

ANEJO N°2

Geología y geotecnia

Índice

1 Introducción	1
1.1 Objetivos y alcance	1
1.2 Metodología	1
1.3 Información utilizada	2
2 Geología de la zona	3
2.1 Encuadre general	3
2.2 Estratigrafía	4
2.2.1 Areniscas y Lutitas	4
2.2.2 Depósitos eluviales.	5
2.2.3 Depósitos aluviales	5
2.2.4 Rellenos antrópicos	5
2.3 Tectónica	6
2.4 Geomorfología	6
2.5 Hidrogeología	6
2.6 Sismicidad	6
2.7 Agresividad de los suelos por sulfatos	6
3 Características geotécnicas de los materiales	7
3.1 Areniscas y Limolitas	7
3.1.1 Cimentación superficial en Areniscas y Limolitas	7
3.1.2 Resistencias unitarias para micropilotes:	7
3.2 Recubrimiento cuaternario	8
3.2.1 Depósitos coluviales	8
3.2.2 Depósitos eluviales	8
3.2.3 Rellenos antrópicos (RA)	9
4 Geotecnia de las obras de tierra	10
4.1 Desmontes	10
4.1.1 Criterios generales	10
4.1.2 Estudio particularizado	12
4.2 Rellenos	15
4.2.1 Criterios generales	15
4.2.2 Estudio particularizado de los rellenos	16

5 Geotecnia de las estructuras	19
5.1 Metodología utilizada	19
5.1.1 Estabilidad global	19
5.1.2 Hundimiento	19
5.1.3 Asientos	19
5.2 Estructuras	19
5.2.1 Pasarela 0+900	19
5.2.2 Pasarela 2+800	20
5.2.3 Pasarela 3+450	20
5.3 Muros	21
5.3.1 Muro 1	21
5.3.2 Muro 2	22
5.3.3 Muro 3	23
5.3.4 Muro 4	24
5.3.5 Muro 5	25
5.3.6 Muro 6	25
5.3.7 Muro 7	27
5.3.8 Muro 8	28
5.3.9 Muro 9	29
5.3.10 Muro 10	30
5.3.11 Muro 11	32
5.3.12 Muro 12	33
5.3.13 Muro 13	34
6 Estudio de materiales	36
6.1 Categoría de la explanada	36
6.2 Aprovechamiento de materiales	36
6.3 Utilización en rellenos	36
6.4 Coeficientes de paso	36
6.5 Prescripciones a satisfacer por los materiales	37
6.6 Inventario de Canteras	39
6.6.1 Cantera C-1: Cantera Mina Bilbao	39
6.6.2 Cantera C-2: Errigoiti	39
6.6.3 Cantera C-3: El Bortal (Galdames)	39
6.6.4 Cantera C-5: Nafarrondo	40

6.6.5 Cantera C-6: Horyasa Paraje Andaroleta	40
6.6.6 Cantera C-7: Lacilla	40

APÉNDICE Nº 2.1: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
APÉNDICE Nº 2.2: PERFILES ESTRUCTURAS
APÉNDICE Nº 2.3: CAMPAÑA GEOTÉCNICA
APÉNDICE Nº 2.4: ENSAYOS DE LABORATORIO
APÉNDICE Nº 2.5: CAMPAÑAS PREVIAS
APÉNDICE Nº 2.6: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

1.3 Información utilizada

En primer lugar se ha consultado la información geológica general existente de la zona estudiada:.

- Mapa Geológico del País Vasco 1/25.000. Hoja nº 61-III “Galdakao”. (1993).
- Mapa Geológico de España 1/50.000. Hoja 62-I “Lezama”. (1973).
- Mapa Geológico Digital EVE del País Vasco 1:25.000
- Proyecto de Construcción de un Tercer Carril en la Autopista A-8 entre el Nudo de Basauri y la Estación de Peaje de Iurreta
- Proyecto de Construcción de la Bicipista del Txorierri. Tramo Erletxe-Larrabetzu

Proyecto de Construcción de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erletxe — Beroa

Anejo nº2: Geología y geotecnia

2

2 Geología de la zona

2.1 Encuadre general

Desde el punto de vista de la geología regional, la zona objeto de este estudio pertenece a las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco - Cantábrica.

Geológicamente el área se encuentra encuadrada en las unidad de Oiz, siendo su rasgo estructural más notable los cabalgamientos con vergencia norte del Cretácico superior y del Cretácico inferior sobre el Cretácico medio-superior así como pliegues desgarrados en algunas zonas.

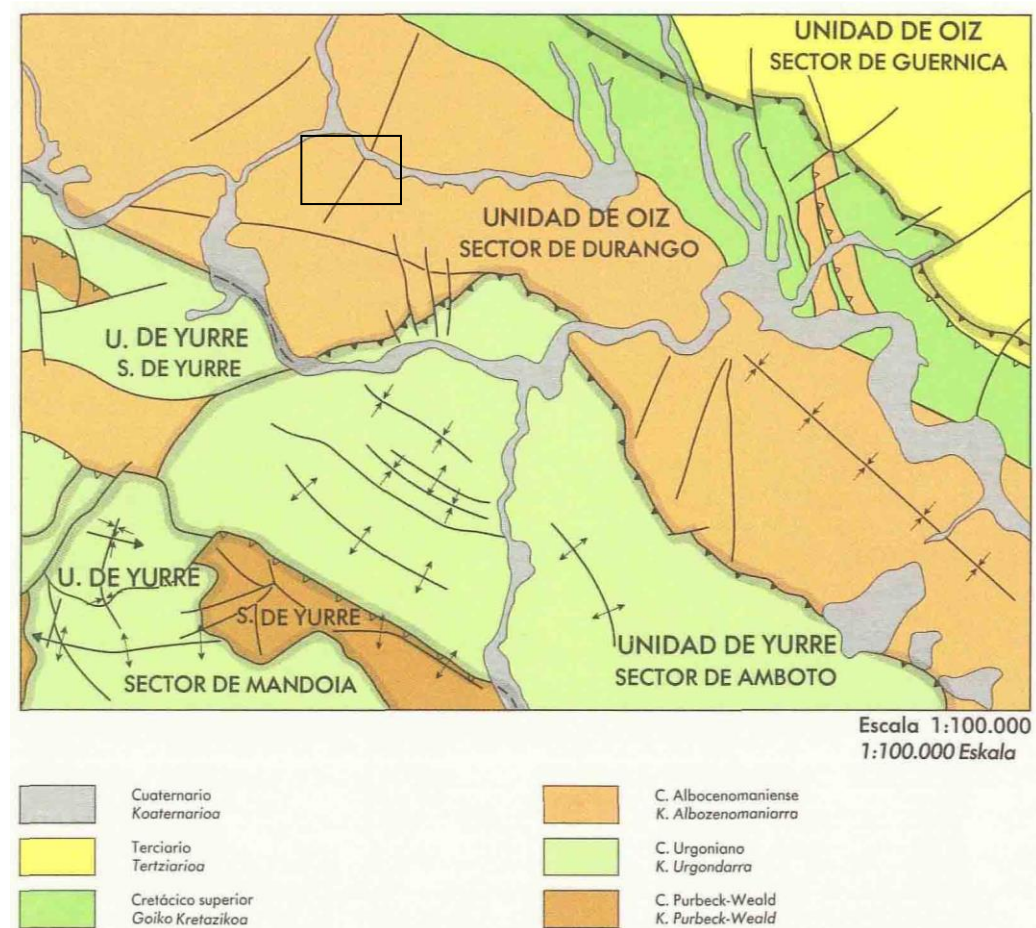


Figura nº2. Esquema Geológico (EVE)

El ciclo Supraurgoniano representa el episodio terrígeno que cierra el ciclo marino somero arrecifal urgoniano y lo separa de los episodios flyschoides o de la sedimentación carbonatada extensiva en las grandes plataformas del Cretácico superior.

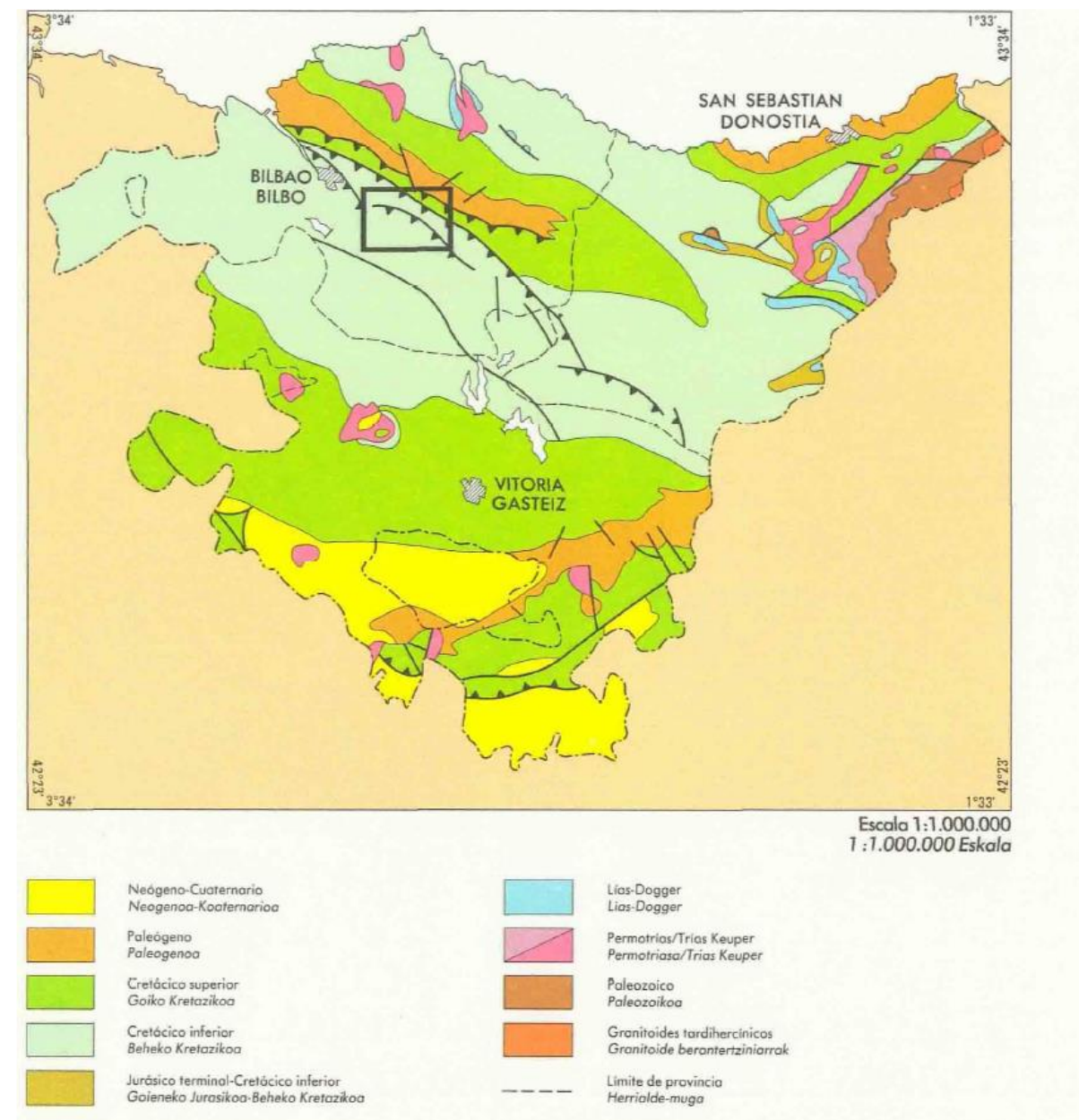


Figura nº3. Esquema geológico regional (Mapa del EVE, escala 1:100.000)

Los materiales de esta zona se encuentran deformados según directrices de orientación noroeste-sureste, congruentes con la estructuración general observable en esta parte de la Cuenca Vasco-cantábrica. La fase de deformación principal ha producido grandes pliegues de dirección N120E como el anticlinal de Bilbao o el sinclinal De Punta Galea – Oiz con vergencias al Norte.

La disposición estructural de los materiales aflorantes muestra un sentido general de buzamiento hacia el noreste. Toda la secuencia forma parte del del flanco sur del sinclinal de Punta Galea-Oiz cuyo núcleo se encuentra ocupado por materiales terciarios.

Sobre el substrato Cretácico, se han desarrollado diversos depósitos cuaternarios, con espesores poco importantes, consistentes en suelos de origen eluvial y por rellenos antropogénicos.

Estructuralmente, la zona de estudio se engloba dentro del Sector de Durango, enmarcado en la Unidad de Oiz. Las directrices estructurales principales son NO-SE. Al igual que en otras unidades, se contempla la división de esta gran área estructural en sectores que presentan características estructurales comunes y/o están diferenciados por accidentes de importancia. La principal estructura de la Unidad de Oiz, aparte de sus accidentes limitantes, es el Sinclinorio de Bizkaia, plegamiento de directriz NO-SE situado en la franja centro-meridional de esta región estructural.

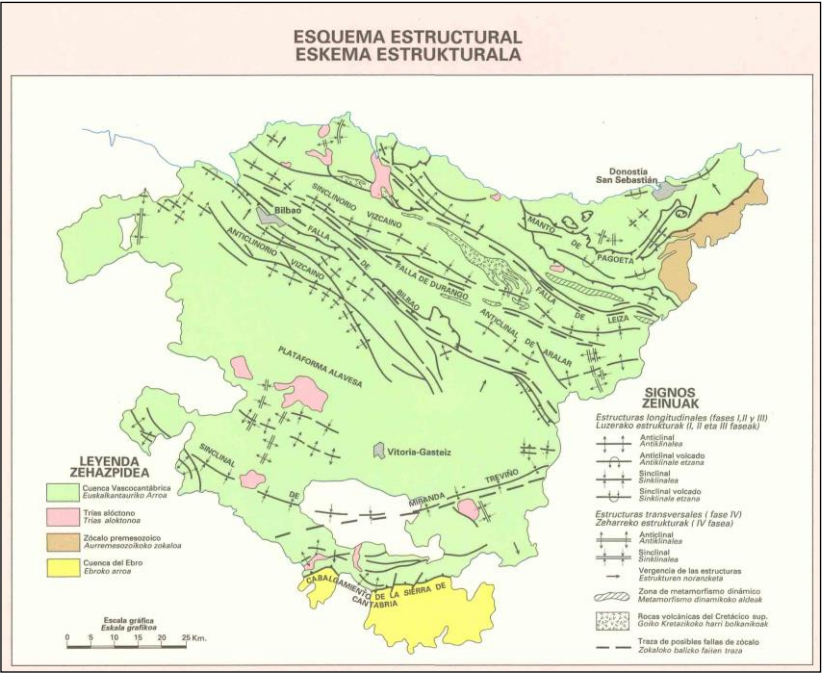


Figura nº4. Esquema estructural del País Vasco (Mapa geológico del EVE, escala 1/1.000.000)

El área estudiada se encuentra situada sobre las laderas de los valles fluviales principales y a menudo se encuentra sobre el trazado del contacto entre las laderas y la llanura aluvial. En la parte final recorre una parte de la llanura aluvial asociada a un afluente del Ibaizabal, principal curso fluvial de la zona.

Se han detectado varios deslizamientos asociados a las excavaciones de la Autopista AP-8 y que fueron corregidos en su momento mediante anclajes al terreno o bien mediante la ejecución de muros.

2.2 Estratigrafía

El trazado discurre aprovechando en su mayor parte el corredor generado por la AP-8 que discurre así mismo por el valle del río Ibaizabal.

Desde el punto de vista geológico se encaja dentro de unidad de Oiz. Las formaciones que la componen son de edades comprendidas entre el Albiense y el Paleoceno y se encuadran en el complejo urgoniano, formación Durango y en la base del cretácico superior carbonatado, con algunas intercalaciones de rocas volcánicas, así como una escama paleocena limitada por contactos mecánicos.

Los materiales estudiados se encuentran deformados según directrices noroeste-sureste, congruentes con la estructuración general observable de esta parte de la cuenca Vasco-cantábrica.

A continuación se detallan las características de cada de las unidades reconocidas a lo largo del trazado estudiado.

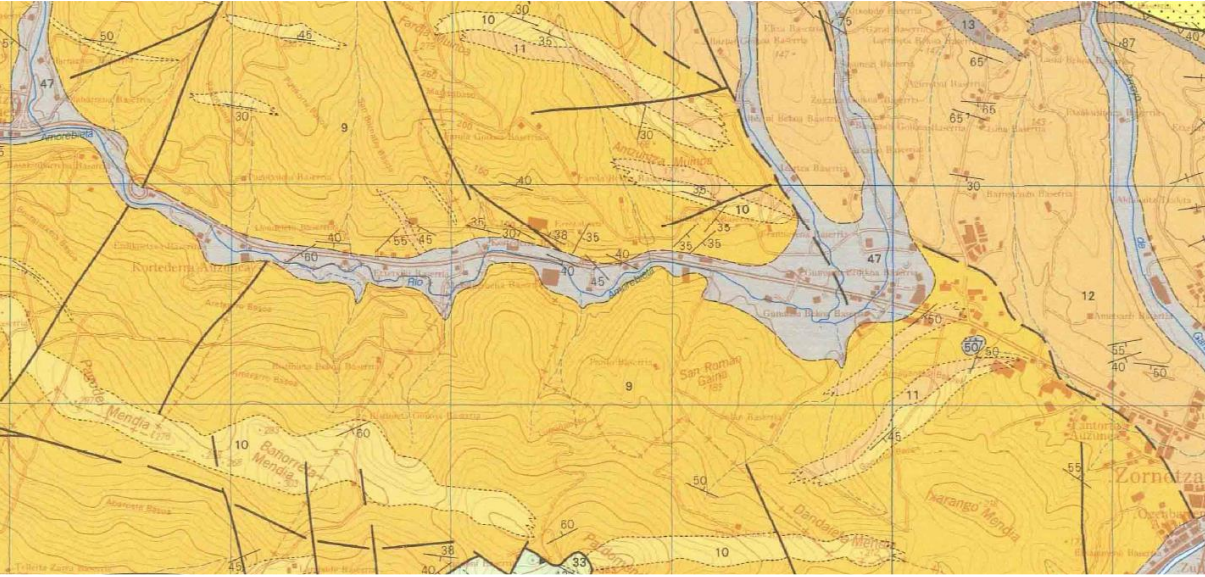


Figura nº5. Extracto de la hoja 61-III Galdakao de la cartografía geológica 1:25.000 del EVE (1993)

2.2.1 Areniscas y Lutitas

Pertenecientes al sector Durango de la unidad de Oiz, están formadas por una alternancia de areniscas y limolitas calcáreas de tonos grises con igual proporción de ambas litologías. Pertenecen a la denominada Formación Durango, dentro del complejo supraurgoniano.



