABALETIA

**PLANO DE SITUACIÓN**







## REPORTAJE FOTOGRÁFICO



VISTA AÉREA DE LA ZONA INVESTIGADA (AÑO 2019)  
E=1/1.000



**INFORME GEOTÉCNICO**

Estabilización de un talud situado en el estribo izquierdo de la presa de Urkulu  
ARETXABALETA

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Referencia  
T-210307-F01

Hoja

1 de 2

Fecha: Abr 2021

Dibujado por: N. Z. A.



TALLUD EN ZONA NORTE DEL TRAMO



ZONA SUR DEL DESLIZADO



TALUD AL ESTE DEL TRAMO DESLIZADO



TALUD AL OESTE DEL TRAMO DESLIZADO



**INFORME GEOTÉCNICO**  
Estabilización de un talud situado en el estribo izquierdo de  
la presa de Urkulu  
ARETXABALETA

Referencia  
T-210307-F01  
Hoja

2 de 2

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Fecha: Abr 2021  
Dibujado por: N. Z. A.

## APÉNDICES

---

**A-1**

**Escala de meteorización de la roca**

---

## ESCALA DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA <sup>1</sup>

Grado de meteorización	Denominación	Criterios de reconocimiento
<b>I</b>	<b>Sana</b>	Roca no meteorizada. Conserva el color y el lustre en toda la masa.
<b>II</b>	<b>Sana con juntas teñidas de óxido</b>	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre ellas mantiene el color y el lustre de la roca sana.
<b>III</b>	<b>Moderadamente Meteorizada</b>	Claramente meteorizada a través de la petrofábrica reconociéndose el cambio de color respecto de la roca sana. El cambio de color puede ser desde simples manchas a variación de color en toda la masa, generalmente a colores típicos de óxidos de hierro, la resistencia de la roca puede variar desde muy análoga a la roca grado II a bastante más baja, pero tal que <i>trozos de 25 cm<sup>2</sup> de sección no pueden romperse a mano.</i>
<b>IV</b>	<b>Muy Meteorizada</b>	Roca intensamente meteorizada, que puede desmenuzarse y romperse a mano, aunque sus elementos son perfectamente reconocibles.
<b>V</b>	<b>Completamente Meteorizada</b>	Material con aspecto de suelo, completamente descompuesto por meteorización "in-situ", pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original. Los elementos constitutivos de la roca se encuentran diferenciados, aunque totalmente descompuestos.

<sup>1</sup> Escala de meteorización de las rocas sedimentarias detríticas (Basada en la de D.G. Moye)

---

**A-2**

**Clave de descripción y Clasificación de suelos**

---



## CLAVE DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

### CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE SUELO SEGÚN SU TAMAÑO <sup>1</sup>

Tipo de suelo	Denominación	Tamaño de partículas en mm.
<b>GRANO MUY GRUESO</b>	Bloques Grandes	> 630
	Bloques	> 200 a 630
	Bolos	> 63 a 200
<b>GRANO GRUESO</b>	Grava Gruesa	> 20 a 63
	Grava Media	> 6,3 a 20
	Grava Fina	> 2,0 a 6,3
	Arena Gruesa	> 0,63 a 2,0
	Arena Media	> 0,2 a 0,63
	Arena Fina	> 0,063 a 0,2
<b>GRANO FINO</b>	Limo	> 0,002 a 0,063
	Arcilla	≤ 0,002

### Descripción adicional de FRACCIONES SECUNDARIAS

Descripción	Proporción (% en peso)
Aplica a grava-arena-limo-arcilla: Indicios	5 a 10
Algo	10 a 20
Bastante	20 a 35
sufijo OSO / OSA	35 a 50

