





**ÍNDICE**

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	GEOLOGÍA .....	1
	2.1 Geología general .....	1
	2.2 Geología de la zona de estudio .....	2
	2.3 Estratigrafía .....	2
	2.3.1 Margas y margocalizas .....	2
	2.3.2 Manto de alteración .....	4
	2.3.3 Rellenos antrópicos .....	4
3	CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN .....	5
	3.1 TRABAJOS DE CAMPO .....	5
	3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO .....	6
4	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA .....	7
	4.1 RELLENOS ANTRÓPICOS .....	7
	4.2 SUSTRATO ALTERADO .....	7
	4.3 SUSTRATO SANO .....	8
5	ESTUDIO DE DESMONTES .....	9
	5.1 DESMONTE 1 (PP.KK. 12+000 - 12+200) .....	9
	5.1.1 Estado actual. Patologías observadas .....	10
	5.1.2 Obras de protección existentes .....	11
	5.1.3 Medidas correctoras y de sostenimiento propuestas .....	11
	5.2 DESMONTE 2 (PP.KK. 12+600 - 12+900) .....	12
6	REPARACIÓN MURO APUNTALADO P.K. 12+040 .....	12

**APÉNDICES**

APÉNDICE Nº1.	LEVANTAMIENTO Y FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO
APÉNDICE Nº2.	REGISTROS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.



# 1 INTRODUCCIÓN

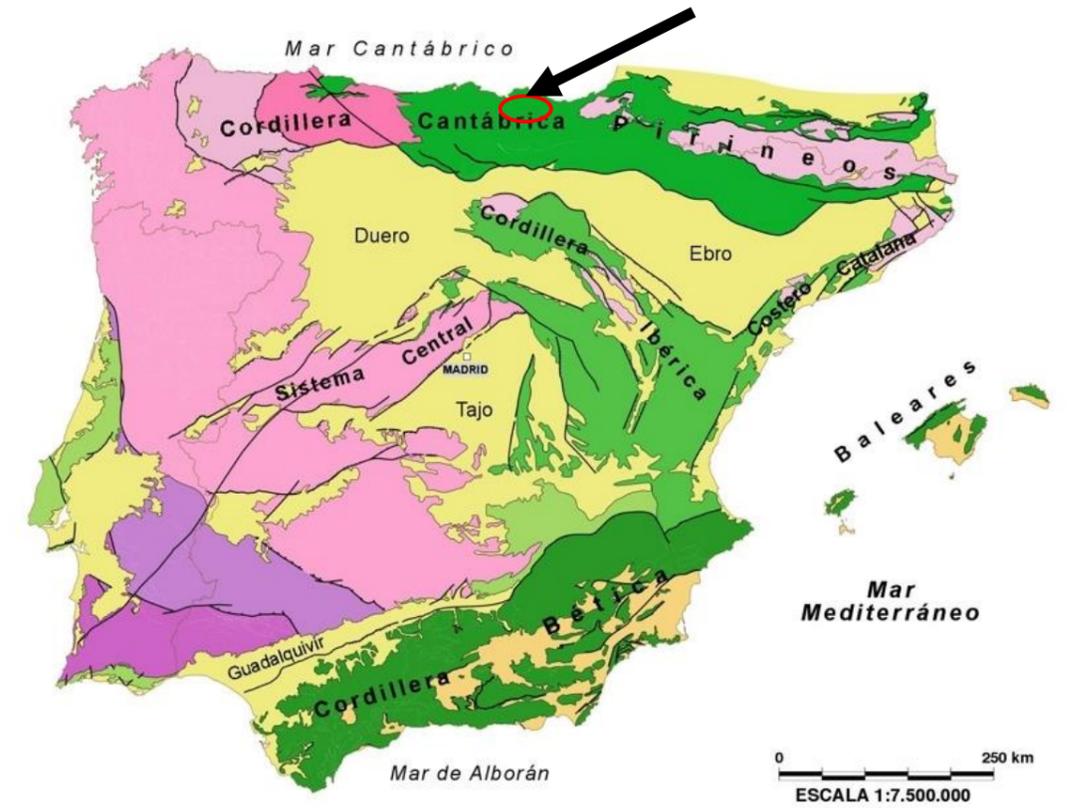
El objeto fundamental del presente Anejo es el análisis de los aspectos geológicos y geotécnicos del tramo ZAMUDIO-LEZAMA, del Proyecto Constructivo de Renovación de Vía, de la Línea del Txorierrri, entre los PP.KK. 10+900 al 12+900, con el fin de establecer un encuadre geotécnico adecuado que sirva de base de diseño para las obras contempladas en el presente Proyecto de Construcción.

Una vez analizada la información geológico - geotécnica generada y disponible, se ha procedido a proponer los sistemas de refuerzo, reparación y/o mantenimiento más adecuados en cada caso, siendo siempre el fin último, aumentar la seguridad de la circulación ferroviaria en el tramo estudiado.

# 2 GEOLOGÍA

## 2.1 GEOLOGÍA GENERAL

El área objeto de estudio se encuadra en la Cuenca Vasco-Cantábrica, que a su vez forma parte del margen continental de la Placa Ibérica, al oeste del Arco Vasco, dentro de la zona externa del mismo y en concreto en el flanco Sur del Sinclinorio de Vizcaya, donde afloran materiales pertenecientes al Cretácico Superior, de edades Cenomaniense, Turoniense y Coniaciense-Santonense, y del Cretácico Inferior Albiense.



MACIZO IBÉRICO	CADENAS	ALPINAS	
Zona Cantábrica	<b>CORDILLERA PIRENAICA</b>	<b>CORDILLERA IBÉRICA y COSTERO-CATALANA</b>	Cuencas Cenozoicas
Zona Asturoccidental-Leonesa	Cobertura Meso-Cenozoica	Cobertura Meso-Cenozoica	Cobertura Mesozoica poco o nada deformada
Zona Centroibérica	Basamento de la Zona Axial	Basamento Varisco	
Zona de Ossa Morena	Zona Cantábrica	<b>CORDILLERA BÉTICA y BALEARES</b>	
Zona Surportuguesa	Zona Asturoccidental-Leonesa	Cordillera Bética (s.l.)	
		Cuencas Cenozoicas	

Figura nº1.- Principales unidades geológicas (Geología de España, SGE-IGME 2004)





FOTOGRAFÍA Nº1.- ALTERNANCIAS DE ESTRATOS DE ESPESOR CENTIMÉTRICO DE MARGOCALIZAS, PREDOMINANTES, DE COLOR OCRE, CON MARGAS NEGRUZCAS EN TALUD DE EXCAVACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL EN EL ENTORNO DEL P.K. 11+500

El aspecto detallado de esta formación se puede apreciar en las siguientes fotografías de los testigos obtenidos en el sondeo ejecutado.



FOTO Nº3.- TESTIGO DE SONDEO REALIZADO EN EL ENTORNO DEL P.K. 12+045, DONDE SE OBSERVAN MARGAS NEGRUZCAS (EXTREMO SUPERIOR) EN TRANSICIÓN A MARGOCALIZAS GRISES (EXTREMO INFERIOR), CON ESTRATIFICACIÓN SUBVERTICAL

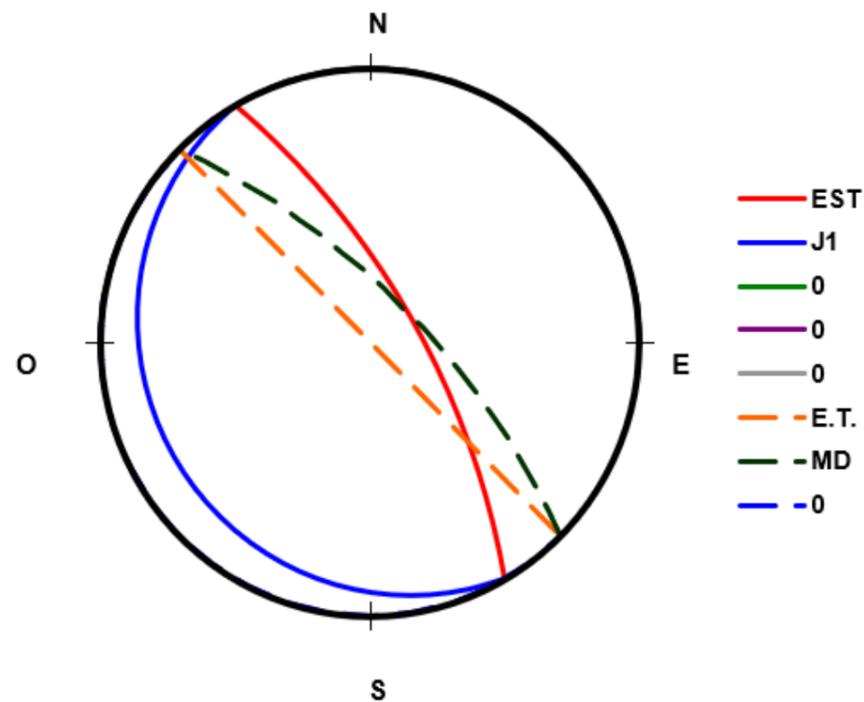


FOTO Nº4.- TESTIGO DE SONDEO DE LA FOTO Nº2 ANTERIOR SEGÚN EJE DE SONDEO; SE OBSERVAN JUNTAS DECOLORADAS A FAVOR DE LA ESTRATIFICACIÓN RELLENAS POR CALCITA, TRANSICIONALES ENTRE MARGAS Y MARGOCALIZAS

Presentan estratificación subvertical en láminas de espesor milimétrico a centimétrico, cuarteándose con facilidad. La presencia de una familia de juntas (predominante) subhorizontal, denominada J1, con la estratificación, favorece este proceso de cuarteo, proceso que presenta menor desarrollo en aquellas zonas en las que las juntas de estratificación aparecen selladas por cuarcita.