Figura nº6. Aspecto de una zona lutítica

En el interior de la serie pueden aparecer niveles más potentes de areniscas con conglomerados de cantos en su base de una potencia métrica.

2.2.2 Depósitos eluviales.

Ocupan una parte considerable del tramo en superficie. Se encuentran constituidos por materiales limo arcillosos en el que ocasionalmente pueden aparecer cantos de diverso tamaño tapizando la superficie del sustrato rocoso.

Proviene de la meteorización del macizo rocoso en ocasiones con un pequeño transporte facilitado por la pendiente de la ladera. Los materiales de tamaño de grano superior presentan bordes angulosos lo que revela la ausencia o limitación del transporte.

Estos materiales tapizan la ladera izquierda del trazado, mezclados con niveles de rellenos antrópicos.

2.2.3 Depósitos aluviales

Asociados a los principales cauces de los ríos y arroyos presentes en la zona y en particular al río Borrao y a su afluente Aretxabalgaina que desagua desde el Txorierrí así como al final del trazado al arroyo Maribi que corta a la traza en el PK 5+000.

A menudo se trata de depósitos cohesivos, limosos que se apoyan sobre un nivel de gravas en la base.

2.2.4 Rellenos antrópicos

Formados por materiales de variada granulometría constituyen los rellenos del corredor de la AP-8 y la N-634, así como las zonas urbanizadas anexas. Bajo la plataforma de los viales se consideran como rellenos compactados y vertidos sin compactación o con compactación escasa los rellenos generados en las márgenes de dichas vías.



Figura nº7. Aspecto de los rellenos antrópicos ligados a las obras de la Autopista AP-8

2.3 Tectónica

La zona del trazado atraviesa varias fallas, entre otras la situada en el arroyo de Kañadatrokea (PK 1+750) siendo los contactos entre formaciones de tipo normal.

Los buzamientos observados en la zona del proyecto son variados con direcciones de buzamiento hacía el suroeste y sureste, formando pequeños pliegues e inclinaciones medias de 30°-50°. Estos pliegues presentan flancos pequeños (decenas de metros) y se pueden ver afectados por fallas de pequeña longitud (métricas).

2.4 Geomorfología

La zona se encuentra situada a en el valle del Ibaizabal, en una ubicación a media ladera, bajo la plataforma de la autopista AP-8. Se trata de un fondo de valle relativamente ancho, limitado por laderas con pendientes abruptas, pero que quedan fuera de la zona de influencia del trazado. El entorno se encuentra fuertemente antropizado, surcado por diversas vías de comunicación.

2.5 Hidrogeología

A efectos prácticos tanto el macizo rocoso, compuesto por una alternancia de limolita, argilitas y areniscas que como los depósitos eluviales principalmente limo arcillosos pueden considerarse como impermeables.

Solamente, con carácter estacional puede esperarse un cierto flujo de agua en el contacto suelo/roca en el que las discontinuidades pueden encontrarse abiertas y con capacidad transmitiva a favor de la pendiente.

No se espera, dada la escasa entidad de las obras a ejecutar, modificaciones de importancia en el comportamiento hidrogeológico del macizo afectado, no afectándose aprovechamientos actuales

Desde el punto de vista hidrogeológico regional, el área de estudio se enmarca dentro de la cuenca Norte, que ocupa la casi totalidad de la cornisa cantábrica. De los diversos sistemas acuíferos localizados dentro del sector vasco de esa cuenca solamente la Unidad Hidrogeológica de Oiz, que se desarrolla sobre materiales detríticos, se localiza próxima a la zona de estudio, aunque sin afectar a las obras previstas.

Desde el punto de vista práctico, no se considera que existan zonas con un nivel piezométrico estable. La presencia de agua subterránea en el ámbito del proyecto se reducirá al flujo en el contacto entre los materiales eluviales y coluviales situados sobre las laderas y la roca sana.

2.6 Sismicidad

En el área estudiada, y de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), Parte General y Edificación, actualmente en vigor, real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, el trazado se desarrolla por zonas de intensidad sísmica calificada como de sismicidad baja, con valores a_b / g inferiores a 0,04, y de K inferiores a 1,0. Siendo a_b la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años.

Por otro lado K es el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia, en la peligrosidad sísmica de cada punto, de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma. Según la norma, no es preceptivo considerar la influencia de los fenómenos sísmicos en las obras y servicios situados en las zonas de dicho grado de sismicidad.



Figura nº8. Mapa Sísmico de España.

2.7 Agresividad de los suelos por sulfatos

Los resultados obtenidos en los análisis químicos de sulfatos indican un bajo porcentaje en los materiales pertenecientes al sustrato rocoso (0.1%) así como en los materiales cuaternarios (0.4%).

3 Características geotécnicas de los materiales

Las características geotécnicas de los materiales se han deducido a partir los ensayos de laboratorio realizados en la campaña correspondiente y de la experiencia de la zona. Dada la similitud geotécnica de los materiales del sustrato rocoso, estos se han unificado en una única unidad geotécnica.

3.1 Areniscas y Limolitas

Los materiales cretácicos constituyen el sustrato rocoso en toda la zona de estudio, con varios afloramientos a lo largo del trazado en proyecto.

Esta unidad rocosa se ha detectado tanto a nivel superficial, en afloramientos como en los sondeos S-1, S-2 y S-3.

Para la caracterización de las areniscas y limolitas sanas se ha llevado a cabo un ensayos de resistencia a compresión simple, con una RCS media de 6.6 MPa .

Los resultados de los ensayos realizados para esta unidad se incluyen a continuación:

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Cota sup	Cota inf	Long.	Unidad Geotéc.	Hum.	Dens. Ap.	RCS rocas
		m	m	m		%	kN/m3	MPa
S-3	TPI-1	5,40	6,0	0,6	Are-L	1,28	25,9	6,60

Tabla nº1. Resultados ensayos de la formación del Are-L

El contenido de humedad es del 1,28% y la resistencia a la compresión simple de 6,6 MPa.

La resistencia a compresión simple presenta un valor bajo, debido a que la muestra ha roto a lo largo de un plano de estratificación. El valor de la resistencia a la compresión simple para el terreno confinado intacto se puede suponer como más elevado que el obtenido en el ensayo de laboratorio.

En los sondeos realizados para el Proyecto Constructivo de la Bicipista del Txorierrri (Erletxe-Larrabetzu) en la misma unidad de areniscas y limolitas, los valores de la resistencia a la compresión simple realizados sobre 3 testigos de sondeo son:

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Prof. Sup. m	Prof. Inf. m	Long. m	Hum. %	Dens. Ap. kN/m³	RCS rocas MPa
S-1	TP-1	4,8	5,1	0,3	0,53	2,65	46,76
S-2	TP-1	5,7	6	0,3	2,14	2,62	12,45
S-3	TP-2	14,5	14,8	0,3	1,82	2,55	4,44

El valor medio de la resistencia a la compresión simple, para terreno confinado puede asumirse como RCS=20MPa, para esta unidad, en función a la experiencia en proyectos próximos sobre esta formación rocosa.

3.1.1 Cimentación superficial en Areniscas y Limolitas

En los casos donde se recurra a cimentaciones directas de carácter superficial en esta unidad, se seguirán las recomendaciones de la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras, donde se establecen los criterios para realizar el cálculo de las cimentaciones en roca, en función estableciendo los parámetros de tipo de roca, grado de meteorización

3.1.2 Resistencias unitarias para micropilotes:

En aquellos casos donde se ejecuten cimentaciones profundas mediante micropilotes en esta unidad, se siguen las recomendaciones de la Guía Para el Proyecto y Ejecución de Micropilotes en Obras de Carreteras

Para que se movilice la resistencia por punta se debe cumplir que el RQD>60%, el grado de meteorización sea igual o inferior a GM;III y la resistencia a compresión simple (RCS) de la roca sea igual o superior a 20MPa. El valor medio de la resistencia a compresión simple de esta unidad es RCS=30, por lo que cuando se cumplan las otras dos condiciones la resistencia unitaria por punta será:

TIPO DE ROCA	$f_{e,d}$ (MPa)	$q_{pe,d}$
Margas y margocalizas	0,15 - 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 - 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 - 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomías	0,40 - 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 - 0,60	$0,10 \cdot q_u$

Tabla nº2. Ilustración 1: Tabla 3.3 Guía Micropilotes

Por lo que de adopta el siguiente valor, como resistencia unitaria por punta:

- $q_p = 0,07 \text{ RCS} = 1.4 \text{ MPa}$

Y la resistencia unitaria por fuste será (tomada de la tabla anterior):

- $R_f = 0,30 \text{ MPa}$

3.2 Recubrimiento cuaternario

3.2.1 Depósitos coluviales

Se han reconocido por evidencias geomorfológicas, aunque no se han podido recoger muestras o caracterizar con ensayos. Son depósitos de materiales arcillosos arrastrados del nivel de alteración del substrato rocoso, presentando características composicionales similares a estos y parámetros resistentes ligeramente más bajos debido al transporte y removilización sufridos. Debido a que no se han recogido ensayos en muestras de este tipo de materiales los parámetros adoptados proceden de la experiencia en este tipo de depósitos y son los que se describen a continuación:

- Densidad aparente: 20 kN/m³
- Cohesión: 10 kPa
- Ángulo de rozamiento: 35°

3.2.2 Depósitos eluviales

Esta unidad está se ha reconocido en la campaña geotécnica en el sondeo todos los sondeos. Se dispone de ensayos en el S-2. Está compuesta por materiales de variada granulometría, fundamentalmente limo-arcillosa de plasticidad medía, que presentan cantidades escasas de arena. Esta unidad engloba también la zona rocosa más alterada, donde pueden existir fragmentos de roca englobados en una matriz areno-limosa (suelo eluvial). En general, se engloba en esta unidad, tanto los suelos eluviales puros como el substrato rocoso con un grado de alteración GM:IV o superior.

%	SUCS	CTE
GRAVA	27,9	36,5
ARENA	55,2	47,3
FINOS	17,0	16,2

Tabla nº3. Ilustración 2: Clasificación granulométrica

Sondeo	Muestra	Cota sup		Cota inf	Long .	Unidad Geotéc.	Hum	Dens. Ap.	Granulom (% pasa)			Plasticidad			SUC S	RCS suelos	Mat
									#20	#2	#0.08	LL	LP	IP			
		m		m	m											KPa	%
S-2	SPT-1	1,0		1,6	0,6	Eluv	8,5	21,8	87,4	63,5	16,2	NP	NP	NP	SM		0,39
S.3	MI-1	3,0		3,40	0,4	Eluv										94	

Según los trabajos realizados, aparece localizada sobre el sustrato rocoso subyacente (C1).

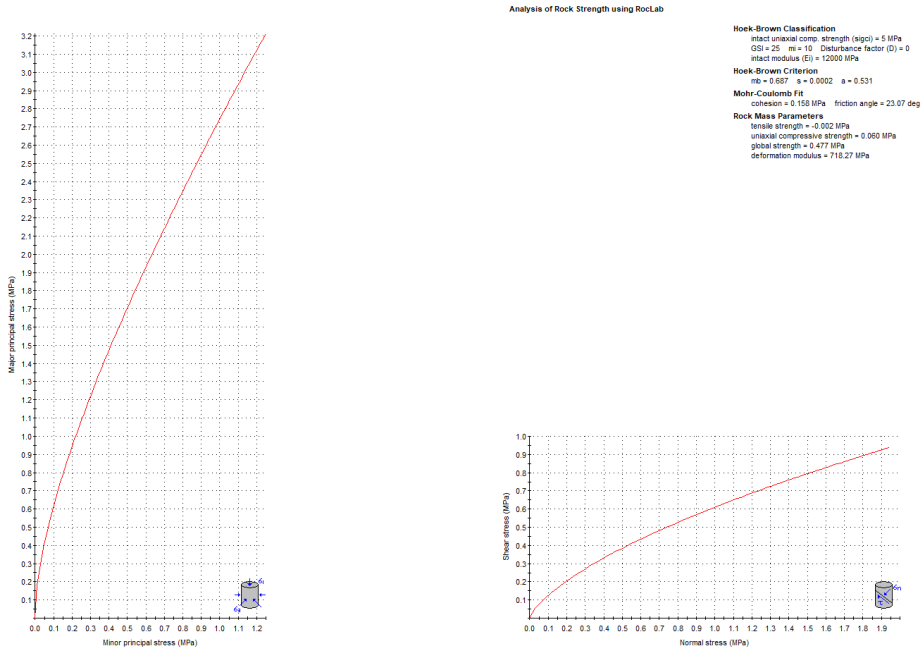
En el proyecto objeto de estudio, se encuentra presente a lo largo de todo el tramo. Su potencia varía entre 0,4 y 3m.

Para los niveles de roca alterada, se asignan parámetros resistentes según el criterio general de Hoek-Brown a través de su clasificación GSI.

Se han adoptado los siguientes parámetros:

- Densidad: 21 kN/m³
- GSI=25, correspondiente a una roca alterada con su matriz desintegrada
- Mi=17 correspondiente a rocas sedimentarias de grano fino y medio (areniscas)
- RCS= 5 MPa (correspondiente a roturas obtenidas en ensayos en la misma formación en otros proyectos)

Con estos datos, se consigue un ajuste a la curva de rotura de Mohr-Coulomb



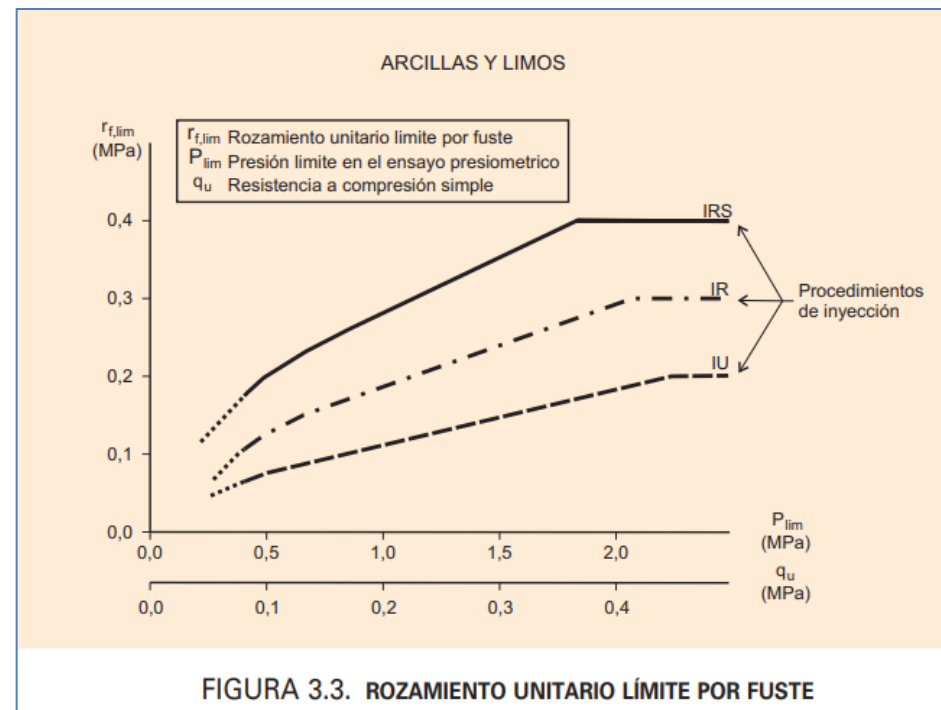
Con lo que los parámetros geotécnicos asignados a esta unidad son:

- Densidad aparente: 21 kN/m³
- Cohesión: 150 kPa
- Ángulo de rozamiento: 23°
- E (modulo deformación) = 718 MPa

3.2.2.1 RESISTENCIAS UNITARIAS PARA MICROPILOTES

En aquellos casos donde se ejecuten cimentaciones profundas mediante micropilotes en esta unidad, se siguen las recomendaciones de la Guía Para el Proyecto y Ejecución de Micropilotes en Obras de Carreteras. Los niveles de roca alterada, aunque tienen un comportamiento y características mixtas

A este material se le asigna una cohesión de 150kPa, que en una resistencia al corte no drenada equivale para arcillas saturadas (caso más desfavorable), a una resistencia a compresión simple de 300kPa. Con este valor, según la Figura 3.3 de la citada guía de micropilotes,



se asigna una resistencia unitaria por fuste (R_f) de 0,14 MPa y una resistencia unitaria por punta (q_p) del 15% de la resistencia unitaria por fuste, con lo cual: q_p 0.02 MPa.