### SUELOS DE GRANO GRUESO – Densidad relativa según ENSAYO S.P.T.

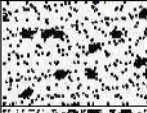





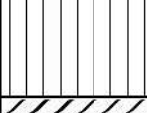

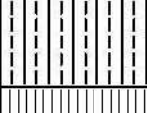
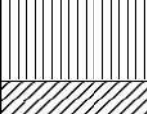
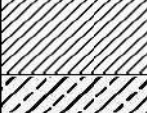
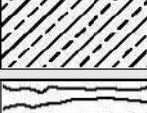
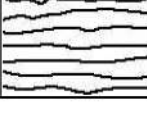
Densidad	Golpeo S.P.T. / 30 cm.
Muy Flojo	< 5
Flojo	5 a 10
Medianamente Denso	11 a 30
Denso	31 a 50
Muy Denso	> 50

### SUELOS DE GRANO FINO – Resistencia según COHESIÓN sin drenaje

Resistencia	Cohesión (Kp/cm <sup>2</sup> )
Muy blando	< 0,125
Blando	0,125 a 0,25
Moderadamente Firme	0,25 a 0,50
Firme	0,50 a 1
Muy Firme	1 a 2
Duro	> 2

<sup>1</sup> Fuente: UNE-EN ISO 14688-1:2003-Ingeniería geotécnica-Identificación y clasificación de suelos

## SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

GRUPOS PRINCIPALES		Símbolo GRÁFICO	Símbolo LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
<b><u>SUELOS DE GRANO GRUESO</u></b> Más del 50% material <u>retenido</u> por tamiz nº 200	<b>GRAVA Y SUELOS CON GRAVA</b> Más del 50% fracción gruesa <u>retenida</u> por tamiz nº 4	GRAVA LIMPIA		GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo.
	<b>ARENA Y SUELOS ARENOSOS</b> Más del 50% fracción gruesa <u>pasa</u> por tamiz nº 4	GRAVA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-limo
		ARENA LIMPIA		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
<b><u>SUELOS DE GRANO FINO</u></b> Más del 50% material <u>pasa</u> por tamiz nº 200	<b>LIMO Y ARCILLA</b> Límite líquido <u>menor</u> de 50		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos	
			CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras	
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas	
	<b>LIMO Y ARCILLA</b> Límite líquido <u>mayor</u> de 50		MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas, o suelos limosos	
			CH	Arcillas inorgánicas muy plástica, arcillas grasas	
	OH	Limos orgánicos de plasticidad mediana o muy plásticas, limos orgánicos			
<b><u>SUELOS MUY ORGÁNICOS</u></b>			PT	Turba, humus, suelos de pantanos con mucha materia orgánica.	

---

**A-3**

**Registro de sondeos**

---

- Tabla resumen sondeos
- Presentación del registro de sondeos

Ref. Trabajo: **T-210307** Talud presa Urkulu  
Localidad: ARETXABALETA

Sondeo	Cota inicio (m)	Prof. roca METEORIZADA (m)	Prof. roca SANA (m)	Profundidad FINAL (m)	Fecha inicio sondeo	Fecha fin sondeo
<b>S-01</b>	342.800	4.00	5.00	10.00	29-03-21	30-03-21



---

**A-4**

**Ensayos de campo y de laboratorio**

---

- Resumen de ensayos SPT y muestras extraídas
- Resultados de ensayos de campo y laboratorio

Ref. Trabajo: **T-210307** Talud presa Urkulu

Localidad: ARETXABALETA

Sondeo	Prof. superior (m)	Prof. inferior (m)	MUESTRA	Golpeo1	Golpeo2	Golpeo3	Golpeo4
S-01	1.50	2.10	SPT-A-01	3	3	1	1
S-01	4.80	5.00	SPT-A-02	8	50		
S-01	6.70	7.00	MP-01				

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Subcontratados a:

- **GTK LABORATORIO GEOTÉCNICO**



## INFORME DE RESULTADOS

**INFORME Nº:** E240421

**REF. GTK:** 8154

**PETICIONARIO:** IKERLUR GEOLOGÍA Y GEOTECNIA  
Edificio Ondarreta, Planta 2ª, Local 5  
20018 SAN SEBASTIÁN

**SOLICITUD / OBRA:**  
Ensayos de rocas / T210307 Aretxabaleta (Gipuzkoa).

El presente Informe técnico se emite bajo las condiciones siguientes:

1. Se prohíbe la reproducción total o parcial de los datos presentados.
2. La información contenida en este documento es estrictamente confidencial. **GTK Laboratorio Geotécnico** no facilitará información relativa a este Informe a terceras personas, salvo autorización escrita del cliente o en los casos previstos por las leyes vigentes.
3. Los resultados de ensayos tienen valor únicamente en relación con las muestras referidas en las actas.
4. **GTK Laboratorio Geotécnico** emplea para la realización e interpretación de los ensayos y pruebas, el personal y los medios adecuados en cada caso, no aceptando más responsabilidad ni obligaciones que la repetición gratuita de los ensayos sobre nuevas muestras, en el caso de fallos ajenos a su intención.
5. **GTK Laboratorio Geotécnico** no se responsabiliza de la veracidad de los datos aportados por el cliente.
6. **Información básica sobre Protección de datos.** Responsable: GTK LABORATORIO GEOTÉCNICO, SL. Finalidad: Prestar los servicios solicitados y enviar comunicaciones comerciales vía electrónica. Legitimación: Ejecución de un contrato, interés legítimo del Responsable. Destinatarios: Están previstas cesiones de datos a: Administración Tributaria, Entidades financieras. Derechos: Tiene derecho a acceder, rectificar y suprimir los datos, así como otros derechos, indicados en la información adicional, que puede ejercer dirigiéndose a [info@atklaboratorio.com](mailto:info@atklaboratorio.com) o barrio Iseca Vieja, 51 -39776- Liendo (Cantabria). Procedencia: El propio interesado. Información adicional: <https://www.gtklaboratorio.com/politica-de-privacidad>.

El presente informe consta de 5 hojas, incluida ésta.

En Liendo, a 23 de abril de 2021

Pablo Salvarrey Isequilla  
Geólogo Colegiado nº 3974



Director de Laboratorio

Ignacio San José Carrasco  
Geólogo Colegiado nº 3972



Director Técnico

**RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS**

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		T210307 Aretxabaleta		Ikerlur, S.L.	
<b>Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS</b>		8154			
<b>LOCALIZACIÓN</b>	CALICATA / SONDEO	S1			
	TIPO DE MUESTRA	MP1			
	PROFUNDIDAD (m)	6,70-7,00			
<b>ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO</b>	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.				
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 $\mu$ (%)			
		SUPERIOR A 5mm (%)			
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W <sub>L</sub>			
		LÍMITE PLÁSTICO W <sub>p</sub>			
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I <sub>p</sub>			
	HUMEDAD NATURAL W(%)				
	DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )				
	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )				
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm <sup>3</sup> )				
<b>ENSAYOS QUÍMICOS</b>	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)				
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)		236		
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO <sub>4</sub> /kg)		94		
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)				
	CONTENIDO EN YESO (%)				
	CONTENIDO EN SALES (%)				
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO <sub>3</sub> )				
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)				
<b>ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD</b>	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa				
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)				
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)				
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)				
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)				
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)				
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)				
	MODULOS Edométrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)				
<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA</b>	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)				
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)				
	COHESIÓN (kPa)				
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)		16,50		
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)				
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)				
<b>ENSAYOS DE COMPACTACIÓN</b>	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm <sup>3</sup> )				
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)				
	ÍNDICE C.B.R. 100%				
	ÍNDICE C.B.R. 95%				



**APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS**

PETICIONARIO (CLIENTE):	Ikerlur, S.L.		
OBRA:	T210307 Aretxabaleta		
REALIZADO POR:	MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME Nº:	E240421
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:	23/04/2021

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
8154	6,70-7,00	S1	MP1	Negativa					

La fotografía de la muestra se puede ver en el ensayo de rotura a compresión.