De acuerdo con los datos de campo, las familias de juntas principales de este macizo son las siguientes; Estratificación con rumbo  $330^\circ$  y buzamiento  $70^\circ$  (NE), y J1 con rumbo  $150^\circ$  y buzamiento  $10^\circ$  (SW). Se debe tener en cuenta que estas familias modifican ligeramente su inclinación según las zonas, manteniendo siempre buzamientos subvertical y subhorizontal respectivamente, así como rumbos muy similares al del trazado.

En la representación estereográfica que se adjunta a continuación, se muestra también el eje de trazado del desmonte D-1 (PP.KK. 12+000 – 12+200) con rumbo  $45^\circ$  y un talud de  $70^\circ$ .



**Figura nº4.-** Representación Estereográfica de las familias de discontinuidades.

De este modo, la inestabilidad por "toppling" en láminas milimétricas, si bien no es generalizada, es altamente probable tanto en la margen izquierda como en la margen derecha si no se disponen medidas de protección.



FOTO Nº1.- MARGAS PREDOMINANTES, OBSERVÁNDOSE EL VUELCO DE LÁMINAS MILIMÉTRICAS DE MARGA (TOPPLING), DESPRENDIDAS A FAVOR DE LA ESTRATIFICACIÓN SUBVERTICAL EN COMBINACIÓN CON EL SISTEMA DE JUNTAS. LOS DESPRENDIMIENTOS CAEN SOBRE LA CUNETETA ATERRÁNDOLA PARCIALMENTE. P.K. 12+200

Es la formación predominante, estando constituida por margas lutíticas y margas carbonatadas, gris azuladas a negruzcas, con niveles intercalados de margocalizas y esporádicos de areniscas calcáreas.

### 2.3.2 Manto de alteración

Son suelos procedentes de la alteración del substrato calcáreo, alteración que ha podido venir acompañada de un corto transporte.

Constituidos litológicamente por gravas calcáreas, predominantemente de pequeño tamaño, en matriz areno-arcillosa gris a rojiza, originaria de la descalcificación de cantos de caliza y la alteración a arcilla de los niveles de margas. La relación esqueleto/matriz es aproximadamente de 20/80.



FOTO Nº5.- TALUD EN EL P.K. 11+400, MARGEN DERECHA, DONDE SE PUEDE APRECIAR LA ALTERACIÓN DE LOS NIVELES DE MARGA

### 2.3.3 Rellenos antrópicos

En la zona de estudio se ha detectado la presencia de depósitos antrópicos resultado de la actividad humana, correspondiendo éstos a rellenos y echadizos antrópicos tratados, los cuales han sufrido un tratamiento cuidadoso previo, antes de su puesta en obra y posteriormente durante la misma, para así cumplir una serie de especificaciones impuestas a los materiales para los usos al que van a ser destinados (estos materiales corresponden fundamentalmente a los terraplenes de ferrocarril, caminos de Macadam, rellenos de edificación, etc...).



FOTO Nº6.- RELLENO FERROVIARIO EN P.K. 12+300



FOTO Nº7.- RELLENO ANTRÓPICO CORRESPONDIENTE A EDIFICACIÓN EN EL ENTORNO DEL P.K. 12+100, AFECTADO EN BORDES POR CONCHAS DE DESLIZAMIENTO SUPERFICIAL, DEBIDO A UNA DEFICIENTE COMPACTACIÓN

### 3 CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos realizados han sido de dos tipos, en primer lugar, se ha realizado la inspección exhaustiva de las trincheras y desmontes del tramo en estudio, en el que se han detectado diferentes tipos de inestabilidades y se ha propuesto su estabilización, y en segundo lugar se ha realizado una campaña geotécnica.

La campaña geotécnica se ha centrado en el estudio del desmonte contenido mediante muro de hormigón armado y apuntalado, situado entre los PP.KK. 12+037-12+058, dados los indicios de movimientos detectados en coronación de talud, con asentamientos del terreno y formación de círculos de rotura, en vial peatonal existente.

El sondeo, denominado S-1 ha alcanzado una profundidad de 11,20 m, y durante su ejecución se han realizado dos ensayos SPT, se han tomado 2 muestra inalteradas y se han parafinado dos testigos de roca.



FOTO Nº6.- SITUACIÓN EN PLANTA DEL SONDEO S-1

La perforación se ha ejecutado en seco hasta que la calidad de la roca ha requerido la ayuda de agua de perforación.

Finalmente, se ha instalado tubería piezométrica para el seguimiento posterior de la posible existencia de niveles de agua. El agua se ha estabilizado a 4,5 m de profundidad.



FOTO Nº6.- EJECUCIÓN DEL SONDEO S-1

### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en el sondeo se han realizado los ensayos de laboratorio cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla.

Los registros y fichas de los ensayos se adjuntan en el apéndice Nº2 del presente Anejo.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL										ENSAYOS MECÁNICOS						ENSAYOS QUÍMICOS													
				HUMEDAD Y DENSIDAD				GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE ATTERBERG		CLASF.	C. SIMPLE (Roca)	CORTE DIRECTO (Pico)			CORTE DIRECTO (Residual)			PARÁMETROS QUÍMICOS											
Prospección	Prof.(m)	Tipo de muestra	U. Geotécnica	Humedad (%)	D.seca (g/cm³)	D. aparente (g/cm³)	P. esp.part.Sólidas	40 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad	USCS	Sc (MPa)	Tipo	C (KPa)	Fricción (°)	Tipo	C (KPa)	Fricción (°)	M.O. (%)	SO3 (%)	SO3(mg/kg)	Sales Solubles (%)	CO₂Ca(%)	Acidez de B.G (ml/kg)	
														S-1	1,0-1,6																		MI
S-1	1,6-2,2	SPT	R	8,6				100	91	62	49	37	33,2	29,6	19,1	10,5	GC																
S-1	3,2-3,8	MI	MC-G-IV	6,9	2,02	2,15		100	72	38	28	18	17,1	28,5	20	8,5	GC		CD	43	35,6	CD	39	33,8		0,00							
S-1	7,2-7,8	TP	MC-G-II	2,7	2,52	2,58												18,4															
S-1	8,0-8,4	TP	MC-G-II	2,5	2,55	2,61												18,0															

## 4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A partir de las unidades estratigráficas definidas en el apartado de geología, y de los resultados obtenidos en el sondeo S-1 y los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en el mismo, se han considerado tres unidades geotécnicas; rellenos antrópicos, sustrato alterado (Marga GA-IV) y sustrato sano (Marga GA-II-I).

### 4.1 RELLENOS ANTRÓPICOS

Se ha detectado su presencia entre superficie y una profundidad de 2,70 metros en el sondeo realizado, correspondiendo básicamente a cantos de caliza en matriz arcillo-arenosa.

Se han realizado ensayos de laboratorio sobre una muestra inalterada y una muestra SPT.

El contenido de finos oscila entre el 33 y el 49%, si bien, menos del 65% en peso del material pasa por el tamiz de 5mm. Los finos presentan plasticidad baja con un límite líquido de entre el 30 y el 40% y un índice de plasticidad del 10-18%.

Según la clasificación unificada de suelos (USCS) se trata de suelos tipo GC.

La humedad natural, que alcanzó un valor del 16,6% en la muestra inalterada, es inferior al límite plástico. La densidad aparente de los materiales alcanza un valor de 20,8 KN/m<sup>3</sup>, considerándose un valor de 21 KN/m<sup>3</sup> a efectos de diseño.

El ensayo SPT registra un golpeo de 12, correspondiente a materiales de compacidad media.

En la siguiente fotografía se muestra el aspecto de los testigos de perforación de este material en el sondeo S-1.



FOTO Nº10.- ASPECTO DE LA UNIDAD DE RELLENO ANTRÓPICO EN TESTIGOS DE SONDEO

El contenido de sulfatos es del 0,3%.

A partir de los resultados anteriores, y teniendo en cuenta la naturaleza y la compacidad de los materiales, se considera un ángulo de rozamiento de 30 y una cohesión de 2 kPa (prácticamente nula) para estos materiales. Del mismo modo, se considera un módulo de deformación de 15 MPa y un módulo de Poisson de 0,3.

### 4.2 SUSTRATO ALTERADO

Se ha detectado su presencia entre 2,80 y 3,90 metros de profundidad en el sondeo realizado, correspondiendo básicamente a arcillas margosas grises de consistencia firme con cantos calcáreos dispersos.

Se han realizado ensayos sobre la muestra inalterada tomada entre 3,2 y 3,8 m de profundidad.

El contenido de finos es del 17,1%, y sólo el 38% en peso del material pasa por el tamiz de 5 mm, predominando la fracción gruesa. Los finos presentan un límite líquido del 28,5% y un índice de plasticidad del 8,5%.

Según la clasificación USCS se trata de suelos GC.

No se dispone de ensayos SPT, si bien, puesto que el golpeo de la muestra inalterada (entre 15 y 45 cm) fue de 86, se puede afirmar que este material presentaría un golpeo equivalente superior a 30, es decir, compacidad densa.



FOTO Nº9.- ASPECTO DE LAS ARCILLAS MARGOSAS GRISAS, ORIGINARIAS DE LA ALTERACIÓN DEL SUBSTRATO DE MARGOCALIZAS ENTRE 2,80 Y 3,90 METROS DE PROFUNDIDAD. ENTRE 2,70 Y 2,80 METROS APARECE EL SUBSTRATO EDÁFICO ANTIGUO SOBRE EL QUE APOYA EL RELLENO ANTRÓPICO

La humedad natural es de sólo el 6,9%, muy inferior al límite plástico, y la densidad aparente es de 21,5 KN/m<sup>3</sup>.

Se ha ensayado el contenido de sulfatos, obteniendo un valor nulo.