Solamente se ven afectados por el trazado en espesor muy reducido ($<1\text{ m}$) y en su mayoría presentarán cierto grado de compactación dado que forman parte de viales y zonas urbanizadas.

%	SUCS	CTE
GRAVA	46,3	57,9
ARENA	34,5	23,4
FINOS	19,3	18,8

Sondeo	Muestra	Cota sup	Cota inf	Long .	Unida d Geote c.	Hum	Dens. Ap.	Granulom (% pasa)			Plasticidad			SUCS	Acidez	Sulfat
									#20	#2	#0.08	LL	LP	IP		BG
		m	m	m		%	kN/m ³									
S-3	SPT1	1,5	2,1	0,6	R	0,8	20(*)	91	42	19	23	13,7	9,3	GC	12	44

Los valores geotécnicos de cálculo de esta unidad no se han obtenido de ensayos, sino de experiencias en rellenos compactados de características similares.

- Desde el punto de vista de la aprovechabilidad, a la vista de la heterogeneidad de estos materiales así como su elevado porcentaje de humedad, se propone su reutilización para urbanización de zonas aledañas al trazado, pero no para ser utilizados bajo el tronco o como relleno de la plataforma del trazado.

4 Geotecnia de las obras de tierra

4.1 Desmontes

En un estudio de desmontes deben tenerse en consideración muchos aspectos (estabilidad, refuerzo, excavabilidad, impacto ambiental, trazado, reutilización de materiales, expropiaciones, etc.), generalmente relacionados entre sí y por tanto difíciles de estudiar por separado.

La valoración de cada uno de estos factores no es sencilla, ya que tanto la toma de datos, como los parámetros geotécnicos, están condicionados por variaciones locales, que impiden lograr los grados de precisión que se alcanzan en otros tipos de estudios y proyectos de obra civil. Por ello, al margen de los errores admitidos, la decisión final depende en gran medida de la experiencia y el buen juicio ingenieril.

En este apartado se estudiarán los aspectos geotécnicos de los desmontes, es decir, los relacionados con su estabilidad, eventuales medidas de refuerzo y excavabilidad. Otros aspectos, como los medioambientales, de trazado, y de reutilización de materiales, se analizarán en otros apartados.

En primer lugar se expondrán de manera breve los "criterios generales básicos" que se aplicarán a los diferentes aspectos de este estudio, especialmente en lo relativo a las secciones tipo, diseño de taludes de excavación, cálculos de estabilidad, recomendaciones constructivas de refuerzo, protección y drenaje, excavabilidad, caracterización del fondo de desmonte y recomendación de las medidas oportunas en caso necesario (saneos).

Se ha considerado el estudio particularizado de aquellos desmontes con una altura superior a los 5 m. En el caso de aquellos de inferior altura se ha determinado la idoneidad de su excavación con una pendiente 3(H):2(V).

El análisis detallado de cada desmonte del trazado incluirá los siguientes apartados:

- Situación y datos geométricos
- Trabajos de reconocimientos realizados
- Características geológicas del terreno a excavar
- Análisis de estabilidad
- Excavabilidad
- Fondo de desmonte
- Drenaje
- Recomendaciones constructivas

De acuerdo con el perfil longitudinal de las vías generales, a lo largo del trazado se excavarán un total de 8 tramos en desmonte, con una altura máxima inferior a los 15 m, y sólo tres de ellos superan los 5 m.

4.1.1 Criterios generales

Tal y como se verá en los cálculos de estabilidad, las pendientes de los taludes inventariados garantizan la estabilidad global.

El diseño de la sección tipo de los desmontes se realizará siguiendo los criterios de las normas en vigor y tomando en consideración las observaciones realizadas en los diferentes reconocimientos efectuados sobre los taludes existentes. En concreto, se estudiarán y definirán los siguientes aspectos:

- Inclinaciones de los taludes de desmonte.
- Refuerzos y sostenimientos.

A continuación se describen los criterios y consideraciones más importantes a tener en cuenta en cada uno de ellos.

4.1.1.1 INCLINACIÓN DE LOS TALUDES DE DESMONTE

Para la determinación de la pendiente de los taludes de desmonte se han empleado básicamente criterios de estabilidad, recomendando pendientes implicando una afección aceptable garanticen la estabilidad a largo plazo.

4.1.1.2 REFUERZOS Y SOSTENIMIENTOS

En los casos en que la estabilidad del talud se sitúe en una posición comprometida, se deberán aplicar medidas de sostenimiento.

4.1.1.3 MEDIDAS PARA EVITAR LA DEGRADACIÓN DE LOS TALUDES POR EROSIÓN

Algunos de los terrenos excavados son susceptibles de sufrir degradación por la granulometría que presentan, por lo que se hace necesario proponer una serie de medidas para evitar dicha degradación.

- La primera de ellas es el diseño de un adecuado drenaje de los taludes mediante cunetas de recogida de aguas.
- La segunda es la adopción de inclinaciones de talud poco elevadas.

4.1.1.4 CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

El método de cálculo a aplicar depende de la naturaleza intrínseca del terreno donde potencialmente puede desarrollarse la inestabilidad.

En los taludes en terrenos tipo suelo y/o rocas muy alteradas, las roturas se producen a través de su masa. Se ha observado en numerosos casos analizados que la superficie de deslizamiento se asemeja a la cara cóncava de una concha, de modo que, en un perfil paralelo a la dirección del movimiento, la sección de esta superficie es circular.

Este tipo de deslizamiento se produce en terrenos homogéneos, sin direcciones predominantes de fracturación y en los que el tamaño de las partículas de suelo es muy pequeño en comparación con las

dimensiones del talud. Los métodos de cálculo de estabilidad que actualmente se aplican están basados en estas observaciones.

En este estudio, se aplica el "Método de Bishop", que es un método bidimensional que divide el terreno en rebanadas o dovelas y estudia el equilibrio en cada una de ellas. El problema es hiperestático, por lo que es necesario hacer una simplificación que permita su resolución. La simplificación de Bishop consiste en suponer que las fuerzas en las caras laterales son horizontales.

Sólo se satisface el equilibrio de momentos y no el de fuerzas horizontales. Como resultado del cálculo se obtiene el factor de seguridad (FS) en el círculo de rotura escogido. Como el FS aparece de modo implícito en las ecuaciones del método, su valor debe obtenerse mediante un proceso iterativo que converge rápidamente. El Método de Bishop presenta errores máximos del 7%, siendo los más habituales de un 2%.

Para definir un desmonte estable deberá partirse del coeficiente de seguridad, es decir, de la relación entre las fuerzas resistentes y la fuerza que sería necesaria para mantener en equilibrio la masa a deslizar. Los coeficientes de seguridad exigidos son 1,1 para taludes en situación accidental de sismo y 1,5 para taludes definitivos.

En este caso se realizará un análisis de estabilidad en base a los parámetros otorgados a cada unidad, considerando la mayor altura de los desmontes en los cuales aparecerá.

Para realizar este estudio se utilizará el programa comercial SLIDE (versión 6.0), desarrollado por el Rock Engineering Group de la Universidad de Toronto, bajo la dirección del profesor Evert Hoek. Este programa calcula el equilibrio plástico que se da en un círculo de rotura preestablecido. Los datos que requiere el programa son:

- Cohesión, ángulo de rozamiento y peso específico de los terrenos.
- Geometría del talud. Es posible adaptar la geometría prácticamente sin limitaciones, así como considerar distintos terrenos, cada uno de ellos con su geometría y propiedades.
- Es posible considerar un nivel freático de geometría libre.

En definitiva, el programa calcula en una malla de centros de círculos dada por el proyectista, el factor de seguridad de los posibles círculos que resultan de variar el radio en cada uno de los centros. Así es posible disponer de una representación de isóneas de factores de seguridad (lugar geométrico de los centros de los círculos de rotura), solventándose en parte la limitación del método de Bishop de tener que prefijar el círculo de rotura a priori.

Taludes en roca

Para analizar las condiciones de estabilidad de los desmontes previstos a lo largo de la traza, excavados en substrato rocoso, se ha utilizado, como elemento de cálculo, el método del Dr. K.W. John adaptado según los programas: DIPS, realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Toronto, y otro programa auxiliar para determinar analíticamente el factor de seguridad de las cuñas y bloques con posibilidad de movimiento hacia la excavación. Este método permite conocer si un bloque rígido, delimitado por varias discontinuidades geológicas y con unas

propiedades resistentes definidas a lo largo de los planos de discontinuidad, es o no estable para un talud determinado.

El método es válido para los desmontes en formaciones de rocas duras en estado sano o moderadamente alterado y para profundidades de desmontes convencionales, tal y como son los previstos en el trazado que nos ocupa, donde puede descartarse la posibilidad de roturas a través del propio material, exceptuando los metros más superficiales de suelos y roca alterada.

El descartar este tipo de roturas se basa, no sólo en la observación de las características geomecánicas del macizo rocoso en los afloramientos, sino también, y muy especialmente, en la observación del comportamiento de los taludes existentes en estas formaciones, donde no existen roturas a través del propio material, exceptuando los metros más superficiales fuertemente alterados.

El método de cálculo utilizado, presenta las siguientes limitaciones:

La determinación de las familias de discontinuidades mediante observaciones de superficie está sujeta a errores y estimaciones subjetivas, y no contempla además la posible variación de las condiciones estructurales con la profundidad. Por ello, no puede hablarse de un conocimiento del macizo rocoso, sino de una interpretación. No obstante, mediante un estudio cuidadoso, como el actual, puede estimarse con razonable acierto el comportamiento del macizo rocoso; excepto en zonas donde la estructura sea muy errática.

Se desconoce la resistencia al corte, fricción y cohesión, a lo largo de los planos de discontinuidad. Incluso disponiendo de ensayos de laboratorio, los resultados que se obtendrían podrían ser muy diferentes a los valores reales de los planos.

En nuestro caso, los valores utilizados se basan tanto en nuestra experiencia en el comportamiento de este tipo de materiales, investigados ya para distintos proyectos y obras próximas a la que ahora nos ocupa, y en los datos publicados en la literatura técnica para rocas semejantes; en general procedente de ensayos de laboratorio.

No se puede conocer si el posible bloque inestable es de pequeño volumen o, por el contrario, tiene unas dimensiones que ponen en juego la estabilidad general del desmonte. Este aspecto se puede estimar, únicamente, a partir de las dimensiones de los planos de discontinuidad observadas en los afloramientos.

A pesar de estas limitaciones, el método K.W. John es un método de trabajo muy útil, pues da una idea clara de la estructura del macizo rocoso respecto del talud y permite valorar de forma rápida y sencilla los distintos factores que intervienen en su estabilidad.

En el análisis de estabilidad se ha seguido el proceso que se indica a continuación:

De acuerdo con la cartografía geotécnica de superficie se ha identificado el esquema estructural del macizo rocoso en cada desmonte y, fundamentalmente, a la vista de la orientación de los estratos en las plantas geológico-geotécnicas y de la situación de los pliegues y fallas, se han diferenciado zonas de condiciones geotécnicas uniformes.

Para cada zona, se ha confeccionado un diagrama polar con los datos de fracturación (estratificación, fallas y juntas) medidos en los afloramientos, aunque se han eliminado aquellas estaciones de lectura con escasa o nula representatividad que corresponden a accidentes puntuales y que sólo conducirían a una mayor dispersión en el diagrama y a dificultar la interpretación del esquema estructural característico de la zona en cuestión. A partir de estos diagramas se han interpretado las familias que constituyen el sistema de fracturación del macizo rocoso y sus polos medios.

Una vez identificado el esquema estructural de cada dominio se ha procedido a analizar, mediante la proyección estereográfica, la relación que existe entre los planos correspondientes a los polos medios de las diferentes familias y se han calculado, con unos parámetros resistentes previamente adoptados, los factores de seguridad de las cuñas y bloques con posibilidad de movimiento hacia el exterior del talud. En algunos casos, no sólo se ha examinado la relación entre los polos medios de las familias que las definen sino también la existente entre sus valores extremos, con objeto de estudiar las condiciones de estabilidad que podrían resultar más desfavorables.

Se ha valorado la persistencia observada de las juntas y solo se han tenido en cuenta para el cálculo de cuñas las generadas por la estratificación y otra familia (J). Se han desechado las juntas formadas por dos familias (J) ya que su continuidad y persistencia no se considera de entidad suficiente para formar cuñas. Esta hipótesis es corroborada por las observaciones de campo de los taludes actuales.

Respecto a los parámetros introducidos en los cálculos, se ha estimado razonable adoptar unas resistencias al corte equivalentes a los ángulos de fricción que se indican, para el supuesto de cohesión nula:

TIPO DE PLANO	ANGULO DE FRICCIÓN
Estratificación	20°
Juntas (cerradas y/o baja continuidad)	30°

La fricción indicada para la estratificación es válida para los macizos rocosos sanos y parcialmente alterados. El valor indicado para las juntas sólo sería válido para los macizos rocosos sanos; no obstante, ha sido utilizado con carácter general para todos los taludes frente a posibles roturas a través de las discontinuidades ya que la roca con mayor grado de alteración se limita a profundidades de unos 2 a 3 metros.

Estos valores se consideran razonablemente conservadores y podrían asumir la existencia de un cierto empuje hidrostático.

4.1.2 Estudio particularizado

Los desmontes de este trazado se enumeran a continuación:

Eje	Inicio	fin	long	hmax	pendiente
10	1+640	1+690	50	7	3H/2V
11	3+140	3+390	350	6	3/2V

12	4+340	4+720	380	7	3H/2V
----	-------	-------	-----	---	-------

A continuación se realiza un estudio particularizado para los desmontes de altura superior a los 5 m en los que se supera la pendiente 3(H):2(V).

4.1.2.1 EJE 10 1+640 A 1+690

Descripción general

El desmonte empieza en el PK. 1+640 y acaba en el 1+690 y se excava en el lado izquierdo del trazado. La altura máxima del desmonte es de 7 m en el PK 1+650. Es un desmonte subparalelo al talud actual de la AP-8. Se ha diseñado un talud 3H/2V para este desmonte.

Trabajos realizados

Se ha realizado una inspección al talud actual de la AP-8, que se encuentra cercano al desmonte a ejecutar y se han consultado los puntos de observación y toma de datos recogidos en el PC del 3er carril de la AP-8. La parte a excavar se encuentra recubierta por vegetación. Entre los pp..kk 2+120 y 2+250, el talud de la Ap-8 presenta una inclinación variable entre el 1H/1V sin sostenimiento y zonas con 1H/3V sostenidas con un muro de anclajes reforzado con hormigón proyectado.

Características geotécnicas del terreno a excavar

El material a excavar serán las limolitas y areniscas de la formación Are-L. El espesor de suelos de alteración oscila entre 0,5 y 1 m, excavando en roca por debajo del horizonte de alteración.

Análisis de estabilidad

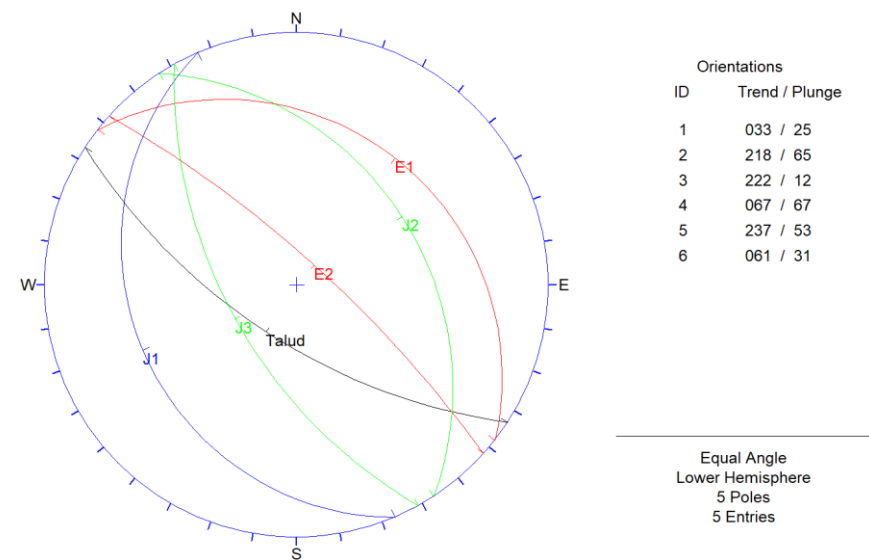
La rotura frente a cuñas de roca se ha analizado con los datos de discontinuidades tomados en el desmonte actual.

Nombre	Dirección	Dir. Buz.	S	C	a	r	GM
E1	115	38	0.5	>	0.01	arc	M(II)
E2	42	168	0.5	>	0.01	arc	M(II)
J1	247	67	2	>	0.01		M(II)
J2	307	57	2	1	0.01		M(III)
J3	031	61	2	2	0.01		M(III)

Respecto a las resistencias de las juntas se han tomado los siguientes valores:

	Cohesión	Ángulo de rozamiento
Estratificación	0	20°
Diaclasas	0	30°

El análisis cinemático mediante proyección estereográfica permite determinar que no existen intersecciones de discontinuidades con posibilidad de deslizamiento hacia la excavación y el talud se podrá excavar sin sostenimiento.



Excavabilidad

Los materiales más superficiales podrán excavar mediante métodos mecánicos convencionales y en función de la potencia de la retro-excavadora a utilizar puede ser necesario recurrir a martillo hidráulico para excavar la zona inferior del talud.

Fondo de desmonte

El fondo de desmonte se estima que se encontrará parcialmente en roca sana y parcialmente en roca alterada.

Reutilización

Se estima que el 75% del desmonte podrá ser reutilizado como relleno tipo todo-uno. El 25% restante, dada su alta humedad y su elevado contenido en finos deberá ser llevado a vertedero.

Conclusiones y recomendaciones constructivas

El desmonte será excavado por medios convencionales.