Lutitas de color gris oscuro - negro

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Observaciones:

\_\_\_\_\_

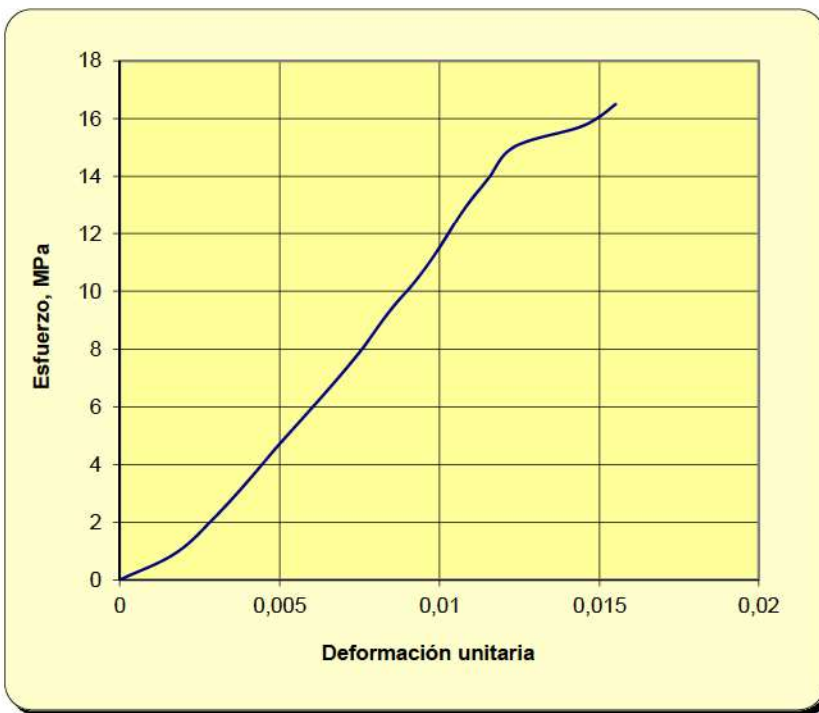
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	8154	Informe Nº:	E240421
Muestra (Origen / Profundidad):	S01	6,70-7,00 m	
Fecha de Toma:	30/03/2021		
Fecha de Ensayo:	19/04/2021	Fecha de emisión del Informe:	23/04/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	T210307 Aretxabaleta		Ikerlur, S.L.

Diámetro de la probeta D (cm)	7,14	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	1960,90
Altura de la probeta L (cm)	17,67	PESO PROBETA SECA + tara	1912,89
Carga de rotura P (Kg)	6739	TARA	142,06
Humedad (%)	2,71	AGUA	48,01
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,57	ROCA SECA	1770,83
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,50		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P / (\pi D^2 / 4)$ , MPa		16,50	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES:



Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
	<b>DURABILIDAD DEL HORMIGÓN. SUELOS AGRESIVOS (UNE-EN 16502; UNE 83963)</b>	

Nº Referencia Muestra:	8154	Informe Nº:	E240421
Muestra (Origen / Profundidad):	S01	6,70-7,00 m	
Fecha de Toma:	30/03/2021		
Fecha de Ensayo:	20/04/2021	Fecha de emisión del Informe:	23/04/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	T210307 Aretxabaleta		Ikerlur, S.L.