Con la muestra inalterada se ha realizado un ensayo de corte directo tipo CD, con determinación de los parámetros de resistencia de pico y residuales. Los valores de pico obtenidos como resultado han sido un ángulo de rozamiento de 35,6º y una cohesión de 43 kPa. Los parámetros residuales son muy similares a los de pico, con un ángulo de rozamiento de 33,8º y una cohesión de 39 kPa.

Del lado de la seguridad se consideran unos parámetros de resistencia al corte de diseño de 34º y 40 kPa.

Teniendo en cuenta la naturaleza y la compacidad de estos materiales se considera un módulo de deformación de 30 MPa y un modulo de Poisson de 0,3.

**4.3 SUSTRATO SANO**

El sustrato se identifica en el sondeo a partir de 3,9 m de profundidad, si bien, tanto la fracturación como el grado de alteración disminuyen considerablemente a partir de 4,7 m de profundidad.

Se trata de roca margocaliza, con estratificación subvertical y con un RQD del 100% salvo en el metro superior.

Se dispone de dos ensayos de resistencia a compresión simple con resultados muy similares (18,0 y 18,4 MPa), con lo que se puede considerar una resistencia para la roca matriz de, al menos, 15 MPa. El grado de alteración, salvo en el metro superior es de I-II. La densidad aparente es de 26 KN/m<sup>3</sup>.

Con objeto de definir un criterio de rotura del macizo rocoso (Hoek & Brown), se ha obtenido un rango representativo del índice RMR (Bieniawski, 1989) del mismo, a partir de los registros de los testigos del sondeo y el afloramiento de roca en un talud en desmonte en una nave industrial próxima (P.K. 11+500). Cuando se hace uso del índice RMR para la determinación de un criterio de rotura se considera el macizo en estado seco (máxima puntuación en el apartado correspondiente al agua). La siguiente tabla resumen los criterios de obtención del índice RMR.

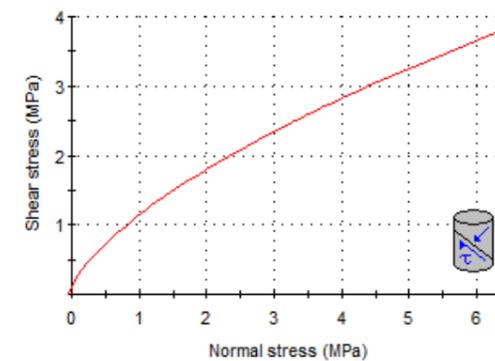
Parámetro clasificación	de	Rango asignado	Puntuación máxima
Resistencia simple	compresión roca matriz	2	15
Estado de discontinuidades	de las	15-20	30
Separación de discontinuidades	de las	8	20

Parámetro clasificación	de	Rango asignado	Puntuación máxima
Índice RQD		15-20	20
Presencia de agua		15	15
TOTAL		55-65	100

El índice GSI se puede obtener a partir del índice anterior restando 5 puntos, con lo que se podría considerar un índice GSI de 50-60. Del lado de la seguridad se considera un valor de 50.

Para rocas de naturaleza margo-caliza, son habituales valores del parámetro m<sub>i</sub> de 7-8. Del lado de la seguridad se considera un valor de 7. Como se ha indicado anteriormente, se considera un valor de la resistencia a la compresión simple de la roca intacta de 15 MPa.

A partir de los valores anteriores se define un criterio de rotura con los siguientes parámetros (Roclab1.0, Rocscience, Inc.):



**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength (sigci) = 15 MPa  
 GSI = 50    m<sub>i</sub> = 7    Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus (Ei) = 2625 MPa  
 modulus ratio (MR) = 175

**Hoek-Brown Criterion**  
 mb = 1.174    s = 0.0039    a = 0.506

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.671 MPa    friction angle = 27.53 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.049 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.903 MPa  
 global strength = 2.213 MPa  
 deformation modulus = 806.36 MPa

Tal y como se muestra, también se puede obtener un valor aproximado del módulo de deformación del macizo rocoso a partir de las expresiones de Hoek & Diederichs, 2006. En este caso se obtiene un valor de 800 MPa. Se considera un coeficiente de Poisson de 0,25.

Si bien no se dispone de información relativa al proyecto o documentación "as built" del muro apuntalado existente, a la vista del sondeo, todo parece indicar que el muro está cimentado sobre estos materiales.

Esta unidad recibirá las cargas de los bulbos de anclaje que se dispongan en el muro, con lo que es necesario definir la adherencia límite correspondiente a esta roca. A partir del tipo de roca, su grado de alteración y su resistencia, se considera, de acuerdo con la "Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera" (Ministerio de Fomento), una adherencia límite de, al menos, 1MPa.



FOTO Nº8.- TESTIGOS DEL SONDEO CORRESPONDIENTES A MARGOCALIZAS ENTRE 5,30 Y 7,70 METROS de PROFUNDIDAD

## 5 ESTUDIO DE DESMONTES

En el presente apartado se recopila el resultado de la inspección realizada de los taludes existentes en el Tramo: Zamudio – Lezama de la línea del Txorierrri, y se proponen las medidas correctoras que se considera necesario aplicar en los mismos dentro de las actuaciones del Proyecto Constructivo de renovación de Vía.

La inspección de los taludes se ha realizado a lo largo de tres visitas de campo elaboradas por Geólogo experto, entre los meses de Mayo, Junio y Julio de 2020.

El tramo discurre prácticamente a nivel en una gran parte del trazado, sin que se hayan detectado taludes en relleno con relevancia alguna. Sin embargo, se han identificado dos tramos en desmonte en los que, tanto las alturas de excavación como las patologías detectadas, requieren su análisis detallado en el presente documento.

### 5.1 DESMONTE 1 (PP.KK. 12+000 - 12+200)

El desmonte discurre entre los PP.KK. 11+958 - 12+198 de la margen derecha y los PP.KK. 12+003 - 12+180 de la margen izquierda.

Se trata, por tanto, de una trinchera de unos 240 metros de longitud máxima, con trazado en curva de dirección Noroeste-Sureste. La trinchera tiene una altura máxima de 7,0 m y una inclinación de 70°.



FOTO 1. PANORÁMICA DE LA TRINCHERA



FOTO 2. AFLORAMIENTO DE MARGAS Y MARGOCALIZAS ESTRATIFICADAS SUBVERTICALMENTE  
El desmorte ha sido excavado en margas y margo-calizas, gris azuladas a negruzcas, siendo predominante la litología margosa.

Su estructura laminada y concoide da lugar a que sus propiedades geomecánicas sean medias a bajas.

Presentan estratificación subvertical en láminas de espesor milimétrico a centimétrico, cuarteándose con facilidad. La presencia de una familia de juntas (predominante) subhorizontal, denominada J1, con la estratificación, favorece este proceso de cuarteo, proceso que presenta menor desarrollo en aquellas zonas en las que las juntas de estratificación aparecen selladas por cuarcita.

Las familias de juntas medidas a principio del talud en la margen derecha han sido las siguientes; Estratificación con rumbo  $330^{\circ}$  y buzamiento  $70^{\circ}$ (NE), y J1 con rumbo  $150^{\circ}$  y buzamiento  $10^{\circ}$ (SW).

Se debe tener en cuenta que estas familias modifican ligeramente su inclinación según las zonas, manteniendo siempre buzamientos subvertical y subhorizontal respectivamente, así como rumbos muy similares al del trazado.

De este modo, la inestabilidad por toppling en láminas milimétricas, si bien no es generalizada, es altamente probable tanto en la margen izquierda como en la margen derecha si no se disponen medidas de protección.

### 5.1.1 Estado actual. Patologías observadas

#### 5.1.1.1 Talud derecho. PP.KK. 12+037-12+063.

Círculos de rotura en coronación de talud, con asentamientos del terreno

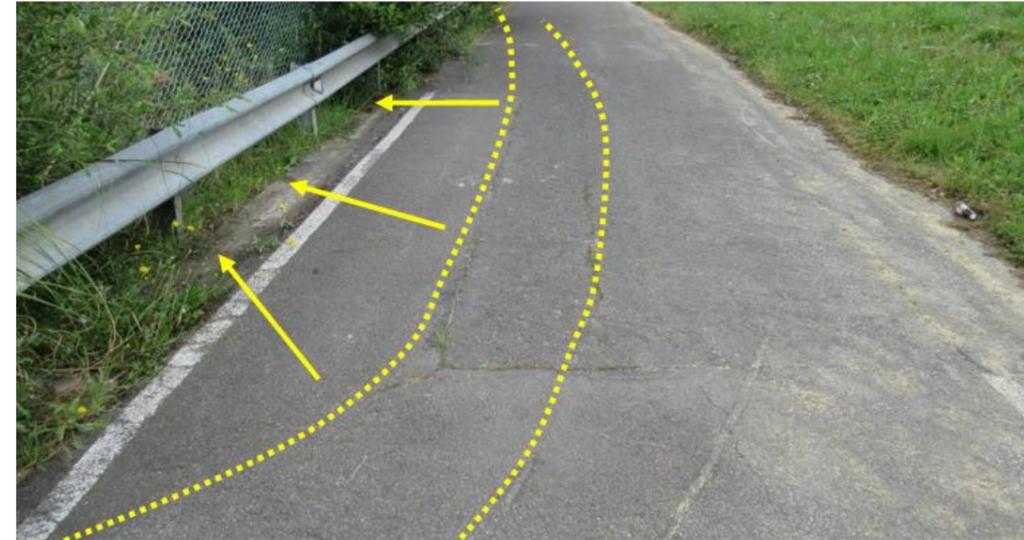


FOTO 3. CORONACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN APUNTALADO EN P.K. 12+040. ASFALTO REPARCHEADO Y ABOMBADO CON INDICIOS DE AGRIETAMIENTOS LONGITUDINALES. INDICIOS DE LA EXISTENCIA DE CÍRCULOS DE ROTURA.