4.1.2.2 EJE 11 3+140 A 3+390

Descripción general

El desmonte empieza en el PK.3+140 y finaliza en el 3+390 del eje 11, compartiendo parte del trazado con el eje 25 que conforma la conexión de la bicipista con la N-634. Se excava a ambos

lados del trazado. La altura máxima del desmonte es de 6 m en el PK 3+340.(pk 0+065 del eje 25) Es un desmonte paralelo al talud actual de la AP-8. Se excavará con una pendiente de 3H/2V.

Trabajos realizados

Se ha realizado una inspección al talud actual de la AP-8 y el camino que discurre sobre el talud de la AP-8, que se encuentra cercano al desmonte a ejecutar y se han consultado los puntos de observación y toma de datos recogidos en el PC del 3er carril de la AP-8. En la zona del desmonte, el talud de la AP-8 presenta una inclinación 1H/1V y el talud del camino pendiente próximas al 1H/2V. Se encuentran excavados en roca alterada en las zonas de menor altura y aflora la unidad de Limolitas y Areniscas sanas en las zonas de mayor altura. Se corresponde con el Desmonte D-11 del PC del 3er carril.

Características geotécnicas del terreno a excavar

El material a excavar serán las limolitas y areniscas de la formación Are-L. Se considera que la mayoría del desmonte se excavará en roca alterada.

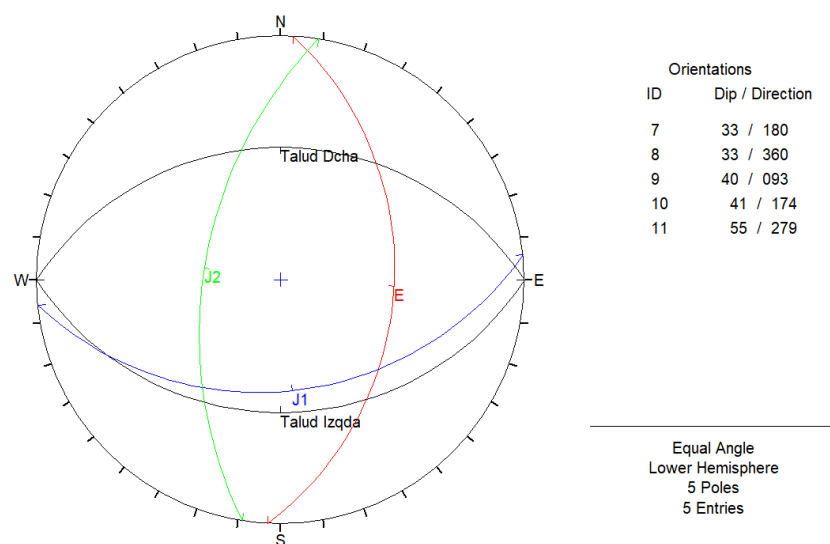
Análisis de estabilidad

Dado que no existen afloramientos en la zona del talud, se supone que el mecanismo de rotura principal será una rotura circular a través de la matriz rocosa del macizo alterado y el talud adoptado 3H/2V con 6m de altura máxima se considera estable frente a este tipo de rotura.

Sin embargo, se ha analizado también la estabilidad frente a rotura por discontinuidades existentes, que pudieran existir. La rotura frente a cuñas de roca se ha analizado con los datos de discontinuidades tomados en el PC del tercer carril, dada la ausencia de afloramientos en la zona del desmonte (puntos de lectura 1 a 10 del PC).

Nombre	Dirección	Dir. Buz.	S	C	a	r	GM
E	40	093	0.5	>	0.01	arc	M(II-III)
J1	174	41	3	>	0.01	arc	M (III)
J2	55	279	5	1	0.01	arc	M (II-III)

El resultado del análisis cinemático concluye que con taludes 3H/2V no existen combinaciones de juntas ni planos de deslizamiento que condicionen la estabilidad del talud y el talud se podrá excavar sin sostenimiento.



Excavabilidad

Se considera que el talud es excavable con medios mecánicos, teniendo que recurrir al uso de martillo rompedor de manera puntual.

Fondo de desmonte

El fondo de desmonte se estima que se encontrará en roca alterada.

Reutilización

Se estima que el 90% del desmonte deberá ser llevado a vertedero y se puede aprovechar el 10% del material excavado.

Conclusiones y recomendaciones constructivas

El desmonte será excavado por medios convencionales.

4.1.2.3 EJE 12 4+340 A 4+720

Descripción general

El desmonte empieza en el PK.4+340 y finaliza en el 4+720 del eje 12, Se excava en el lado izquierdo del trazado. La altura máxima del desmonte es de 7 m en el PK 4+580 Es un desmonte paralelo al talud actual de la AP-8 y situado al norte de la misma. Se excavará con una pendiente de 3H/2V

Trabajos realizados

Se ha realizado una inspección al talud actual de la AP-8 y el camino que discurre sobre el talud de la AP-8, que se encuentra cercano al desmonte a ejecutar y se han consultado los puntos de observación y toma de datos recogidos en el PC del 3er carril de la AP-8. En la zona del desmonte, el

talud de la AP-8 presenta una inclinación 1H/1V y el talud del camino pendiente próximas al 1H/2V. Se encuentran excavados en roca alterada en las zonas de menor altura y aflora la unidad de Limolitas y Areniscas sanas en las zonas de mayor altura. Se corresponde con el Desmonte D-14 del PC del 3er carril.

Características geotécnicas del terreno a excavar

El material a excavar serán las limolitas y areniscas de la formación Are-L. Se considera que la mayoría del desmonte se excavará en roca alterada.

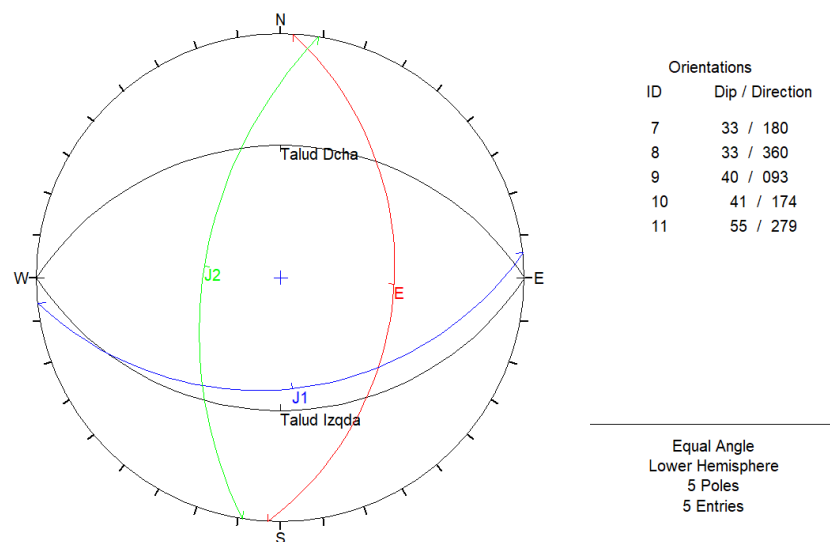
Análisis de estabilidad

Dado que no existen afloramientos en la zona del talud, se supone que el mecanismo de rotura principal será una rotura circular a través de la matriz rocosa del macizo alterado y el talud adoptado 3H/2V con 6m de altura máxima se considera estable frente a este tipo de rotura.

Sin embargo, se ha analizado también la estabilidad frente a rotura por discontinuidades existentes, que pudieran existir. La rotura frente a cuñas de roca se ha analizado con los datos de discontinuidades tomados en el PC del tercer carril, dada la ausencia de afloramientos en la zona del desmonte (puntos de lectura 1 a 10 del PC).

Nombre	Dirección	Dir. Buz.	S	C	a	r	GM
So	093	40	0.5	>3	0.1	arc	M(II-III)
J1	174	41	3	0.5- 1	cerrada	-	M (II)
J2	279	55	5	1	0.1-1	arc	M (II-III)

El resultado del análisis cinemático concluye que con taludes 3H/2V no existen combinaciones de juntas ni planos de deslizamiento que condicionen la estabilidad del talud y el talud se podrá excavar sin sostenimiento.



Excavabilidad

Se considera que el talud es excavable con medios mecánicos, teniendo que recurrir al uso de martillo rompedor de manera puntual.

Fondo de desmonte

El fondo de desmonte se estima que se encontrará en roca alterada.

Reutilización

Se estima que el 90% del desmonte deberá ser llevado a vertedero y se puede aprovechar el 10% del material excavado.

Conclusiones y recomendaciones constructivas

El desmonte será excavado por medios convencionales.

4.2 Rellenos

En los apartados que se desarrollan a continuación se presentan los aspectos generales del diseño y cálculo del único relleno del proyecto, así como un estudio particularizado de los rellenos del trazado, teniendo en cuenta los datos geológicos y geotécnicos que ha proporcionado la investigación realizada.

4.2.1 Criterios generales

4.2.1.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

De acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores, los materiales para la formación de los rellenos podrán proceder excavación de los desmontes del trazado o bien de cantera. Sus parámetros geotécnicos más importantes, de cara a la realización de un Estudio de Rellenos, se indican a continuación:

	Densidad máxima PM (t/m ³)	Densidad aparente t/m ³	Cohesión efectiva (kPa)	A. Roz. Efectivo (°)
Terraplén	2,00	2,2	5	35
Todo-uno	2,05	2,2	5	38

4.2.1.2 MATERIALES SOBRE LOS QUE APOYARÁN LOS RELLENOS

Tras la realización de los saneos correspondientes, en aquellos puntos del trazado en los que se ha considerado preciso, los materiales que servirán de apoyo a los rellenos serán suelos eluviales asociados al nivel de alteración del substrato rocoso y rellenos compactados asociados a la autopista A-8. Se considera que se debe sanear 0,5m en este nivel si antes no se llega a la roca sana.

Parte los rellenos a ejecutar se apoyan sobre el relleno actual de la carretera, por lo que se considera necesario ejecutar un cajeo de la parte exterior de los rellenos actuales.

Los principales parámetros geotécnicos de los materiales indicados se resumen en el siguiente cuadro.

Unidad geotécnica	Densidad aparente (t/m.3)	Módulo de deformación E(MPa)	Cohesión efectiva (KPa)	A. Roz. Efectivo (°)
Qe-col	1,9	30 - 40	50	25
Rellenos A-8	2.0	35	5	35

4.2.1.3 TRATAMIENTO Y PREPARACIÓN DEL CIMIENTO

Las consecuencias de la preparación y el tratamiento de la cimentación pueden ser más importantes que las derivadas de la propia obra de terraplenado, sobre todo en las zonas con espesores de terrenos poco competentes o en zonas mal drenadas, así como en zonas puntuales con fuerte pendiente. En consecuencia, debe prestarse una especial atención a la ejecución del cimiento.

Se deberán contemplar los siguientes criterios con carácter general:

- En todas las zonas de apoyo se procederá al desbroce del terreno, excavación y extracción de la vegetación y de la tierra vegetal que deberá reservarse para su posterior utilización.
- Una vez retirada la tierra vegetal, se procederá la retirada de todos aquellos materiales que presenten una insuficiente capacidad portante, procediendo a su recolocación si presentan las características requeridas para un cimientto de terraplén, o bien a su sustitución por materiales que sí cumplan dichas características.

En el presente proyecto, los materiales que serán saneados, de forma general, en el apoyo de los rellenos, son los siguientes:

- Depósitos aluviales. Son los materiales que aparecen de continua por todo el trazado.
- Rellenos antrópicos. Estos materiales aparecen de forma más puntual, si bien, también se detectan a lo largo de todo el trazado. Se trata en general de materiales flojos y heterogéneos que deberán ser llevados a relleno de sobrantes en todos los casos.

No se han detectado zonas con drenaje deficiente.

La geometría del escalonado se corresponderá con banquetas horizontales de ancho igual o mayor de 3m, separadas por taludes 1H:2V de altura variable según lo requiere el terreno, pero con alturas siempre inferiores a 1,5m.

Cumpliendo con las condiciones de saneo y tratamiento del cimientto anteriores y teniendo en cuenta que las alturas de rellenos previstas, se considera que el terreno sobre el que apoyarán los rellenos presentes en la traza proporciona un apoyo conveniente.

4.2.1.4 TALUDES Y ESTABILIDAD

Se han proyectado todos los rellenos con una pendiente 3(H):2(V)

En los materiales tipo suelo es habitual y adecuado utilizar métodos de cálculo basados en la teoría del equilibrio límite.

El coeficiente de seguridad mínimo exigido en los taludes en relleno, en la hipótesis estática, es 1,5 (valor habitualmente considerado en este tipo de cálculos), y que debe cumplirse para un rango razonable de variación de la cohesión de los materiales y, en su caso, para un rango razonable de variación de la posición de un posible nivel freático.

4.2.2 Estudio particularizado de los rellenos

Los principales rellenos del trazado se enumeran a continuación.

Eje	Inicio	fin	long	hmax	pendiente
11	2+860	3+000	140	7m	3(H):2(V)
11	3+150	3+170	20	5	3(H):2(V)
11	3+600	3+840	240	8	3(H):2(V)
11	4+030	4+075	45	3m	3 (H): 2(V)

Se efectúa un estudio particularizado para aquellos rellenos con altura superior a los 5 m.

4.2.2.1 RELLENO 2+860 A 3+000

Datos geométricos generales

El relleno empieza en el PK. 2+860 y acaba en el 3+000. La altura máxima del relleno es de 7,5 m.

Reconocimientos efectuados:

- Cercano al final del relleno se ha efectuado el sondeo S-2

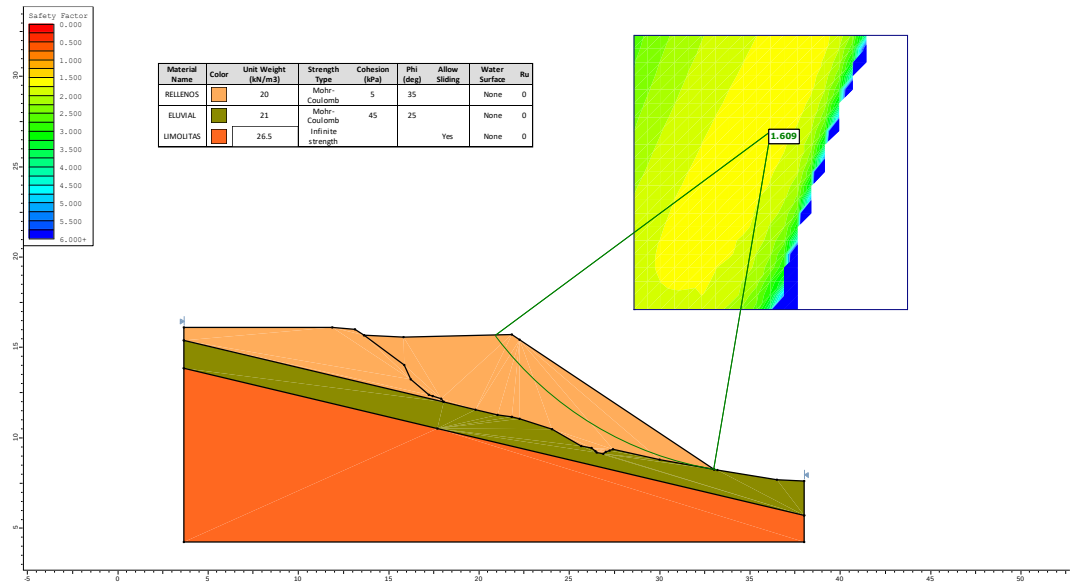
Columna tipo

Los materiales del cimientto se apoyan sobre eluviales M(III-IV) con una potencia inferior a 1.50 m. sobre los que, en parte se apoya un relleno de la autopista AP-8. A partir de este nivel aparece el macizo rocoso sano M(II) compuesto por lutitas con niveles finos de areniscas.

No se espera la presencia de nivel freático en la zona de influencia del relleno.

Análisis de estabilidad

Se ha efectuado un análisis de la estabilidad mediante el método del equilibrio límite comprobándose que el factor de seguridad es superior a 1.6:



La geometría recomendada para el talud del relleno es 3H:2V, se considera de gran importancia escalonar y sanear al relleno actual para que el apoyo se produzca con la mayor componente vertical posible.

Este relleno podrá realizarse con materiales de tipo terraplén o todouno.

Estimación de asiento

Dadas las características de los materiales que conformarán el relleno no se espera que estos presenten grandes asentamientos y estos serán prácticamente inmediatos.

Por lo que respecta a los asentamientos del cimiento tampoco se esperan asentamientos importantes debido a la consolidación previa.

4.2.2.2 RELLENO 3+150 A 3+170

Datos geométricos generales

El relleno empieza en el PK. 3+130 y acaba en el 3+160. La altura máxima del relleno es de 5.2 m.

Reconocimientos efectuados:

- No existen reconocimientos en las cercanías.