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	5,9
<b>Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)</b>	<b>236</b>

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	59,0735
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	59,0849
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0114
mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kilo de suelo = 411,6 x P / M	93,8448
<b>Contenido en ión SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (%) (UNE 83963)</b>	<b>0,009</b>


DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	236	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kilo de suelo)	94	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

#### EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo presenta agresividad Débil para el hormigón

#### OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

  
 Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio

  
 Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

---

**A-5**

**Registro de medidas inclinométricas**

---



**RESULTADOS MEDICIONES INCLINOMÉTRICAS  
DESPLAZAMIENTO ACUMULADO**

**INCLINÓMETRO I-264  
EJE A**

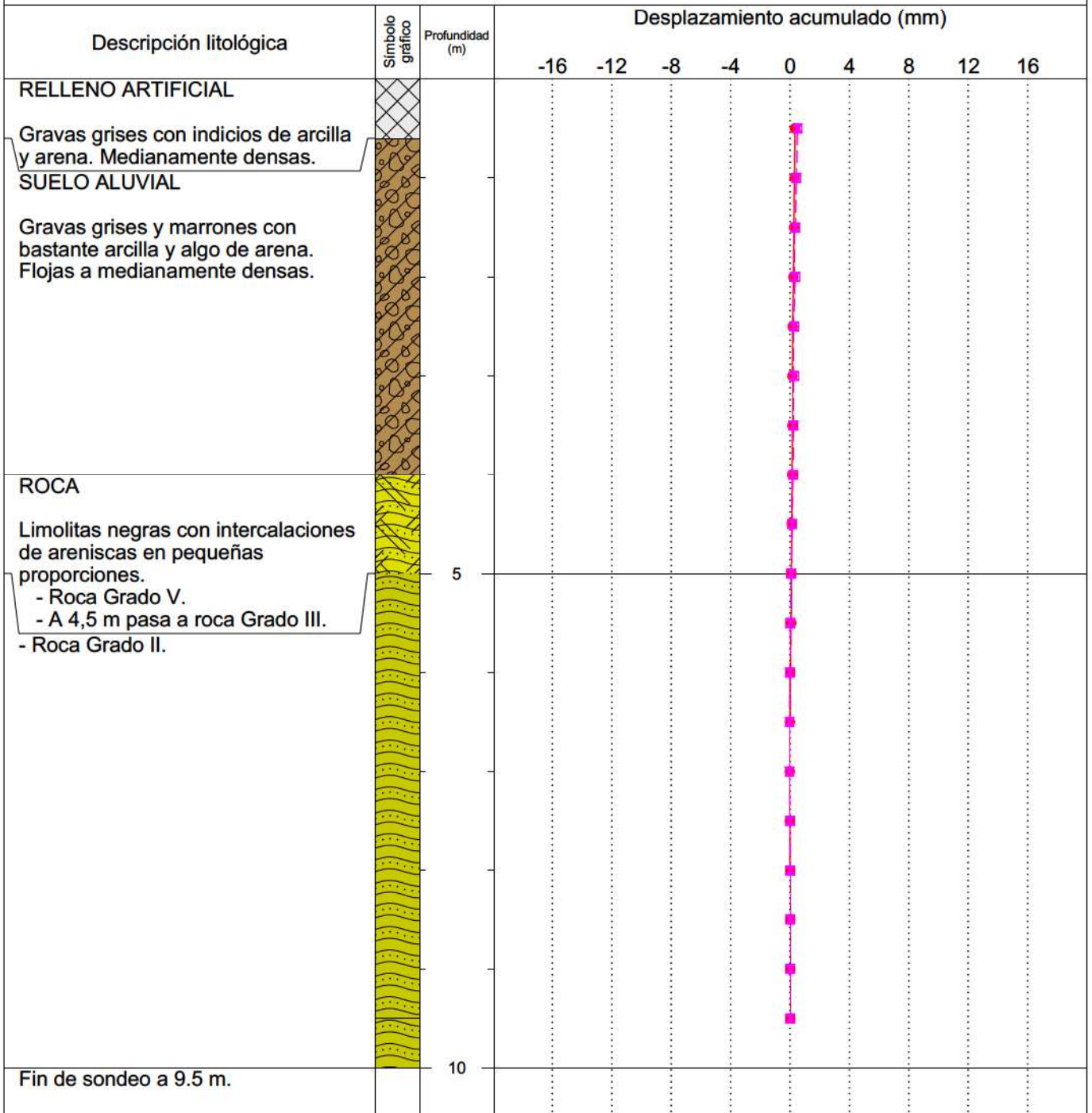
Ref. Trabajo: T-210307

Localidad: ARETXABALETA

Instalado por: IKERLUR

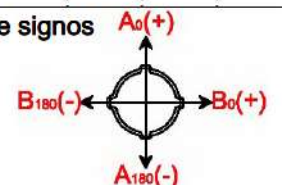
Fecha medida inicial: 9/4/2021

Coordenadas (X;Y;Z) ETRS89: (543201.0000 ; 4763648.0000 ; 342.800) Sondeo : S-01



● 16-4-21  
 ☒ 27-4-21

Criterio de signos





**RESULTADOS MEDICIONES INCLINOMÉTRICAS  
DESPLAZAMIENTO ACUMULADO**

**INCLINÓMETRO I-264  
EJE B**

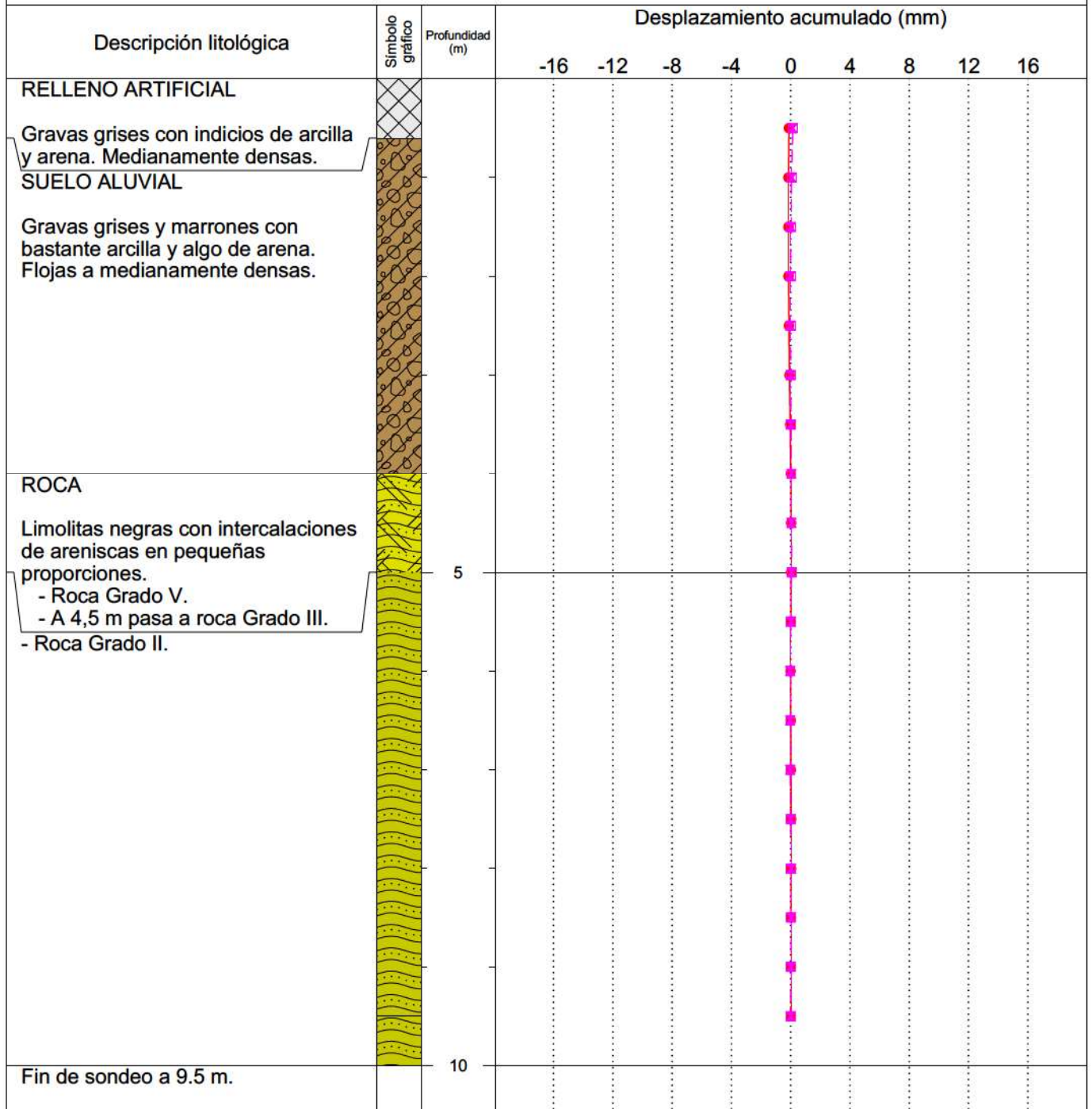
Ref. Trabajo: T-210307

Localidad: ARETXABALETA

Instalado por: IKERLUR

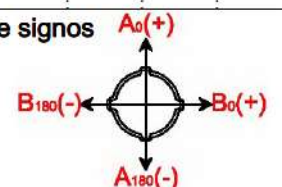
Fecha medida inicial: 9/4/2021

Coordenadas (X;Y;Z) ETRS89: (543201.0000 ; 4763648.0000 ; 342.800) Sondeo : S-01



● 16-4-21  
 ☒ 27-4-21

Criterio de signos





**TABLA DE DESPLAZAMIENTOS ACUMULADOS (mm)  
 VS PROFUNDIDAD (m)**

<b>Nº Inclinómetro:</b> I-264	<b>Fecha medida cero:</b> 09/04/2021
<b>Trabajo-OBRA:</b> T-210307 Talud presa Urkulu	
<b>Localidad:</b> ARETXABALETA	

Fecha lecturas	16/04/2021		27/04/2021							