Esta zona se corresponde con la zona del muro de hormigón existente, actualmente apuntalado. Los círculos anteriores se desarrollan en los rellenos antrópicos dispuestos para la construcción del vial, rellenos que tienen un espesor aproximado de 3 m, descansando sobre el sustrato rocoso anteriormente indicado.



FOTO 4. LOCALIZACIÓN DE LOS DEFECTOS EN PAVIMENTO REFERIDOS CON RESPECTO AL MURO APUNTALADO.

### 5.1.1.2 Talud derecho. PP.KK. 12+184-12+198.

Desprendimiento por vuelco de láminas de espesor milimétrico de margas estratificadas subverticalmente e individualizadas por juntas subhorizontales. Se observan bulones descalzados y, por tanto, no funcionales.



FOTO 5. DESPRENDIMIENTOS POR VUELCOS DE LÁMINAS INDIVIDUALIZADAS POR SISTEMA DE JUNTAS EN COMBINACIÓN CON LA ESTRATIFICACIÓN, ACUMULÁNDOSE DERRUBIOS A PIE DE TALUD Y EL DESCALCE DE LOS BULONES EXISTENTES

### 5.1.1.3 Talud izquierdo. PP.KK. 12+097-12+180.

Desprendimiento por vuelco de láminas de espesor milimétrico de margas individualizadas por juntas de estratificación subvertical, cayendo sobre cuneta sin invadir banqueta de balasto y puntualmente conos de derrubios a pie de talud, aterrando cuneta e invadiendo banqueta de balasto sin interceptar la vía del ferrocarril.



FOTO 6. CONOS DE DERRUBIOS A PIE DE TALUD IZQUIERDO A LA ALTURA DEL P.K. 12+150, ATERRANDO CUNETA E INVADIENDO BANQUETA DE BALASTO SIN INTERCEPTAR LA VÍA

### 5.1.2 Obras de protección existentes

A excepción de la zona del muro apuntalado existente, se ha comprobado que las obras de protección existentes han mitigado los riesgos de deterioro, de modo que las anomalías detectadas corresponden, precisamente, a aquellas zonas en las que no existen obras de protección.

A continuación, se indican las obras de protección detectadas en cada margen.

#### 5.1.2.1 Margen derecha

PP.KK. 11+958-12+013: Malla guía

PP.KK. 12+013-12+037: Muro de hormigón de 2,0 metros de altura con bloques escollera en coronación

PP.KK. 12+037-12+058: Muro de hormigón de 4,0 metros de altura, apuntalado

PP.KK. 12+058-12+063: Muro de contención de escollera

PP.KK. 12+092-12+184: Muro de contención de hormigón

#### 5.1.2.2 Margen izquierda

PP.KK. 12+003-12+063: Muro de contención de mampostería

### 5.1.3 Medidas correctoras y de sostenimiento propuestas

Se considera necesario adoptar las siguientes medidas, además de proceder a limpieza periódica de cunetas.

#### 5.1.3.1 Margen derecha

PP.KK. 12+037-12+058

Esta zona quedará afectada de las labores de reparación del muro apuntalado existente. Al definir la solución de reparación del muro se deberá tener en cuenta el espesor de rellenos superior, ya sea integrando dicho espesor en la zona sostenida, o bien disponiendo elementos complementarios de contención de los mismos.

PP.KK. 12+184-12+198

Se debe disponer una protección superficial del talud existente previo refino, mediante la colocación de un muro-cuneta de un metro de altura.

#### 5.1.3.2 Margen izquierda

PP.KK. 12+097-12+180:

Se debe disponer una protección superficial del talud existente previo refino, mediante la colocación de un muro-cuneta de un metro de altura.

## 5.2 DESMONTE 2 (PP.KK. 12+600 - 12+900)

Tramo en desmonte, generalmente en talud derecho salvo en la zona de playa de vías de la estación de Lezama.

En la margen derecha se excavan taludes de 45° y hasta 7 m de altura sin patologías reseñables, fundamentalmente por haber dispuesto una malla de guía sobre la que se ha desarrollado la vegetación.

En la margen izquierda, a la altura de la playa de vías de Lezama, se excava un talud subvertical de hasta 4 m de altura, en una longitud de aproximadamente 40 m. En este punto se dispuso una protección de mallazo y hormigón proyectado, pero, como norma general, el hormigón proyectado se ha descarnado y ha dejado el mallazo al aire. En esta zona, se propone, previa limpieza, la aplicación de un espesor de 5 cm de hormigón proyectado nuevo que restituya la protección inicial haciendo efectiva la función del mallazo y protegiéndolo de la intemperie.



FOTO 7. TALUD IZQUIERDO EN P.K. 12+800 PROTEGIDO MEDIANTE MALLAZO CON DESCARADO DEL HORMIGÓN PROYECTADO

## 6 REPARACIÓN MURO APUNTALADO P.K. 12+040

En la actualidad el muro presenta una tipología de hormigón armado, con una serie de medidas correctoras ejecutadas a posteriori, como consecuencia de la aparición de una serie de patologías en el mismo.

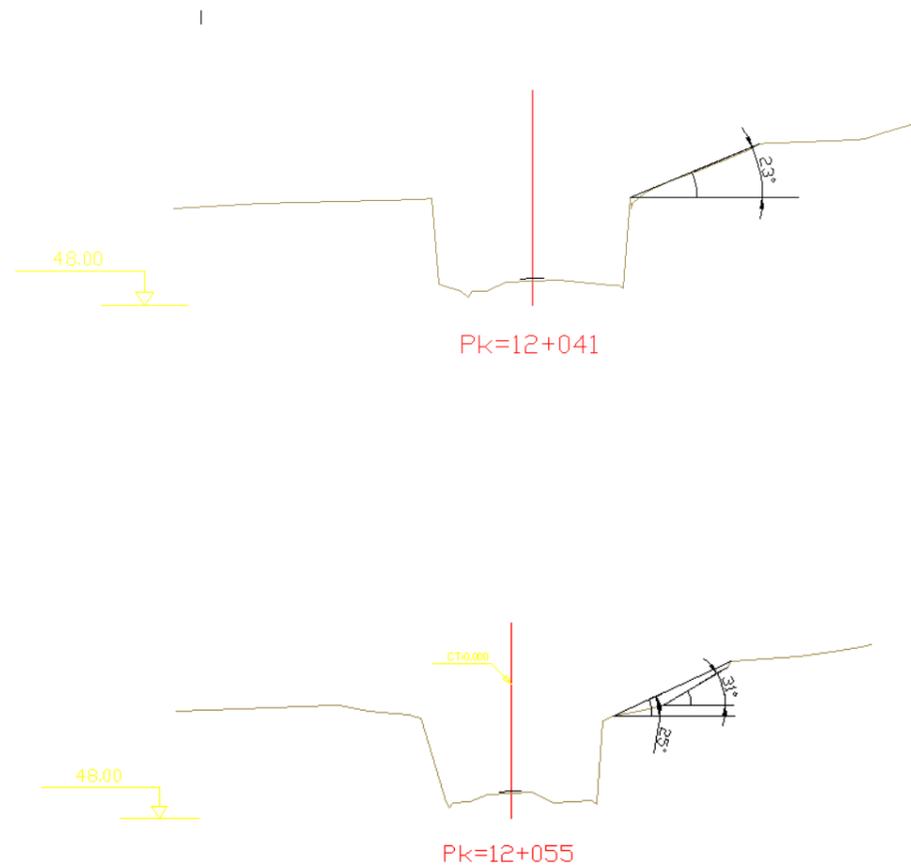
A día de hoy no se dispone de la información "as built" del muro original, ni de las medidas correctoras que se han ido ejecutando a lo largo del tiempo. Tampoco se ha dispuesto de documentación previa (informes o inspecciones) relacionada con las patologías detectadas en el muro y su entorno que motivaran las actuaciones realizadas.

Las medidas correctoras que se fueron ejecutando consistieron en una fila de anclajes al terreno ubicada en las proximidades de la base del alzado, parece que llevados a cabo en una primera instancia. Posteriormente (entendemos que debido a la persistencia de las patologías) se dispusieron una serie de puntales metálicos inclinados, que apuntalan la zona superior del muro de pie contra las proximidades de la vía.

La presencia de los puntales metálicos supone una singularidad dentro del ámbito del Proyecto en redacción, por lo que se plantea eliminar el motivo de colocación de los puntales y poder retirar los mismos.



En la coronación del relleno del trasdós del muro se ubica un camino. El talud desde el camino hasta la coronación del muro es variable, con las siguientes secciones transversales simplificadas más representativas.

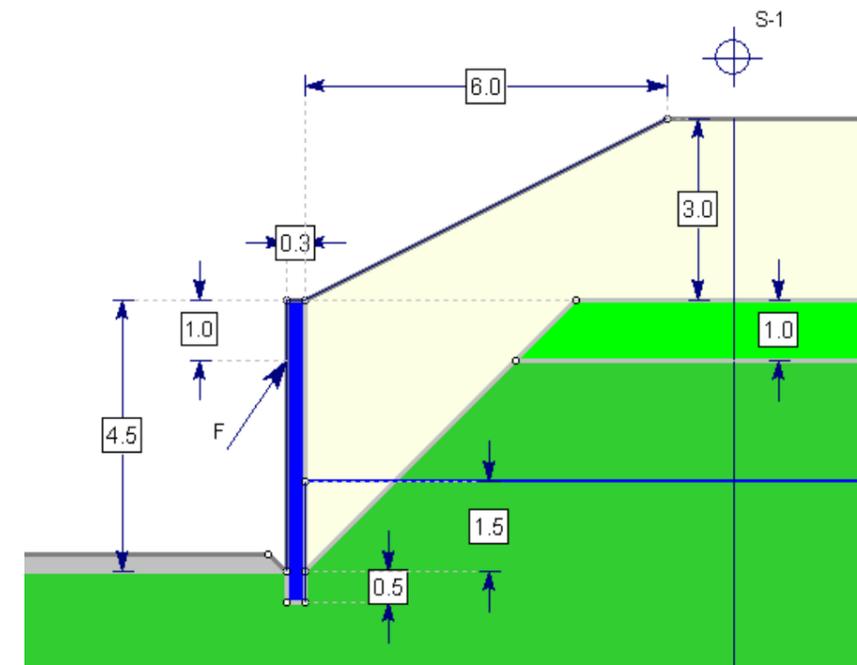


En el citado camino se ha ejecutado el sondeo S-1. El croquis que se adjunta a continuación resume las hipótesis que se han considerado.