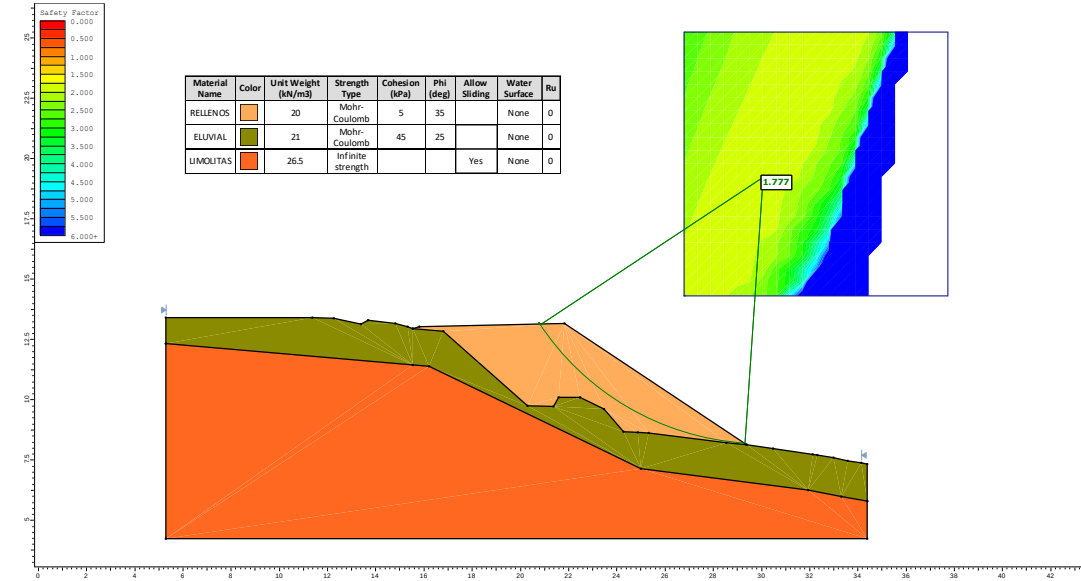
Columna tipo

Los materiales del cimiento se apoyan sobre eluviales M(III-IV) con una potencia generalmente inferior a 2m. sobre los que. A partir de este nivel aparece el macizo rocoso sano M(II) compuesto por lutitas con niveles finos de areniscas.

No se espera la presencia de nivel freático en la zona de influencia del relleno.

Análisis de estabilidad

Se ha efectuado un análisis de la estabilidad mediante el método del equilibrio límite comprobándose que el factor de seguridad es superior a 1.7:



La geometría recomendada para el talud del relleno es 3H:2V, se considera de gran importancia escalonar y sanear al relleno actual para que el apoyo se produzca con la mayor componente vertical posible.

Este relleno podrá realizarse con materiales de tipo terraplén o todouno.

Estimación de asiento

Dadas las características de los materiales que conformarán el relleno no se espera que estos presenten grandes asientos y estos serán prácticamente inmediatos.

Por lo que respecta a los asientos del cimiento tampoco se esperan asientos importantes debido a la consolidación previa.

4.2.2.3 RELLENO 3+600- A 3+840

Datos geométricos generales

El relleno empieza en el PK. 3+340 y acaba en el 3+830. La altura máxima del relleno es de 8 m.

Reconocimientos efectuados:

- No existen reconocimientos en las cercanías. El sondeo S3 se encuentra en el pk 3+400.

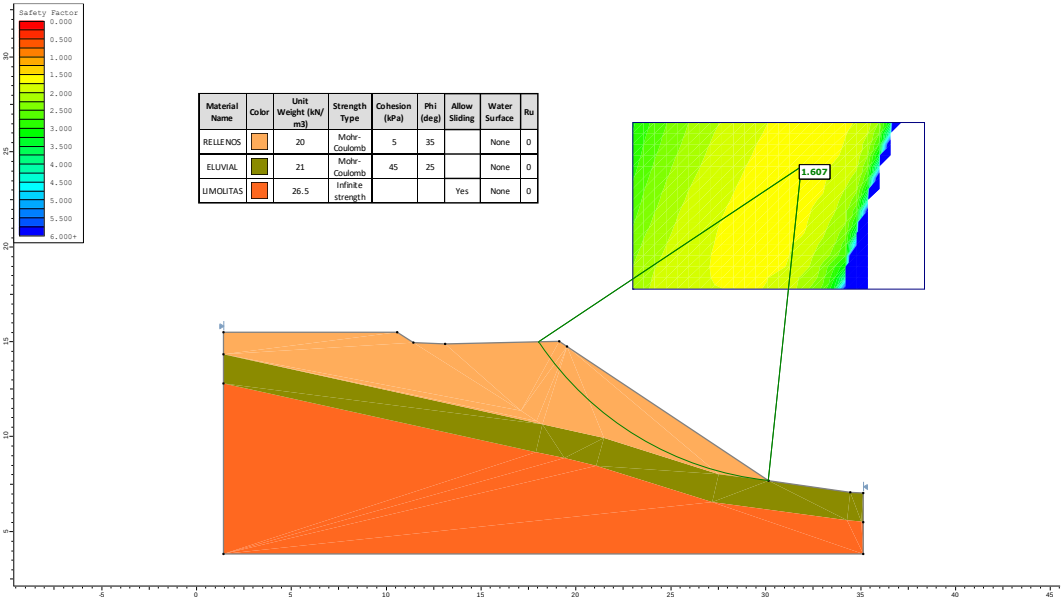
Columna tipo

Los materiales del cimiento se apoyan sobre eluviales M(III-IV) con una potencia inferior a 1.50 m. sobre los que. A partir de este nivel aparece el macizo rocoso sano M(II) compuesto por lutitas con niveles finos de areniscas.

No se espera la presencia de nivel freático en la zona de influencia del relleno.

Análisis de estabilidad

Se ha efectuado un análisis de la estabilidad mediante el método del equilibrio límite comprobándose que el factor de seguridad es superior a 1.6:



La geometría recomendada para el talud del relleno es 3H:2V, se considera de gran importancia escalar y sanear al relleno actual para que el apoyo se produzca con la mayor componente vertical posible.

Este relleno podrá realizarse con materiales de tipo terraplén o todouno.

Estimación de asiento

Dadas las características de los materiales que conformarán el relleno no se espera que estos presenten grandes asientos y estos serán prácticamente inmediatos.

Por lo que respecta a los asientos del cimiento tampoco se esperan asientos importantes debido a la consolidación previa.

5 Geotecnia de las estructuras

5.1 Metodología utilizada

Para la determinación de la idoneidad de las cimentaciones de las estructuras y los muros se han seguido las recomendaciones determinadas en la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras en la que se establecen las comprobaciones a realizar:

Estados límite últimos:

- (1) Estabilidad global
- (2) Hundimiento
- (3) Deslizamiento
- (4) Vuelco
- (5) Rotura del elemento estructural de cimentación.

Estados límite de servicio

- (6) Roturas localizadas
- (7) Asientos

Las comprobaciones realizadas en el anejo de Geología y Geotecnia de este proyecto son las correspondientes a (1) (2) y (7). El resto (3), (4), (5) y (6) se comprueban en el anejo de Estructuras.

5.1.1 Estabilidad global

El análisis de la estabilidad global se hace mediante métodos de cálculo de estabilidad de taludes y puede obviarse para casos en los que la cimentación se efectúe sobre terrenos llanos y firmes. Los coeficientes de seguridad mínimos exigidos son de 1.50 para combinaciones de acciones cuasi permanentes, el más restrictivo de todos.

5.1.2 Hundimiento

Se trata de roturas del terreno bajo la cimentación que no implican la rotura del propio elemento de cimentación.

Para cada tipo de terreno (granular, cohesivo o roca) se incluyen varios procedimientos de comprobación. En el presente anejo se han utilizado los siguientes métodos:

- En rocas y cimentación superficial se ha seguido el procedimiento para rocas no muy frágiles que depende de la resistencia a compresión simple de las rocas, del tipo de roca, el grado de alteración y el valor del RQD.

$$p_{v adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

- En el caso de los suelos se ha utilizado el cálculo analítico de la carga de hundimiento mediante la formulación de Brinch-Hansen, en el que la presión vertical de hundimiento es la suma de tres términos que representan la contribución a la capacidad de soporte de la sobrecarga existente al nivel de cimentación, de la cohesión del terreno y de su propio peso. En este caso el valor obtenido debe modificarse por un factor de seguridad cuyo valor para acciones cuasi permanentes es de 3.

- En rocas y cimentación profunda mediante pilotes se ha efectuado en base a los criterios recogidos en la Guía de Cimentaciones para obras en Carretera (2001).

Este método para el cálculo de la presión admisible en pilotes empotrados en roca está basado en la presión admisible en una cimentación superficial ($p_{v adm}$) anteriormente señalada.

La resistencia unitaria por punta en roca de los pilotes excavados en roca será

$$q_p = 2 \cdot p_{v adm}$$

El valor de la tensión admisible para cimentación superficial en roca, se obtiene según la expresión siguiente:

$$p_{v adm} = p_0 \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times (q_u / p_0)^{1/2}$$

- En el caso de cimentación mediante micropilotes, las resistencias por punta y rozamiento unitario por fuste de esta unidad para cimentaciones mediante micropilotes se determinan según las recomendaciones de la Guía para el Proyecto y la Ejecución de Micropilotes en Obras de Carretera en su apartado 3.3

5.1.3 Asientos

El terreno se ha caracterizado de acuerdo con un modelo elástico lineal con un módulo de deformación. La distribución de tensiones es independiente de la posible heterogeneidad del terreno aplicándose la solución de reparto tensional correspondiente al semiespacio homogéneo e isótropo de Boussinesq.

En este proyecto se han llevado a cabo los cálculos con el programa SETTLE3 aplicándole los diferentes valores obtenidos para los materiales.

5.2 Estructuras

5.2.1 Pasarela 0+900

Presenta una longitud de 29m con 2 apoyos en estribos. Para el estudio de las condiciones de cimentación se ha tomado como referencia las observaciones de campo realizadas y el sondeo S-2 del proyecto constructivo de la bicipista del Txorierri, tramo Erletze. Larrabetzu, próximo a la pasarela.

Proyecto de Construcción de la Bicipista del Ibaizabal. Tramo: Erletze — Beroa

Anejo nº2: Geología y geotecnia

En este sondeo, se presenta un nivel de rellenos asociado a la construcción de la Bi-737 y a 3,3m bajo la rasante, aparece el substrato rocoso sano de la unidad de Areniscas y Limolitas, con un grado de meteorización GM:II y un RQD superior al 80%. En la zona de la pasarela, se interpreta que el espesor de rellenos será menos dado que está más alejada del vial y en su lugar se encontrará substrato rocoso alterado, manteniéndose la profundidad de aparición de la roca sana a cota similar.

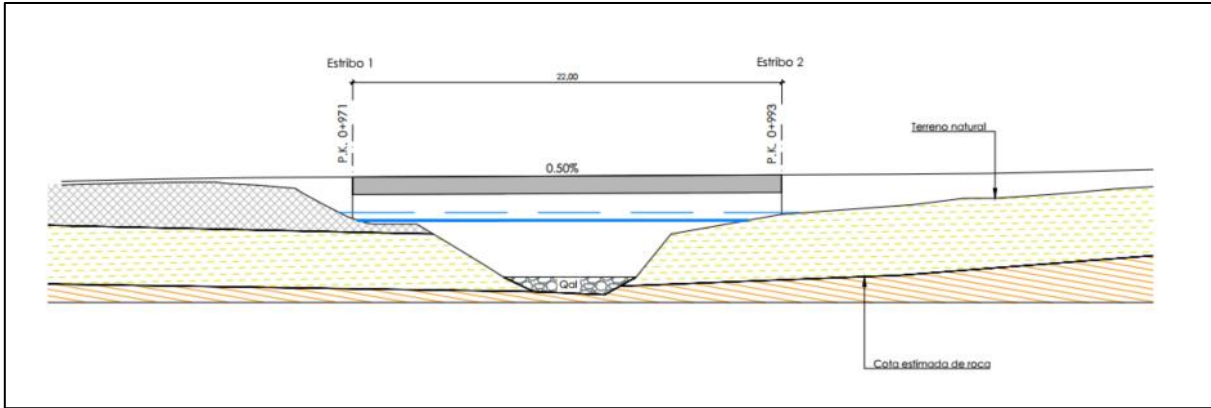


Figura nº10. Imagen 1: Perfil geotécnico longitudinal 0+900

La cimentación se resuelve mediante estribos micropilotados, con micropilotes empotrados en la unidad de areniscas y limolitas. Los valores de resistencias unitarias para el empotramiento son, según lo expuesto en el apartado 3.1:

Resistencia unitaria por punta $q_p = 0,07 \text{ RCS} = 1.4 \text{ MPa}$

Resistencia unitaria por fuste $R_f = 0,30 \text{ MPa}$

5.2.2 Pasarela 2+800

Para el diseño de la cimentación de esta pasarela se ha realizado un sondeo (S-2) en el paso inferior existente. La pasarela tiene dos estribos y una dirección paralela a la A-8. Su longitud total es de 30.20 m

En el sondeo se han detectado 0.90 m de rellenos antrópicos a los que sigue un primer banco de areniscas algo meteorizadas y fracturadas y posteriormente otro nivel de limolitas, sanas M(II) a partir de 3.80 m de profundidad.

Ambos apoyos deberán apoyarse mediante una cimentación profunda mediante micropilotes debido a la presencia de un potente nivel de rellenos y de suelos eluviales.

A efectos de cálculo se han definido las resistencias unitarias en base al procedimiento determinado en la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2005).

TABLA 3.3. RESISTENCIA UNITARIA DE CÁLCULO EN EL EMPOTRAMIENTO EN ROCA, POR FUSTE Y PUNTA (GRADO ISRM $\leq$ III)

TIPO DE ROCA	$f_{e,d}$ (MPa)	$q_{pe,d}$
Margas y margocalizas	0,15 - 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 - 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 - 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomías	0,40 - 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 - 0,60	$0,10 \cdot q_u$

q_u : Resistencia a compresión simple de la roca, determinada preferiblemente según UNE 22950-1, o en su defecto mediante correlación con otros ensayos. Deberá determinarse este parámetro en la zona de influencia de la punta, definida conforme a lo especificado en el epígrafe 3.3.1.2.

En este caso se opta por un valor de la resistencia unitaria por fuste de 0.25 MPa y en base a una resistencia a compresión simple de 6.6 MPa, una resistencia unitaria por punta de 0.46 MPa.

5.2.3 Pasarela 3+450

Esta pasarela cruza un paso inferior de la autopista de forma paralela a la misma. Presenta exclusivamente dos apoyos y una longitud de 34.5 m.

Como investigación en esta zona se ha realizado el sondeo S-3 en el que aparecen 3.60 m de rellenos antrópicos bajo los cuales aflora el macizo rocoso compuesto por limolitas con pasadas centimétricas de areniscas con grado de alteración M(II).

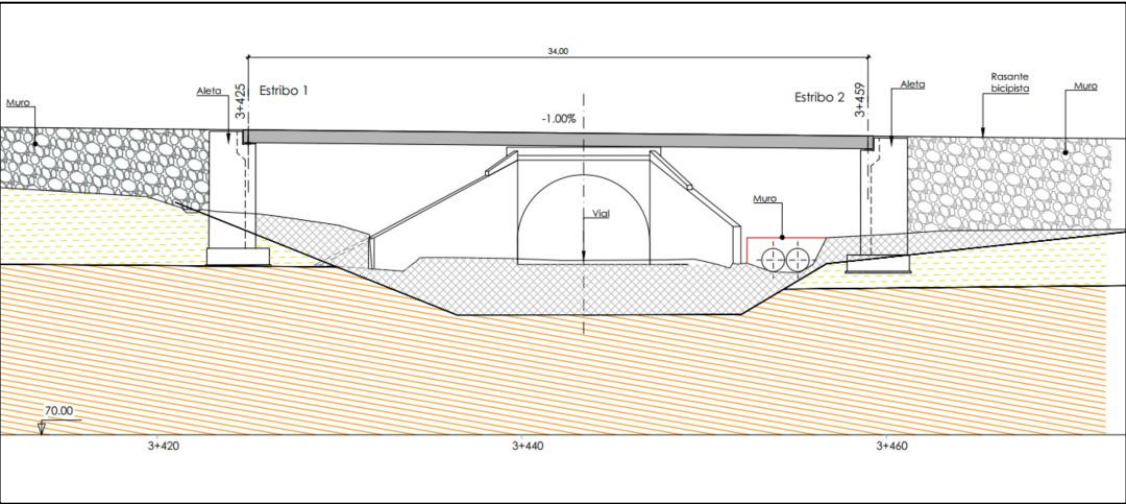


Figura nº11. Imagen 2: Perfil Geotécnico Pasarela 3+450

Los apoyos se realizarán sobre el nivel de roca sana o en su defecto, sobre un zócalo de hormigón en el caso de que no aparezca el nivel de roca sana a cota de cimentación.

La carga admisible para los estribos será de 5 kp/cm2

CALCULO DE CARGAS ADMISIBLES EN ROCA		
GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERAS (2002)		
Presión de referencia	1.000	Mpa
Resistencia a compresión simple	6.600	Mpa
Influencia del tipo de roca	0.500	
Influencia del grado de meteorización	0.700	
Influencia del espaciamiento entre litoclasas	0.632	
RQD	40	
Presión admisible (Superficial)	Q _{adm}	0.569 Mpa

5.3 Muros

Dado que el trazado se efectúa a media ladera en zonas de elevada pendiente existe una gran cantidad de muros proyectados.

De forma general los muros de sostenimiento han sido diseñados con tipología de gravedad como muros de escollera y los muros de contención como muros anclados debido al escaso desarrollo de los suelos sobre el macizo rocoso.

A continuación se presenta el listado de los muros y posteriormente se analiza cada caso particular.