Profundidad (m)	Sum A	Sum B	Sum A	Sum B	Sum A	Sum B	Sum A	Sum B	Sum A	Sum B
0.5000	0.3300	-0.1200	0.5100	0.1400						
1.0000	0.3100	-0.1500	0.4400	0.0600						
1.5000	0.2700	-0.1500	0.3600	0.0100						
2.0000	0.2300	-0.1500	0.3400	-0.0200						
2.5000	0.1800	-0.1200	0.2600	-0.0100						
3.0000	0.1600	-0.0800	0.2600	0.0000						
3.5000	0.1600	-0.0300	0.2400	0.0200						
4.0000	0.1500	0.0100	0.2000	0.0500						
4.5000	0.1200	0.0300	0.1500	0.0500						
5.0000	0.1000	0.0300	0.0800	0.0600						
5.5000	0.0800	0.0100	0.0300	0.0100						
6.0000	0.0200	-0.0100	-0.0100	-0.0300						
6.5000	-0.0100	0.0000	-0.0400	-0.0400						
7.0000	-0.0200	0.0100	-0.0400	-0.0300						
7.5000	-0.0200	0.0300	-0.0200	0.0000						
8.0000	0.0100	0.0300	0.0100	0.0300						
8.5000	0.0200	0.0200	0.0200	0.0300						
9.0000	0.0200	0.0100	0.0200	0.0200						
9.5000	0.0200	0.0100	0.0200	0.0000						

**ANEJO A-2**

**PLAN DE OBRA**

**ESTABILIZACIÓN DE UN TALUD SITUADO  
EN EL ESTRIBO IZQUIERDO DE LA PRESA DE URKULU  
- ARETXABAETA -**

**INDICE**

- 1.- Introducción
- 2.- Objetivos
- 3.- Análisis de la obra
- 4.- Resumen general

A-1- Plan de obra