Como se puede observar, se considera que, previamente a la construcción del muro, se excavó el terreno natural con talud provisional 1H:1V, y que una vez colocado el muro se dispuso el relleno de trasdós. Se considera que el muro es una placa o losa vertical apoyada (y empotrada medio metro) en el sustrato sano.

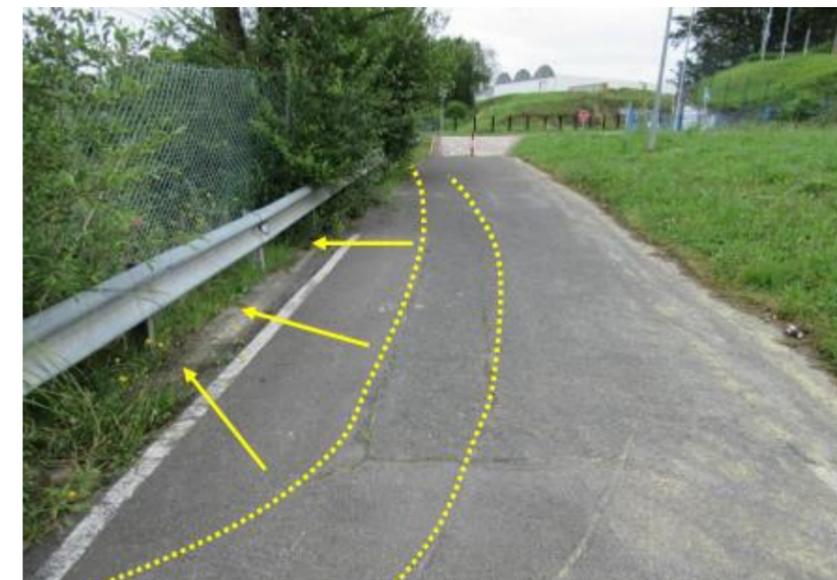
El sondeo detecta un espesor de 3 m de rellenos antrópicos. Por debajo, se detecta un espesor del orden de 1m de roca alterada, material arcilloso con comportamiento de suelo. Por debajo, el grado de alteración de la roca disminuye de forma progresiva, pudiendo afirmar que el terreno es rocoso desde los 4 m de profundidad desde la boca del sondeo.

Durante la perforación del sondeo se detectó agua freática a 4,5 m de profundidad.



Si bien la caracterización geotécnica de cada unidad se desarrolla de forma detallada en el proyecto, se puede adelantar que el diseño de las alternativas viene condicionado fundamentalmente por la resistencia al corte de los rellenos, habiéndose considerado un ángulo de rozamiento de  $30^\circ$  y una cohesión de 2 kPa.

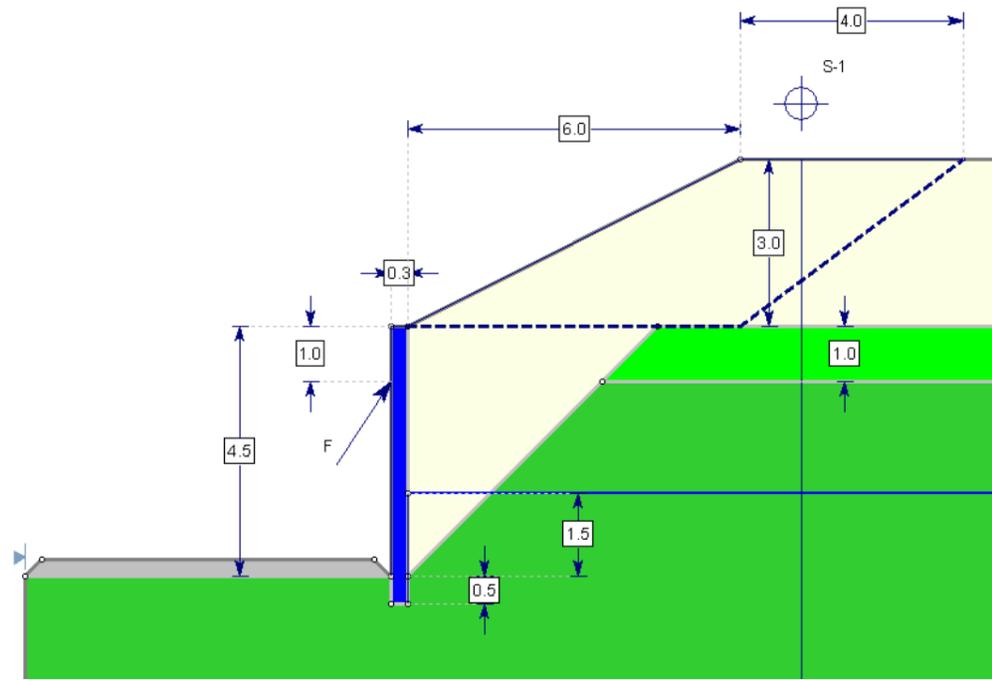
Es importante señalar que el camino que discurre por la coronación del muro presenta signos de inestabilidad, así como signos de progresivos recrecidos de su pavimento, pudiendo ser esta inestabilidad la que origino el apuntalamiento del muro.



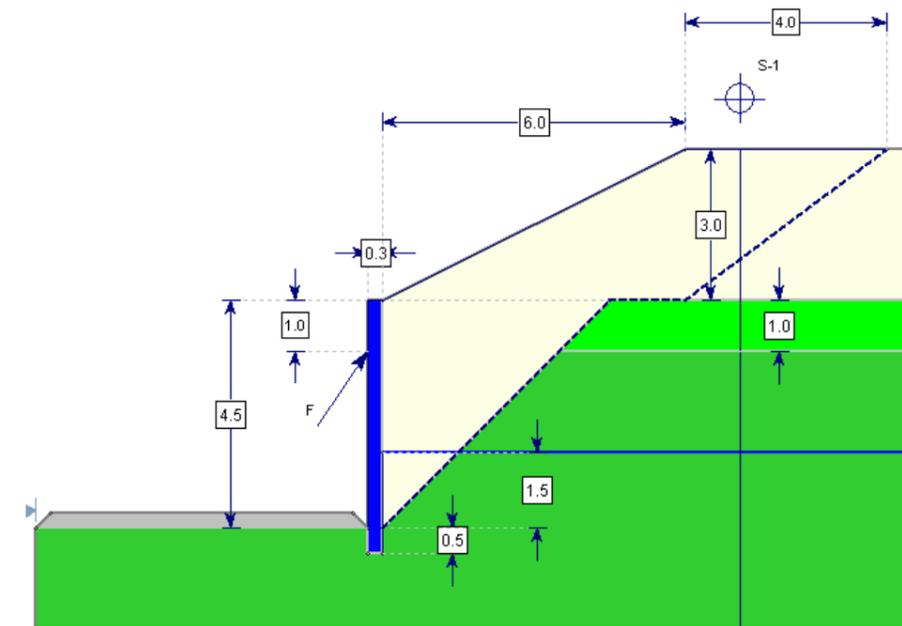
Tras analizar diversas alternativas se ha optado por la retirada del muro existente y la construcción de un muro de escollera. Esta alternativa, a diferencia de las anteriores, conlleva la afección del camino existente aguas arriba del muro desde el inicio hasta el final de la actuación.

En primer lugar, se debe proceder a retirar, desde aguas arriba, el relleno existente. Se considera estable un talud 4H:3V de 3 m de altura, generando una ocupación en planta de 4 m en el camino existente. Este talud se debe prolongar hasta alcanzar en el fondo los materiales de la unidad sustrato alterado, que, según el sondeo, deberán aflorar a la profundidad indicada. El fondo de excavación horizontal se debe llevar hasta el borde del talud, que coincidirá, aproximadamente, con la cabeza del muro actual.

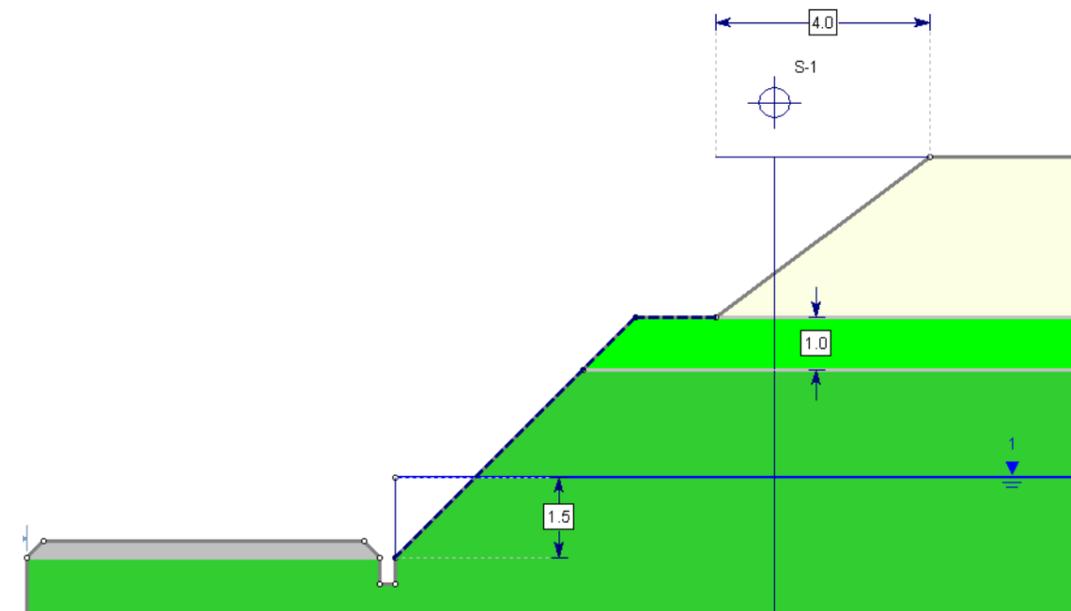
Con la información disponible, la excavación propuesta evita afectar la tubería de gas existente, aspecto que se debe analizar en más detalle.