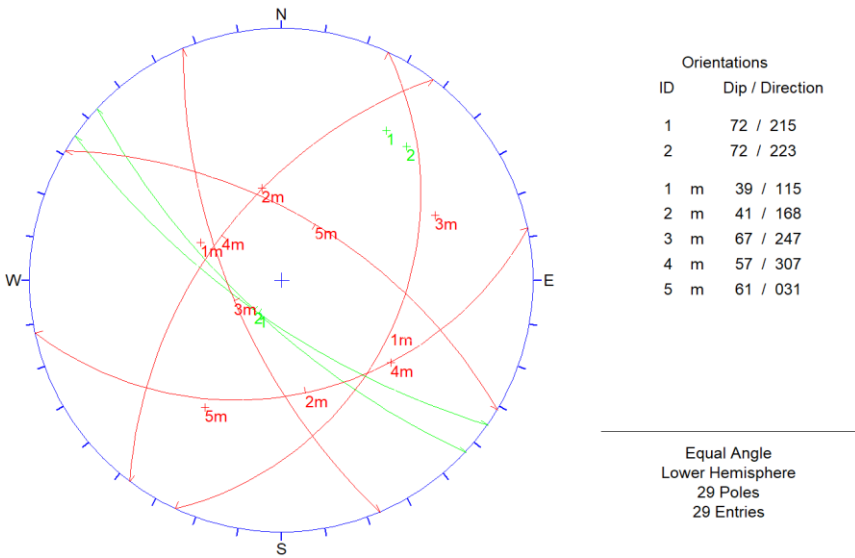
NÚMERO	TIPO	LADO	EJE	INICIO	FINAL	LONG	H Max.
MURO - 1	Micropilotes anclado	Izdo.	19	0+015,00	0+060,00	45,00	6,75
			10	1+715,00	1+775,00	60,00	6,00
MURO - 2	Hormigón	Izdo.	16	2+000,00	2+340,00	340,00	3,50
MURO - 3	Escollera	Dcho.	16	2+000,00	2+340,00	340,00	7,50
MURO - 4	Hormigón	Dcho.	16	2+340,00	2+352,00	12,00	3,00
MURO - 5	Escollera	Dcho.	16	2+352,00	2+436,00	84,00	4,50
MURO - 6	Escollera	Dcho.	16	2+450,00	2+720,00	270,00	5,60
MURO - 7	Escollera	Dcho.	16	2+772,00	2+792,60	20,60	7,00
MURO - 8	Escollera	Dcho.	11	2+816,60	2+855,00	38,40	7,00
MURO - 9	Escollera	Dcho.	11	3+380,00	3+425,00	45,00	7,00
MURO - 10	Escollera	Dcho.	11	3+459,00	3+590,00	131,00	7,00
MURO - 11	Micropilotes anclado	Izdo.	11	4+080,00	4+162,00	82,00	6,50
MURO - 12	Micropilotes anclado	Dcho.	12	4+200,00	4+280,00	80,00	6,00
MURO - 13	Micropilotes anclado	Izdo.	12	4+255,00	4+335,00	80,00	5,25

En cada apartado, se realiza un estudio individualizado de la cimentación de cada muro así como un cálculo del factor de seguridad de estabilidad global frente a roturas mediante círculos de rotura potenciales que pasen bien a través del paramento del muro o bien bajo su pie. Los cálculos de estabilidad frente al vuelco y deslizamiento de la cimentación o cuerpo del muro, así como los cálculos frente a empujes del terreno se encuentran en el anejo de estructuras.

5.3.1 Muro 1

Este muro tiene una altura máxima de 6,7 m y se ha diseñado para sostener la excavación a media ladera., entre el pk 1+713 y 1+775 del eje 10. La dirección de la excavación es N215E. El macizo rocoso se encuentra constituido por una alternancia de areniscas y limolitas. El recubrimiento de suelos eluviales y roca meteorizada es relativamente pequ4eño, del orden de 0.50 m. La roca se encuentra parcialmente alterada a con grado de alteración III y zonas de grado IV. El talud actual de la AP-8 se encuentra sostenido con un muro anclado, denominado D-5 en el proyecto constructivo de ampliación del tercer carril y consta de 10cm de hormigón proyectado reforzado con mallazo 150x150#4 y bulones Ø25 de 5m de longitud.

El sustrato rocoso se encuentra afectado por varios sistemas de diaclasado y la estratificación de la que se encuentran dos direcciones preferentes.



Los empujes sobre el muro a proyectar vienen dados por la posibilidad de deslizamiento hacia la excavación de las intersecciones:

Intersección	Talud que la elimina	Factor de Seguridad	Necesidad de anclaje F.S. =2
E1/J1	35°	1.43	1.2 t/m2
J1/J2	21°	2.51	-

Proyecto de Construcción de la Bicípista del Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Boroa

Anejo nº2: Geología y geotecnia

E2/J1 45° 0.51 2.6 t/m2

En estas circunstancias, para anclajes $f=32$ mm tesados a 23.1 t la malla de anclado recomendada sería de 3 x 3 m y una longitud de 8 m con 4 m de longitud de bulbo.

Se adopta un valor de 0,7MPa para la adherencia unitaria del bulo al terreno, obtenido a partir de las recomendaciones de la Guía Para el Diseño de Anclajes en Obras de Carretera y avalada por la experiencia en anclajes en la misma unidad geotécnica o unidades de similares características, donde en roca alterada a GM:III o incluso GM:IV se han ejecutado anclajes de manera satisfactoria con adherencias de diseño iguales o superiores.

5.3.2 Muro 2

Muro de hormigón armado, situado entre los pkk.2+020 y 2+220. Se trata de un pequeño muro de contención del relleno de la AP-8. Su altura es reducida, dado que su altura máxima es 3m. Se sitúa bajo un muro de escollera (muro verde) ejecutado durante la ampliación al 3er carril de la AP-8. Con la información disponible y los perfiles interpretados se asume que el muro se cimentará en la unidad de areniscas y limolitas alteradas.

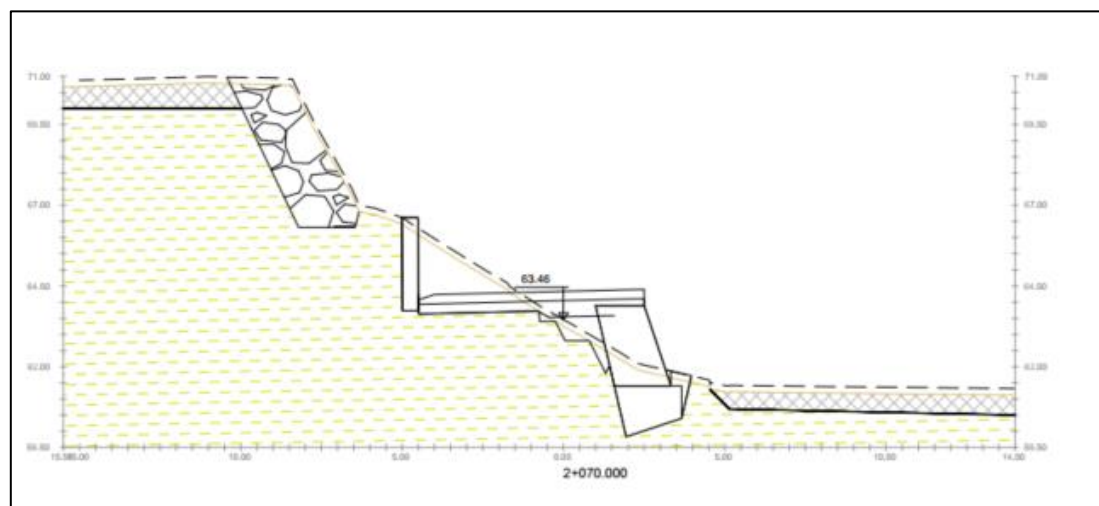
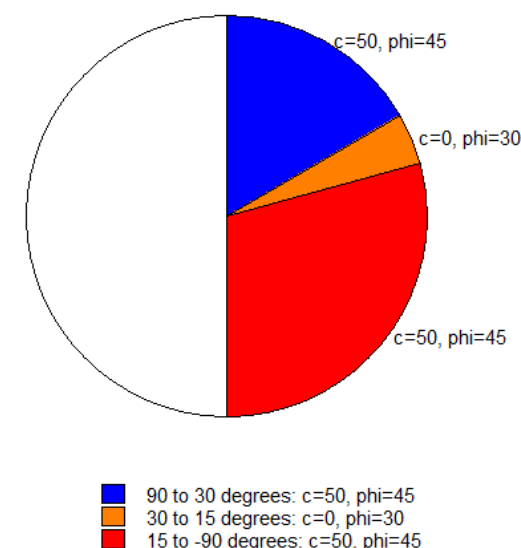


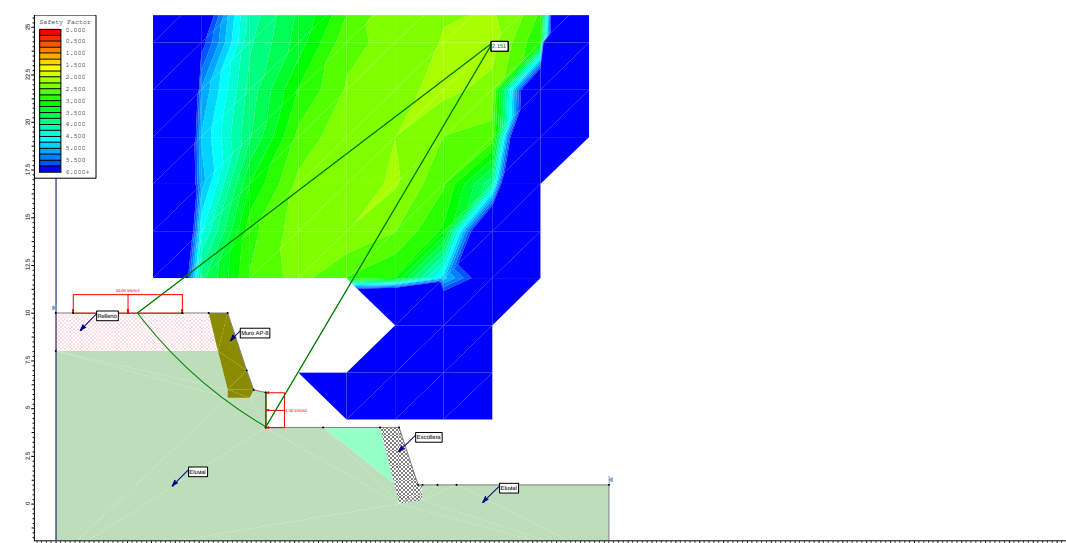
Figura nº12. Imagen 3: Perfil geotécnico Muro 2

Para realizar el cálculo de estabilidad, se realiza un cálculo en base al perfil geotécnico interpretado. El muro actual de escollera de la AP-8, formado por bloques de escollera colocados, sin unión mediante hormigón entre los bloques, se simula asignando un criterio de rotura de función anisotrópica, donde se asume una rotura a favor de la unión entre hiladas de los bloques que conforman la escollera. Para ello, se crean dos criterios de rotura. Para la rotura a favor de los planos de las hiladas de bloques (zona naranja), se asume cohesión nula y ángulo de rozamiento de 30°. La rotura a través del cuerpo de los bloques (zonas azul y roja) se considera improbable y se le asignan unos valores de cálculo de 50kPa de cohesión y 45° de ángulo de rozamiento interno.



Mientras que la escollera hormigonada a ejecutar en el presente proyecto se ha simulado como un material homogéneo con 100kPa de cohesión y 35° de ángulo de rozamiento interno

El cálculo de estabilidad del conjunto de estructuras del entorno, refleja un factor de seguridad superior a 2 ($FS > 2$).



5.3.3 Muro 3

Muro de escollera entre el pk 2+00 y 2+340, que acompaña al muro 2, en este caso sosteniendo el relleno de tierras generado por la bicipista. Su altura máxima es de 7,5m. Se cimentará en la unidad de areniscas y limolitas alteradas.

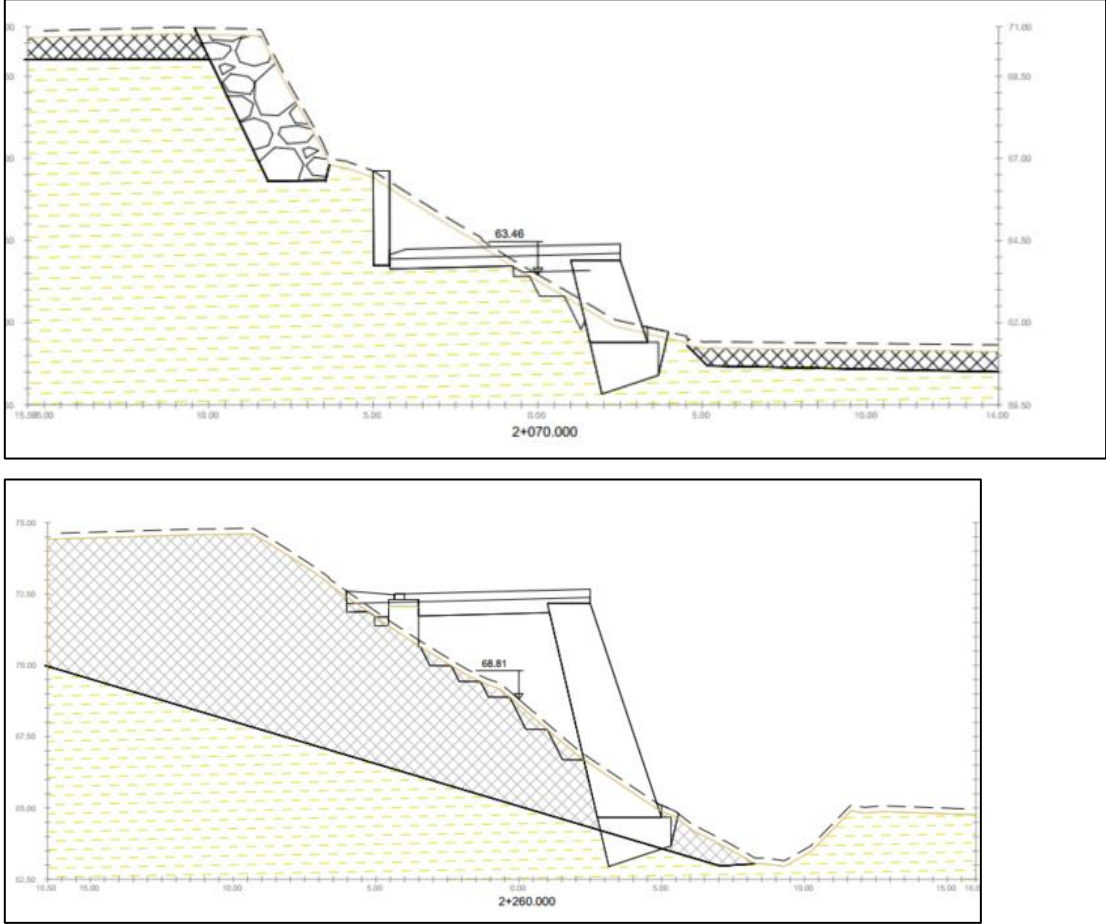


Figura nº13. Imagen 4: Perfiles geotecnicos Muro 3

El cálculo de estabilidad es conjunto con el del muro anterior, por lo que su factor de seguridad es superior a 2 (FS>2). El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 para la roca alterada y la formulación de Brich-Hansen, obteniéndose una tensión admisible Qadm:0,25 MPa.

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS			
MÉTODO DE BRINCH HANSEN			
PROYECTO Bicipista Erletxe-Boraa			
ESTRUCTURA: Muro 3			
APOYO: Zapata			
SITUACIÓN: 2+000 a 2+340			
FORMACION GEOLOGICA: Roca alterada			
CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN			
(B) ANCHO CIMENTACION	2,1	m	
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION	2	m	
(L) LONGITUD	10	m	
RELACIÓN D/B	0,95		
RELACION L/B	4,76		
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO			
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION	21,00	kN/m³	
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL	21,00	kN/m³	
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN	42,00	kN/m2	
COHESION	100	kPa	
ANGULO DE ROZAMIENTO	23,00	º	
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO			
	Nc	5,14	
	Nq	1,00	
	Ny	0,00	
COEFICIENTES DE FORMA			
	sc	1,04	
	sq	1,04	
	sy	1,00	
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD			
	dc	1,30	
	dq	1,12	
	dy	1,00	
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE			
Qh (Carga de hundimiento)		742,53	kPa
FACTOR DE SEGURIDAD		3,00	
Qadm (Carga admisible)		247,51	kPa
		2,48	kp/cm²
		0,25	Mpa

5.3.4 Muro 4

Se trata de 12m de longitud entre el pk 2+340 y el 2+352 y 3m de altura máxima. Se ha diseñado como un muro de hormigón en L, con una zapata que se cimentará directamente en la roca sana que aflora en el talud actual, sobre el que se apoya el muro. En el talud, se han medido planos medios de estratificación $S_0=160^{\circ}/40^{\circ}$ (ligeramente oblicuas hacía el interior del talud) y una familia de juntas de continuidad muy reducida ($<1\text{m}$) con orientación $060/60$ (oblicua hacía el interior del talud).

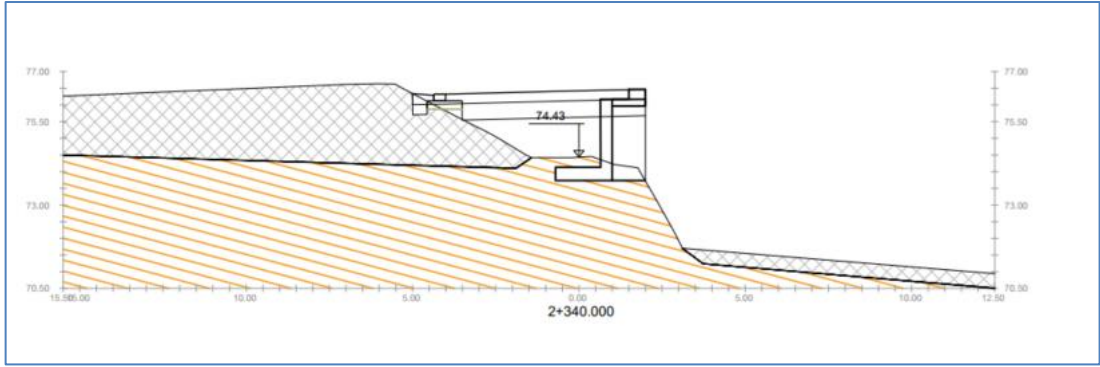


Figura nº14. Imagen 5: Perfil Geotecnico Muro 4

Estas 2 familias de juntas identificadas se corresponden con las familias reconocidas en el Anejo de Geología realizado en el proyecto de ampliación del 3er carril, donde en la zona del muro 4 (pk 2+140 del PC del 3er carril) se han identificado estas familias con direcciones $S_0=170/33$ y $J=060/50$.