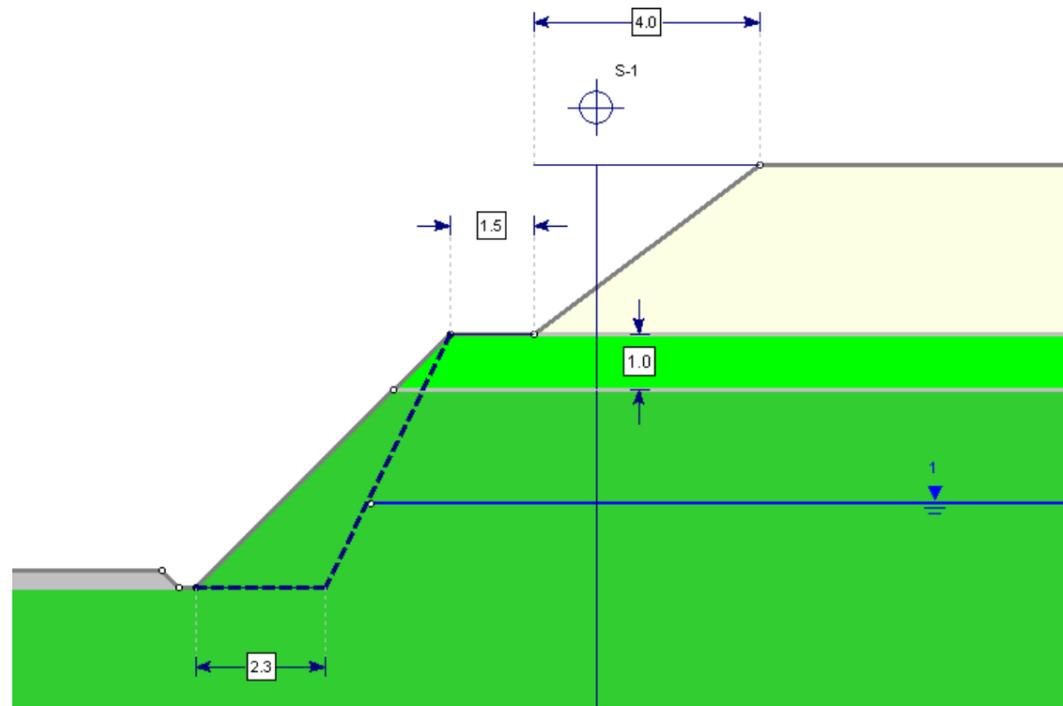
En segundo lugar, se procede a retirar el relleno de trasdós del muro, siguiendo la geometría de la roca, que se ha considerado que se ajusta a un talud 1H:1V, pero que podrá ser distinta. Sólo es necesario retirar en esta fase los rellenos, y la excavación será especialmente difícil.



Una vez retirado el relleno de trasdós, se puede proceder a la demolición del muro.

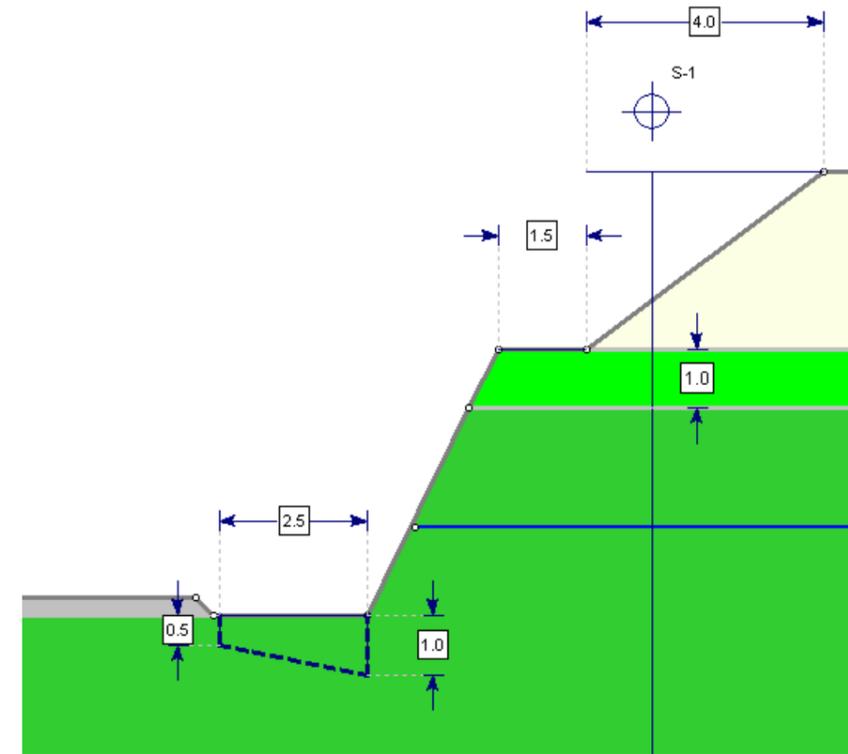


A continuación, se excava un talud 1H:2V provisional en el sustrato rocoso, respetando la berma de dispuesta en coronación. El ancho de excavación al pie será del orden de 2,3 m.

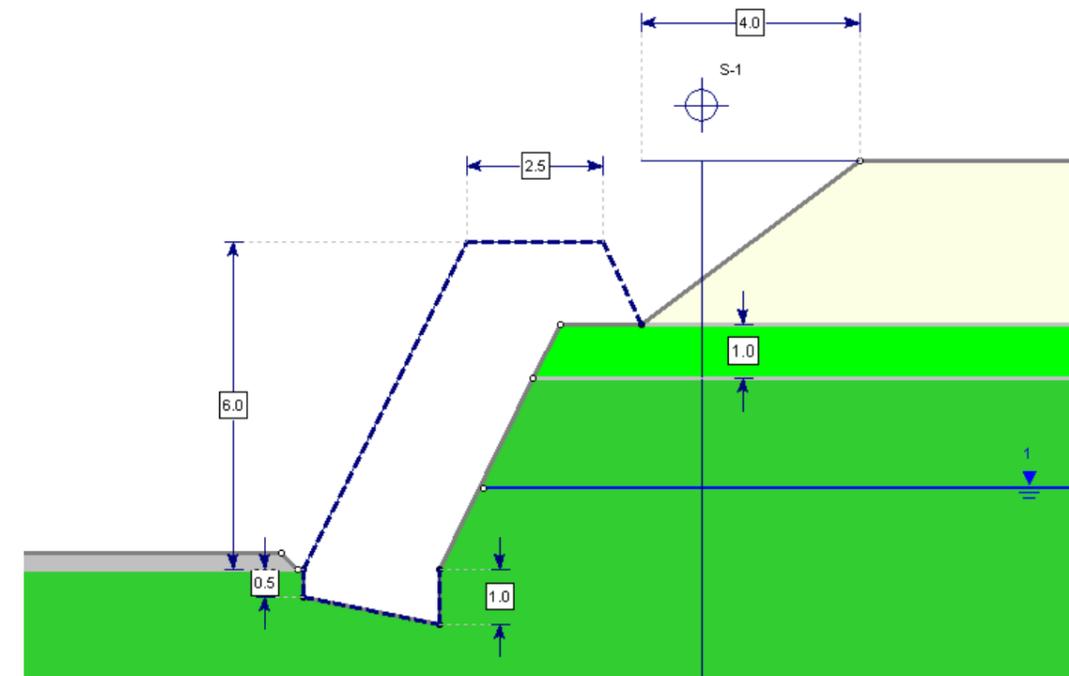


El siguiente paso es ejecutar la excavación para la cimentación del nuevo muro de escollera, ocupando el espacio ocupado previamente por el muro apuntalado, y generando un ancho de apoyo de 2,5 m.

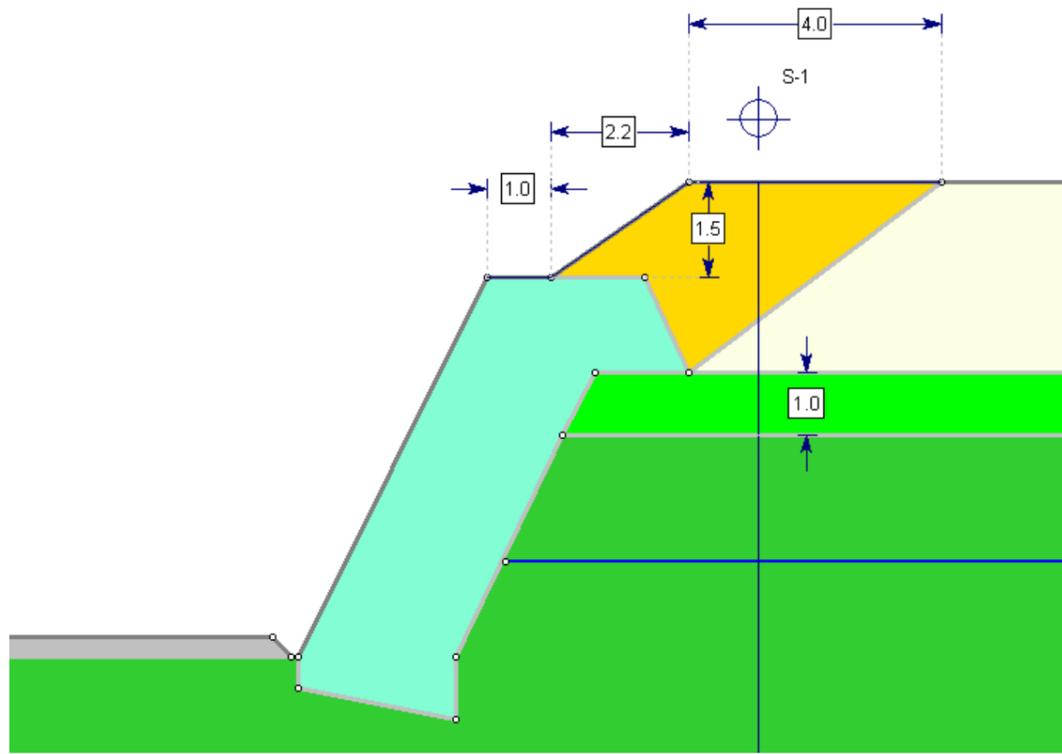
A continuación, se excava un talud 1H:2V provisional en el sustrato rocoso, respetando la berma de dispuesta en coronación. El ancho de excavación al pie será del orden de 2,3 m.