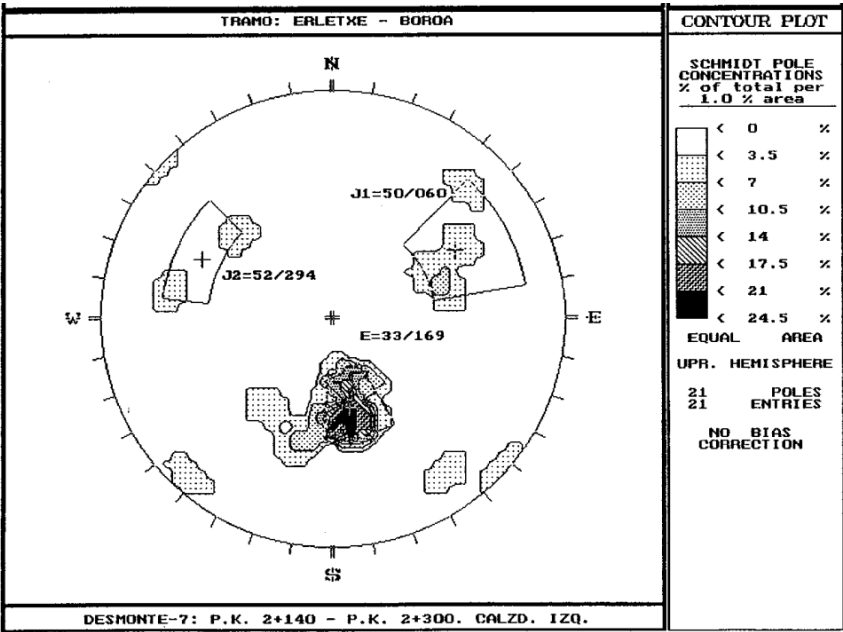


Figura nº15. Imagen 6: Proyección estereográfica del PC 3er carril

Dada la tipología del muro, no se consideran empujes por cuñas de roca sobre el mismo, ni sobre su zapata. Se ha dejado una condición de borde, que garantice un resguardo de la zapata al borde del talud de 2m.

La cimentación se realizará directamente sobre el nivel de areniscas y limolitas, siendo la carga admisible teórica 0,41MPa y 0,3MPa el valor de cálculo adoptado.

CALCULO DE CARGAS ADMISIBLES EN ROCA			
GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERAS (2002)			
BICIPISTA ERLETXE-AMOREBIETA MURO 4			
Presión de referencia		1,000	Mpa
Resistencia a compresión simple		15,000	Mpa
Influencia del tipo de roca		0,400	α_1
Influencia del grado de meteorización		0,600	α_2
Influencia del espaciamiento entre litoclasas		0,447	α_3
Espaciamiento (m)	0,3	$\alpha_3\alpha$	0,55
RQD %	20	α_3b	0,45
Presión admisible (Superficial)		Q_{ADM}	0,416 Mpa
(Máximo 5.0 Mpa)			

Se ha reducido el valor de la carga admisible de 0,41MPa a 0,3MPa al tratarse de una cimentación en un talud. Se ha establecido una condición de borde mínima de 1m entre el canto de la zapata y el borde de talud.

5.3.5 Muro 5

Se trata de un muro de escollera para contención del tronco de la bicipista, continuación del muro anterior, que empieza en el pk 2+352 y termina en el 2+436 y tiene por tanto una longitud de 84m y una altura máxima de 4,5m.

En función de los perfiles interpretados y los afloramientos existentes en la ubicación del muro, el muro se cimentará directamente en la unidad de Areniscas y limolitas.

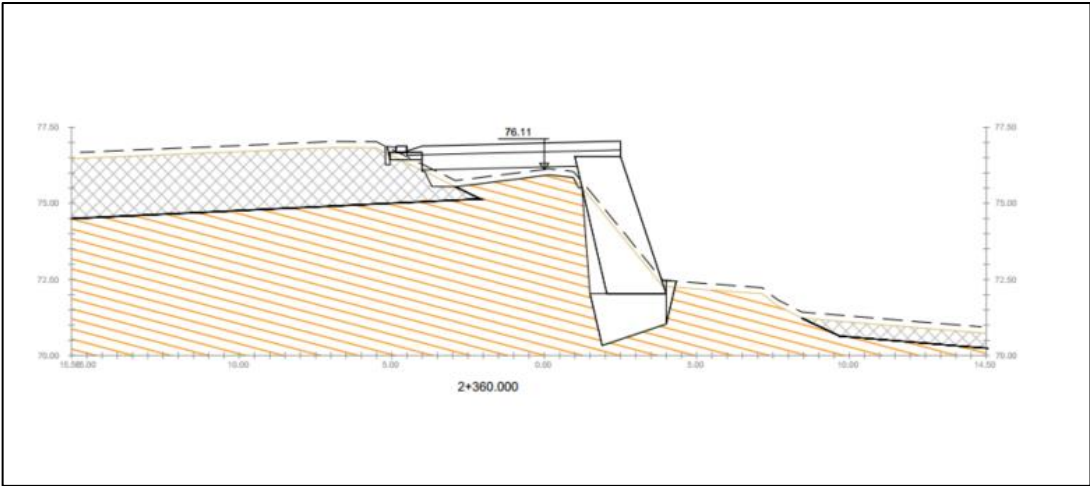
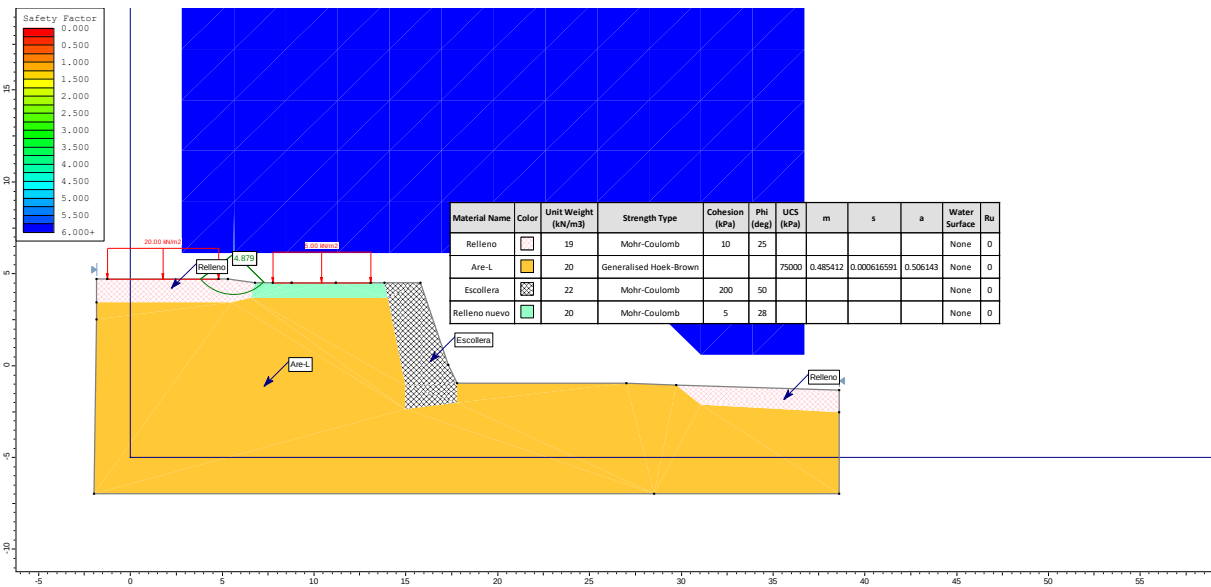


Figura nº16. Imagen 7: Perfil geotécnico muro 5

El cálculo de estabilidad del muro frente a roturas a través del cuerpo del muro y deslizamientos que pasen bajo su pie, así del relleno encima del muro, refleja un factor de seguridad FS<4.



El cálculo de la tensión admisible para la cimentación directa en roca es de 0,5MPa, pero se limitará la tensión de cálculo a 0,4 MPa.

CALCULO DE CARGAS ADMISIBLES EN ROCA			
GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERAS (2002)			
BICIPISTA ERLETXE-AMOREBIETA MURO 5			
Presión de referencia	1,000 Mpa		
Resistencia a compresión simple	15,000 Mpa		
Influencia del tipo de roca	0,400 a ₁		
Influencia del grado de meteorización	0,600 a ₂		
Influencia del espaciamiento entre litoclasas	0,548 a ₃		
Espaciamiento (m)	0,3	a3a 0,55	
RQD %	80	a3b 0,89	
Presión admisible (Superficial)		Q _{ADM}	0,509 Mpa
(Máximo 5.0 Mpa)			

5.3.6 Muro 6

Muro de escollera para contención del relleno del tronco de la bicipista, comprendido entre el pk 2+450 y el pk 2+7220, presenta una longitud de 270m y una altura máxima de 5,6m. Con la información disponible de afloramientos en los taludes de la AP-8 y la N-634 y los perfiles geotécnicos interpretados, se estima que el muro se cimentará sobre la unidad de Areniscas y limolitas alteradas.

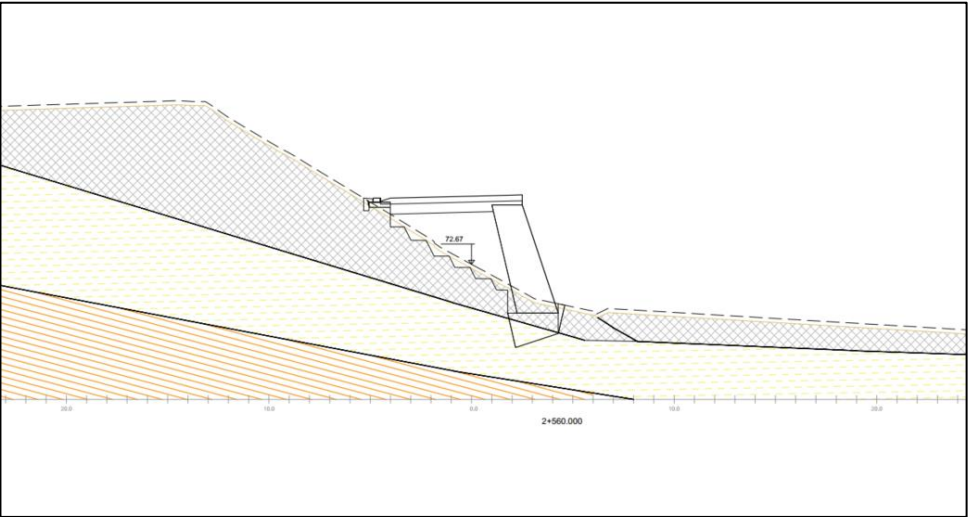


Figura nº17. Ilustración 4: Perfil geotécnico Muro 6

El cálculo de estabilidad del muro frente a roturas a través del cuerpo del muro y deslizamientos que pasen bajo su pie, así como del relleno encima del muro, refleja un factor de seguridad $FS < 1,7$.

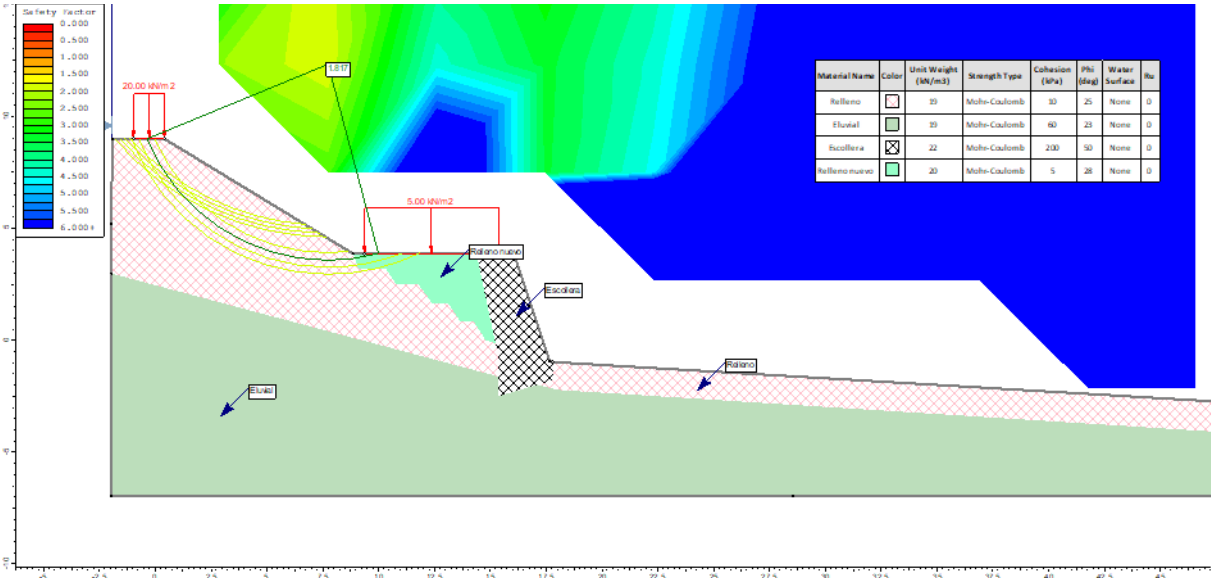


Figura nº18. Imagen 8: Muro 6. $FS > 1.8$

El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 para la roca alterada y la formulación de Brich-Hansen, obteniéndose una tensión admisible $Q_{adm}: 0,25\text{MPa}$ para la cimentación del muro.

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS			
MÉTODO DE BRINCH HANSEN			
PROYECTO Bicipista Erletxe-Boraa			
ESTRUCTURA: Muro 6			
APOYO: Zapata			
SITUACIÓN: 2+560			
FORMACION GEOLOGICA: Roca alterada			
CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN			
(B) ANCHO CIMENTACION	2,1	m	
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION	2	m	
(L) LONGITUD	10	m	
RELACIÓN D/B	0,95		
RELACION L/B	4,76		
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO			
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION	21,00	kN/m ³	
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL	21,00	kN/m ³	
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN	42,00	kN/m ²	
COHESION	100	kPa	
ANGULO DE ROZAMIENTO	23,00	°	
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO			
	Nc	5,14	
	Nq	1,00	
	Nγ	0,00	
COEFICIENTES DE FORMA			
	sc	1,04	
	sq	1,04	
	Sγ	1,00	
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD			
	dc	1,30	
	dq	1,12	
	dγ	1,00	
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE			
Qh (Carga de hundimiento)	742,53	kPa	
FACTOR DE SEGURIDAD	3,00		
Qadm (Carga admisible)	247,51	kPa	
	2,48	kp/cm ²	
	0,25	Mpa	

5.3.7 Muro 7

Muro de escollera para contención del relleno del tronco de la bicipista, comprendido entre el pk 2+772 y el pk 2+792, presenta una longitud de 20m y una altura máxima de 7m. Con la información disponible de afloramientos en los taludes de la AP-8 y la N-634 y los perfiles geotécnicos interpretados, se estima que el muro se cimentará sobre los rellenos antrópicos de situados bajo el terraplén de la AP-8, próximo al nivel de roca alterada.

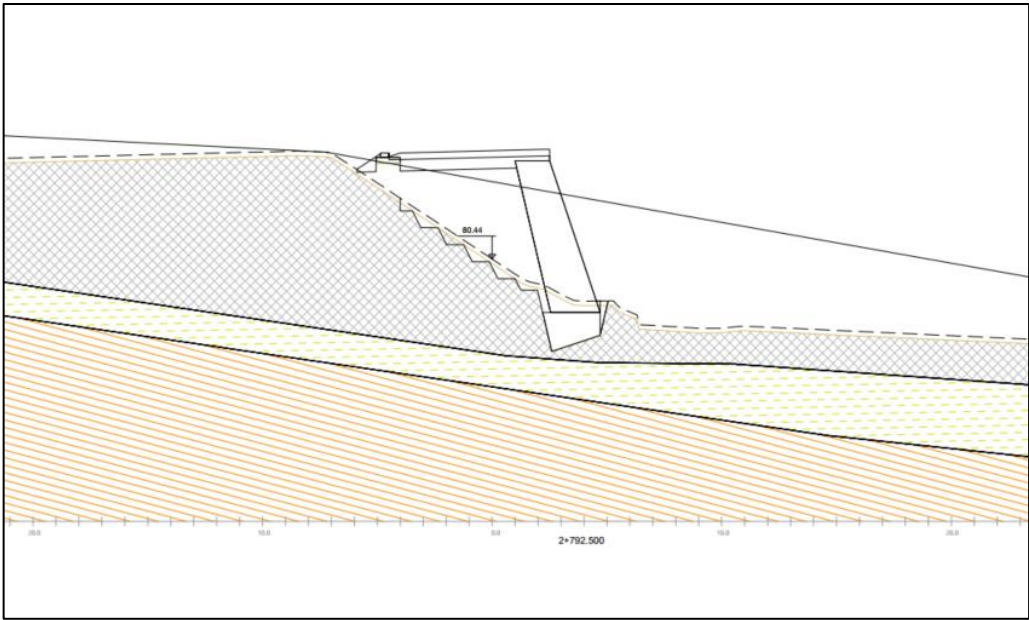


Figura nº19. Imagen 9: Perfil geotécnico Muro 7

El cálculo de estabilidad del muro frente a roturas a través del cuerpo del muro y deslizamientos que pasen bajo su pie, así como del relleno encima del muro, refleja un factor de seguridad $FS < 1,7$.