Llegados a este punto, se puede ejecutar el muro de escollera colocada, cuyo trasdós se apoyará en roca, la cual generará empujes muy reducidos o nulos. El talud de intradós es paralelo al talud de trasdós, y la altura total es de 6 m.



Finalmente, se restituye el relleno del camino sobre el nuevo muro, tal y como se indica.









SONDEO: S-1

Cliente: Euskal Trenbide Sarea  
Contratista Perforación: Geodrilling  
Æ Perforación: 101-86 mm  
Sistema de perforación: Rotación con recuperación de testigo continuo

Supervisor: VMF  
Fecha Inicio: 24/06/2020  
Fecha Fin: 24/06/2020

SONDEO: S-1

Cliente: Euskal Trenbide Sarea  
Contratista Perforación: Geodrilling  
Æ Perforación: 101-86 mm  
Sistema de perforación: Rotación con recuperación de testigo continuo

Supervisor: VMF  
Fecha Inicio: 24/06/2020  
Fecha Fin: 24/06/2020

CAJA Nº 1 (0 - 2,70 m)



CAJA Nº 2 (2,70 - 5,30 m)



CAJA Nº 3 (5,30 - 7,70 m)



CAJA Nº 4 (7,70 - 10,10 m)



CAJA Nº 5 (9,60 - 10,20 m)



Emplazamiento



Emplazamiento



Emplazamiento



Calizas margosas



Estratificación Subvertical



Margocalizas blandas



Margocalizas transicionales a calizas margosas, juntas decoloradas



APÉNDICE N° 2.

---

REGISTROS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.





Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8462	560	59007	S .2020/684	23/07/2020

## ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,  
 33008-Oviedo, Asturias  
 ESB27468404

Geodrilling, S.L.  
 CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A  
 33008-Oviedo  
 Asturias

Ensayos de laboratorio  
 Muestras remitidas  
 Asturias

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, MI-1 (De 1.00 a1.60 m)

PROCEDENCIA: Zamudio

FECHA DE MUESTREO: 20/07/2020

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019  
 Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.  
 Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015  
 Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo. Según UNE 103201:2019.  
 Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

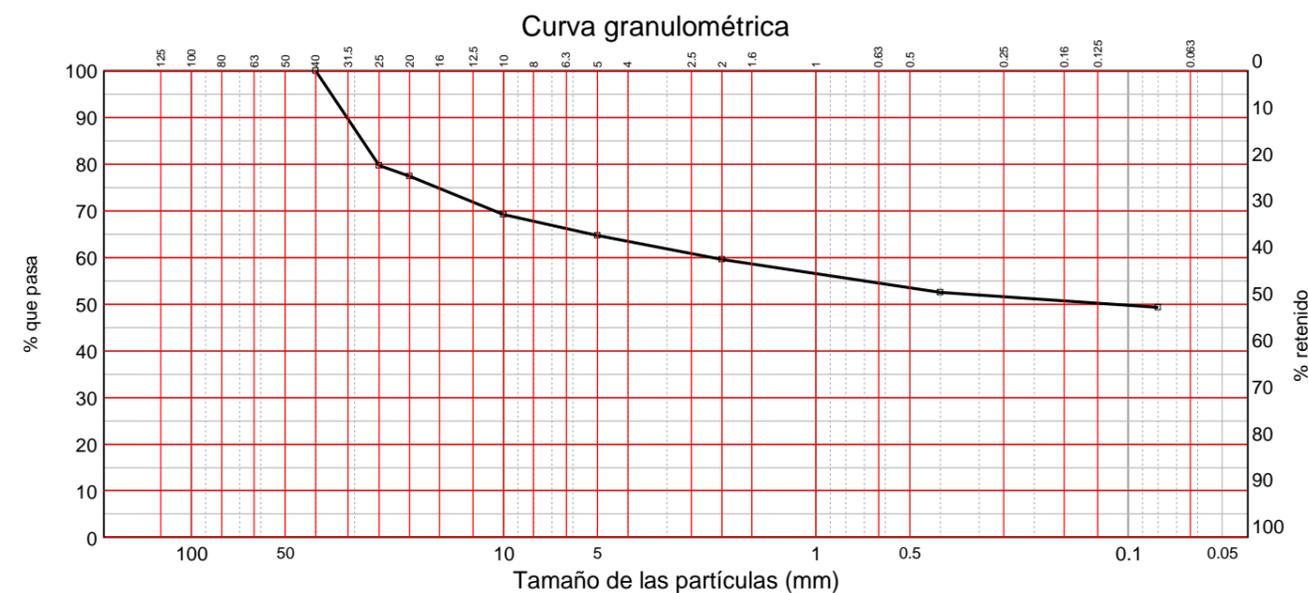
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.  
 Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8462	560	59007	S .2020/684	23/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	80	77	69	65	60	53	49,3



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	39,8
Límite plástico	21,5
Índice de plasticidad	18,3

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	16,6

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103201:2019.	
Contenido en SO <sub>3</sub> (%)	0,29

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2,082
Humedad	%	16,6
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1,786

### OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

  
 Raúl Alonso Fernández  
 Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

  
 Laudelino Orviz González  
 Ingeniero T. Industrial

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8182	556	58783	S .2020/603	17/07/2020

## ACTA DE RESULTADOS

**DESTINATARIO** R-08-8

Geodrilling, S.L.  
 CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A  
 33008-Oviedo  
 Asturias

**CLIENTE / OBRA / EXP.:** 1922 / 5868/ 101117

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,  
 33008-Oviedo, Asturias  
 ESB27468404

**Ensayos de laboratorio**  
**Muestras remitidas**  
**Asturias**

### DATOS DE LA MUESTRA

**TIPO DE MUESTRA:** S-1.T-P (De 1.60 a 2,20 m)

**PROCEDENCIA:** Zamudio

**FECHA DE MUESTREO:** 30/06/2020

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019  
 Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.  
 Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

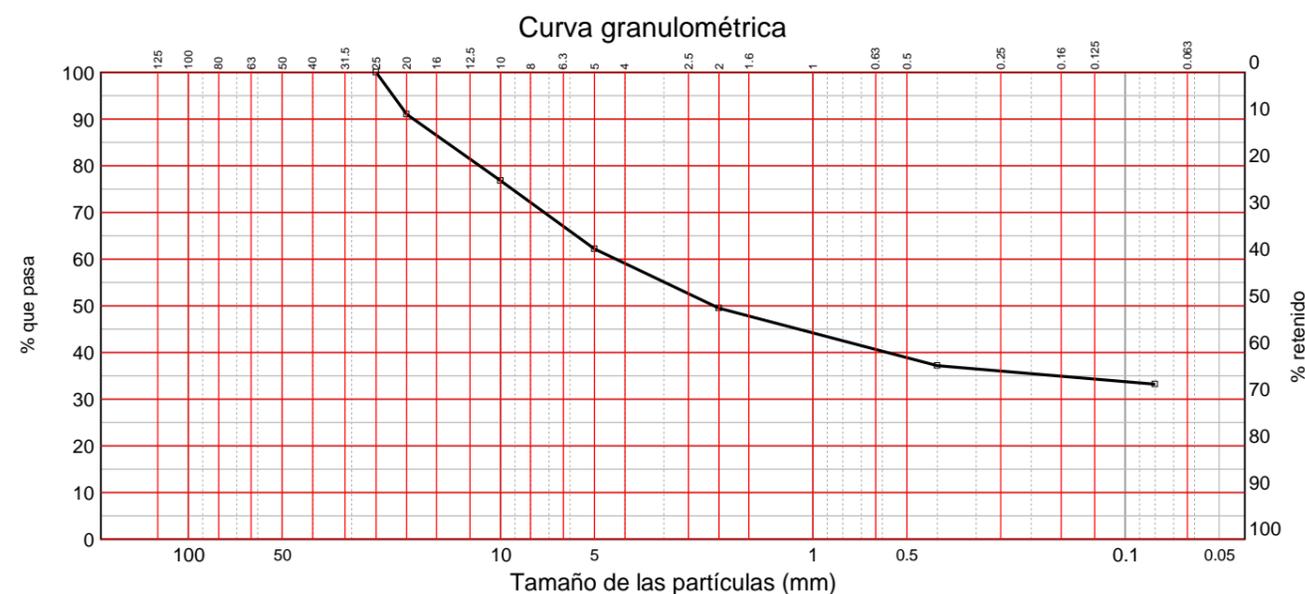
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.  
 Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8182	556	58783	S .2020/603	17/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	91	77	62	49	37	33,2



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	29,6
Límite plástico	19,1
Índice de plasticidad	10,6

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	8,6

### OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

  
 Raúl Alonso Fernández  
 Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

  
 Laudelino Orviz González  
 Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8185	559	58786	S .2020/600	17/07/2020

### ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,  
33008-Oviedo, Asturias  
ESB27468404

Geodrilling, S.L.  
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A  
33008-Oviedo  
Asturias

Ensayos de laboratorio  
Muestras remitidas  
Asturias

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1.MI (De 3.20 a 3.80 m)

PROCEDENCIA: Zamudio

FECHA DE MUESTREO: 30/06/2020

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019  
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.  
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.  
Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo. Según UNE 103201:2019.  
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), con determinación de resistencias residuales (varias pasadas), según UNE 103,401:1998.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.  
Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

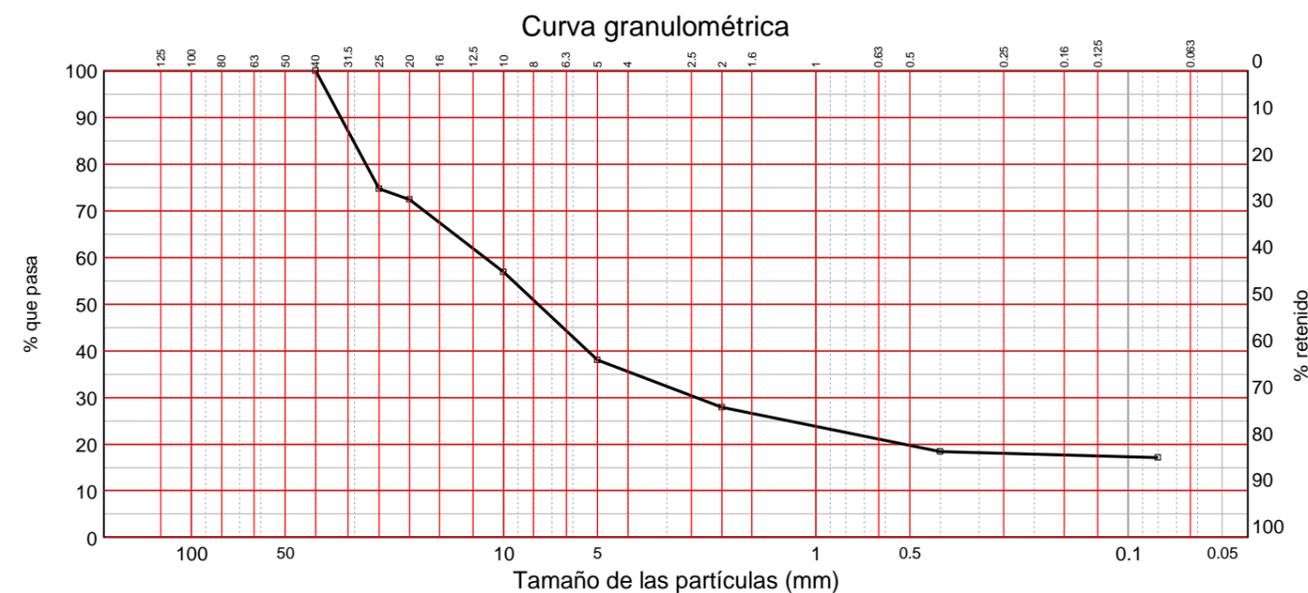
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8185	559	58786	S .2020/600	17/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	75	72	57	38	28	18	17,1



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	28,5
Límite plástico	20,0
Índice de plasticidad	8,5

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	6,9

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103201:2019.	
Contenido en SO <sub>3</sub> (%)	0,00

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2,154
Humedad	%	6,9
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2,015

### OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8185	559	58786	S .2020/600	17/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD), con residuales. Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L <sub>0</sub>	mm	26,50	29,00	26,50
L <sub>90</sub>	mm	26,28	26,82	25,57
t <sub>90</sub>	min	1,68	2,01	1,98
L <sub>50</sub>	mm	26,38	27,79	25,98
L <sub>100</sub>	mm	26,26	26,58	25,47
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	2,62	1,21	3,02
Coefficiente de Consolidación		3,46	0,62	3,89
Tiempo máximo al corte	min	19,81	23,70	23,35
Velocidad máxima	mm/min	0,25	0,21	0,21
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	6,9		
Humedad final	%	10,2		
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	1,842		
Densidad seca inicial	g/cm <sup>3</sup>	1,723		
Índice de huecos inicial		0,509		
Grado de saturación inicial	%	35,3		
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,345		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,340		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,337		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	115	187	258
Tensión tangencial máxima residual	KPa	106	173	240
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	35,6		
Cohesión	KPa	43		
Ángulo de Rozamiento Interno residual	°	33,8		
Cohesión residual	KPa	39		

**Observaciones:** 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2,60 g/cm<sup>3</sup> (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

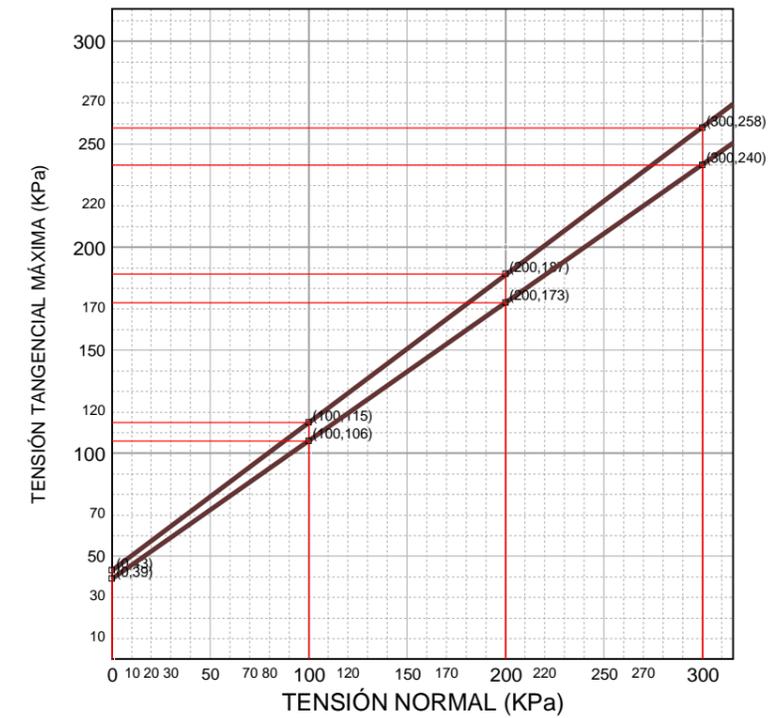
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial

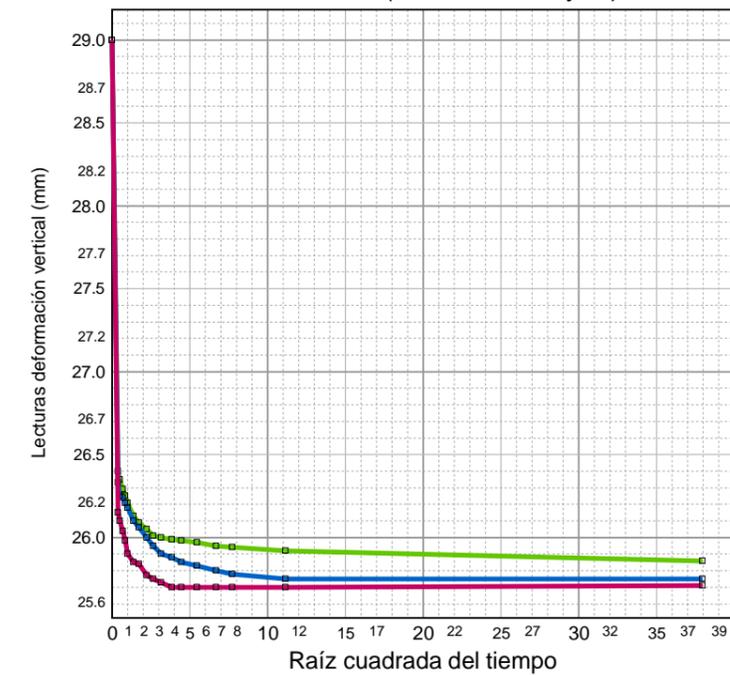


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8185	559	58786	S .2020/600	17/07/2020

R-08-8



CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8183	557	58784	S .2020/602	17/07/2020

## ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,  
 33008-Oviedo, Asturias  
 ESB27468404

Geodrilling, S.L.  
 CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A  
 33008-Oviedo  
 Asturias

Ensayos de laboratorio  
 Muestras remitidas  
 Asturias

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1.TP (De 7.2 a 7.8 m)

PROCEDENCIA: Zamudio

FECHA DE MUESTREO: 30/06/2020

### ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8183	557	58784	S .2020/602	17/07/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	2,7

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-1.TP (De 7.2 a 7.8 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	83,0
Altura mm	228,5
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	99735
Resistencia a compresión uniaxial MPa	<b>18,4</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 kg/cm<sup>2</sup>

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm <sup>3</sup>	<b>2,584</b>
Humedad %	2,7
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	<b>2,516</b>

### OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA



Raúl Alonso Fernández  
 Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
 Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8184	558	58785	S .2020/601	17/07/2020

## ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,  
33008-Oviedo, Asturias  
ESB27468404

Geodrilling, S.L.  
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A  
33008-Oviedo  
Asturias

Ensayos de laboratorio  
Muestras remitidas  
Asturias

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1.T-P (De 8.00 8.40 m)

PROCEDENCIA: Zamudio

FECHA DE MUESTREO: 30/06/2020

### ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8184	558	58785	S .2020/601	17/07/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	2,5

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	S-1.T-P (De 8.00 8.40 m)
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 83,0
Altura	mm 228,9
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura	N 97294
Resistencia a compresión uniaxial	MPa 18,0
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 kg/cm<sup>2</sup>

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup> 2,614
Humedad	% 2,5
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup> 2,550

### OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial