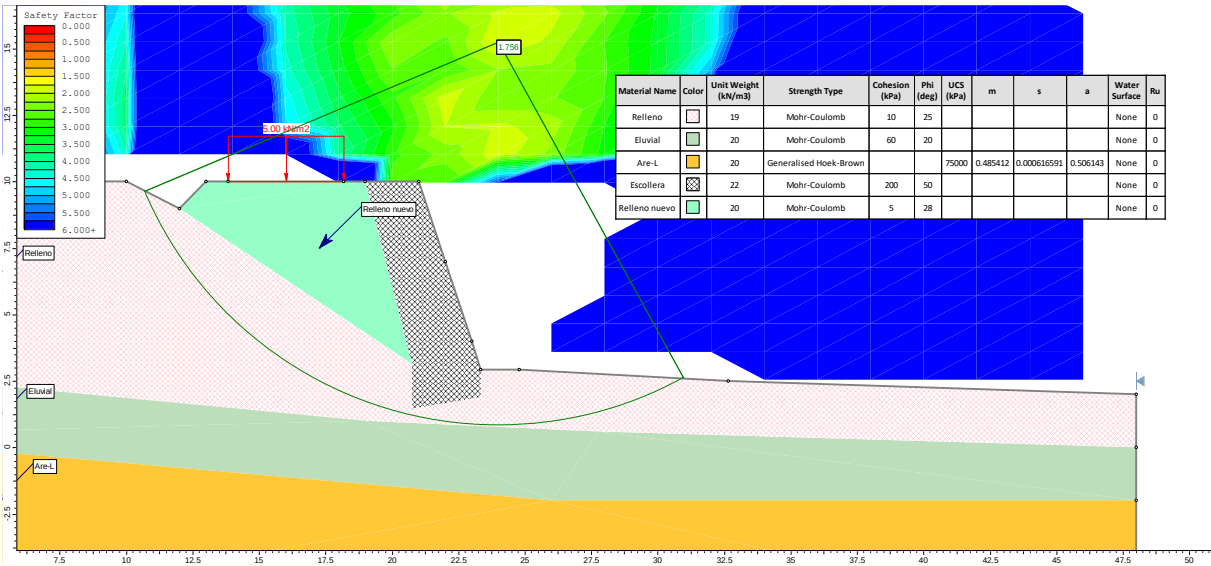


Figura nº20. Imagen 10; Muro 7. FS > 1.7

Dado que los materiales existentes a cota de apoyo de la zapata son los rellenos antrópicos, para garantizar una tensión admisible adecuada y compatible con las necesidades de la escollera, se realizará un saneo de los rellenos hasta la aparición del sustrato rocoso (alterado o sano) y su sustitución por un hormigón ciclópeo.

El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 y la formulación de Brich-Hansen, obteniéndose una tensión admisible $Q_{adm}: 0,35 \text{ MPa}$ para la cimentación del muro sobre hormigón ciclópeo.

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS				
MÉTODO DE BRINCH HANSEN				
PROYECTO Bicipista Erletxe-Boraa				
ESTRUCTURA: Muro 7				
APOYO: Zapatas				
SITUACIÓN: 2+770 a 2+790				
FORMACION GEOLOGICA: Homrigón ciclópeo				
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN				
(B) ANCHO CIMENTACION	1,5	m		
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION	2,1	m		
(L) LONGITUD	10	m		
RELACIÓN D/B	1,40			
RELACION L/B	6,67			
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO				
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION	24,00	kN/m ³		
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL	20,00	kN/m ³		
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN	42,00	kN/m ²		
COHESION	150	kPa		
ANGULO DE ROZAMIENTO	45,00	º		
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO				
	Nc	5,14		
	Nq	1,00		
	Nγ	0,00		
COEFICIENTES DE FORMA				
	sc	1,03		
	sq	1,03		
	sy	1,00		
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD				
	dc	1,37		
	dq	2,40		
	dγ	1,00		
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE				
Qh (Carga de hundimiento)	1190,73	kPa		
FACTOR DE SEGURIDAD	3,00			
Qadm (Carga admisible)	396,91	kPa		
	3,97	kp/cm ²		
	0,40	Mpa		

5.3.8 Muro 8

Muro de escollera para contención del relleno del tronco de la bicipista, entre el pk 2+816 y el pk 2+855, con una longitud de 38m y una altura máxima de 7m. Se cimentará en la unidad de Areniscas y limolitas alteradas y en la unidad de rellenos antrópicos compactados del terraplén de la AP-8, estando la base de la cimentación del muro en la zona de contacto de ambos materiales. Como criterio conservador de cara al cálculo de estabilidad del muro, se asume que la base de la zapata recaerá sobre el nivel de rellenos , dado que es el material de peores características geotécnicas.

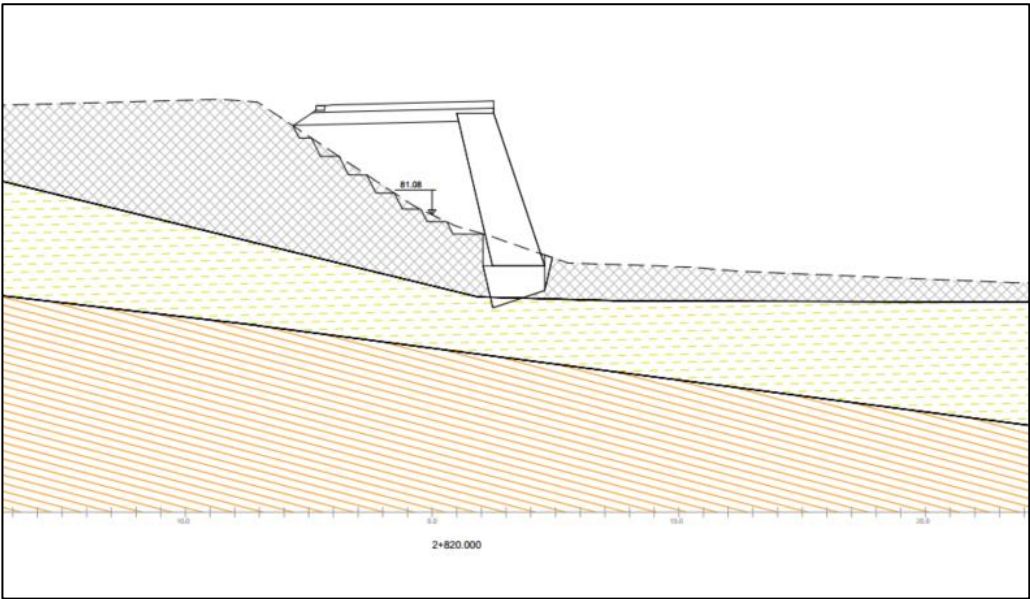


Figura nº21. Imagen 11: Perfil geotécnico Muro 8

El cálculo de estabilidad del muro frente a roturas a través del cuerpo del muro y deslizamientos que pasen bajo su pie, así como del relleno encima del muro, refleja un factor de seguridad FS<2.

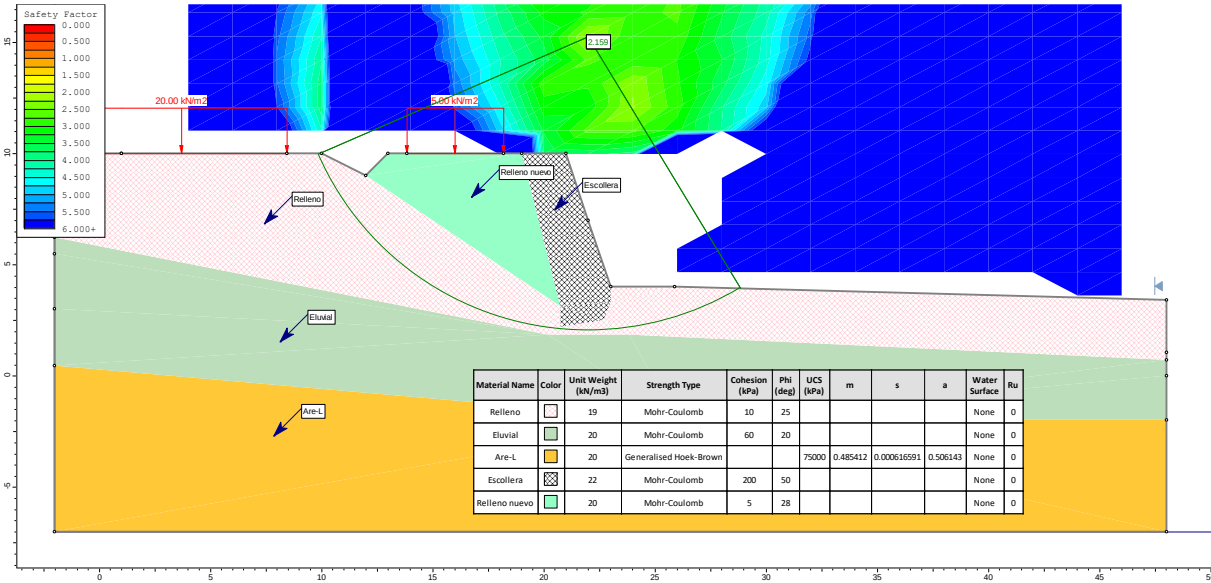


Figura nº22. Imagen 12; Muro 8. FS>2

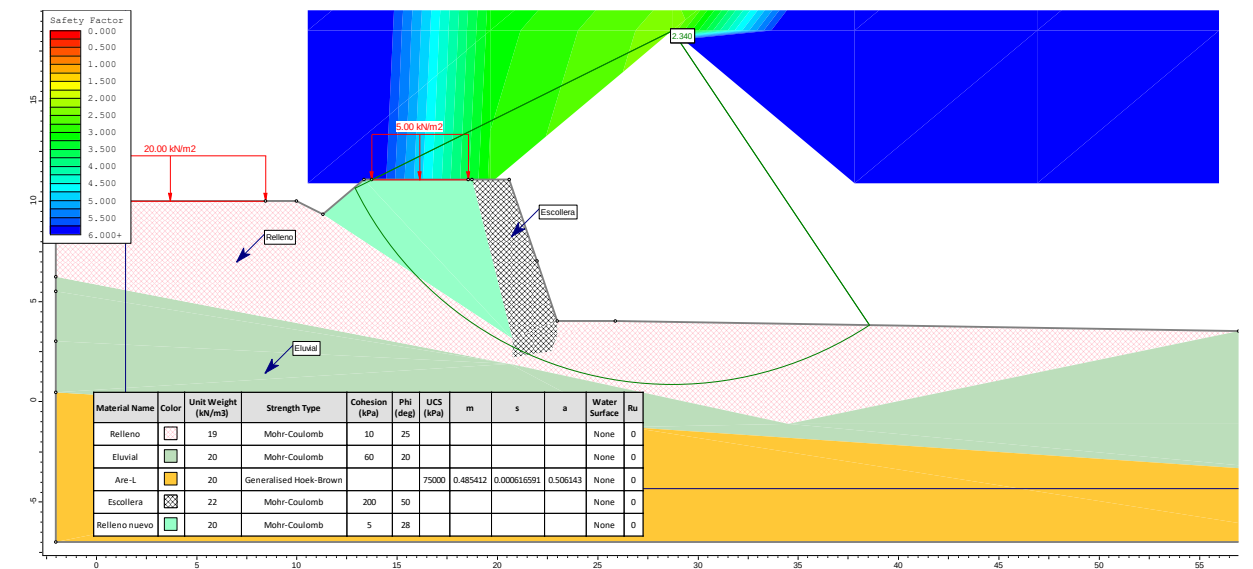
Dado que los materiales existentes a cota de apoyo de la zapata podrá ser el nivel de rellenos antrópicos o el nivel de roca alterada, se realizará un saneo de los rellenos hasta la aparición del terreno natural y su sustitución por un hormigón ciclópeo, que garantice la capacidad portante

El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 y la formulación de Brich-Hansen, obteniéndose una tensión admisible $Q_{adm}: 0,35 \text{ MPa}$ para la cimentación del muro sobre hormigón ciclópeo.

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS				
MÉTODO DE BRINCH HANSEN				
PROYECTO Bicipista Erletxe-Borao				
ESTRUCTURA: Muro 7				
APOYO: Zapatas				
SITUACIÓN: 2+816 a 2+855				
FORMACION GEOLOGICA: Homrigón ciclópeo				
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN				
(B) ANCHO CIMENTACION			1,5	m
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION			2,1	m
(L) LONGITUD			10	m
RELACIÓN D/B			1,40	
RELACION L/B			6,67	
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO				
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION			24,00	kN/m ³
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL			20,00	kN/m ³
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN			42,00	kN/m ²
COHESION			150	kPa
ANGULO DE ROZAMIENTO			45,00	º
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO				
	Nc		5,14	
	Nq		1,00	
	Nγ		0,00	
COEFICIENTES DE FORMA				
	sc		1,03	
	sq		1,03	
	sy		1,00	
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD				
	dc		1,37	
	dq		2,40	
	dγ		1,00	
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE				
Qh (Carga de hundimiento)			1190,73	kPa
FACTOR DE SEGURIDAD			3,00	
Qadm (Carga admisible)			396,91	kPa
			3,97	kp/cm ²
			0,40	Mpa

Muro de escollera para contención del relleno del tronco de la bicipista, entre el pk 3+380 y el 3+425 con una longitud de 65 y una altura máxima de 7m. Se cimentará en su mayor parte en la unidad de rellenos antrópicos compactados del terraplén de la AP-8, pudiendo estar algunas zonas en la unidad sobre el sustrato rocoso alterado. Como criterio conservador para el cálculo de estabilidad,

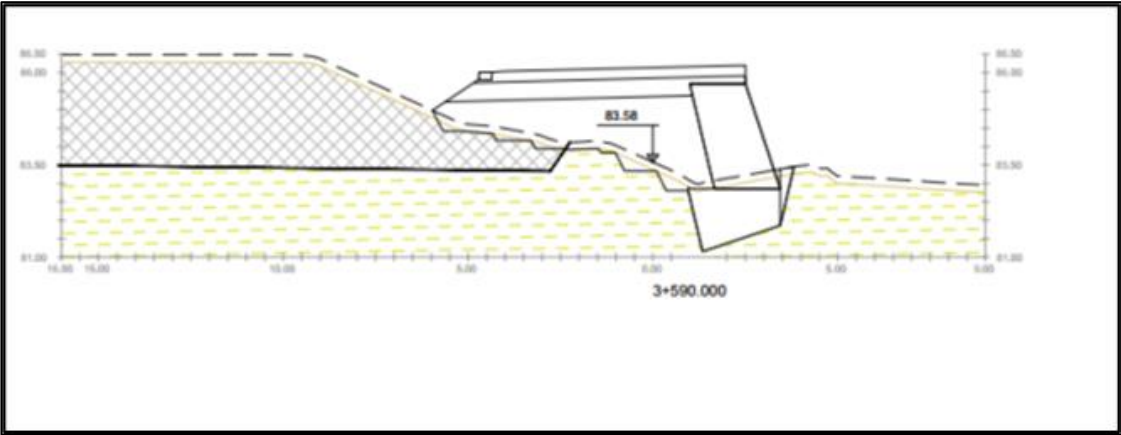
El factor de seguridad obtenido frente a deslizamiento del muro es $FS > 1.7$.



Se ha planteado un saneo y sustitución de los rellenos bajo la zapata, por un hormigón ciclópeo, que no ha sido tenido en cuenta a la hora de realizar el cálculo de estabilidad del muro.

El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 y la formulación de Brich-Hansen, obteniéndose una tensión admisible Qadm:0,30 MPa para la cimentación del muro sobre hormigón ciclópeo.

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS			
MÉTODO DE BRINCH HANSEN			
PROYECTO Bicipista Erletxe-Boroo			
ESTRUCTURA: Muro 9			
APOYO: Zapatas			
SITUACIÓN:3+380 a 3+425			
FORMACION GEOLOGICA: Homrigón ciclópeo			
CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN			
(B) ANCHO CIMENTACION	1,5	m	
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION	2,1	m	
(L) LONGITUD	10	m	
RELACIÓN D/B	1,40		
RELACION L/B	6,67		
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO			
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION	24,00	kN/m³	
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL	20,00	kN/m³	
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN	42,00	kN/m2	
COHESION	150	kPa	
ANGULO DE ROZAMIENTO	45,00	º	
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO			
	Nc	5,14	
	Nq	1,00	
	Ny	0,00	
COEFICIENTES DE FORMA			
	sc	1,03	
	sq	1,03	
	sy	1,00	
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD			
	dc	1,37	
	dq	2,40	
	dy	1,00	
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE			
Qh (Carga de hundimiento)	1190,73	kPa	
FACTOR DE SEGURIDAD	3,00		
Qadm (Carga admisible)	396,91	kPa	
	3,97	kp/cm²	
	0,40	Mpa	



5.3.10 Muro 10

Muro de escollera para contención del relleno del tronco de la bicipista, entre el pk 3+459 y el 3+590, con 131 m de longitud y 7m de altura máxima. La cimentación de su zapata se ejecutará en la zona de contacto entre los rellenos antrópicos del tronco de la AP-8 y el nivel de areniscas y limolitas alteradas. Se han realizado varios perfiles geotécnicos (ver apéndice a este documento).

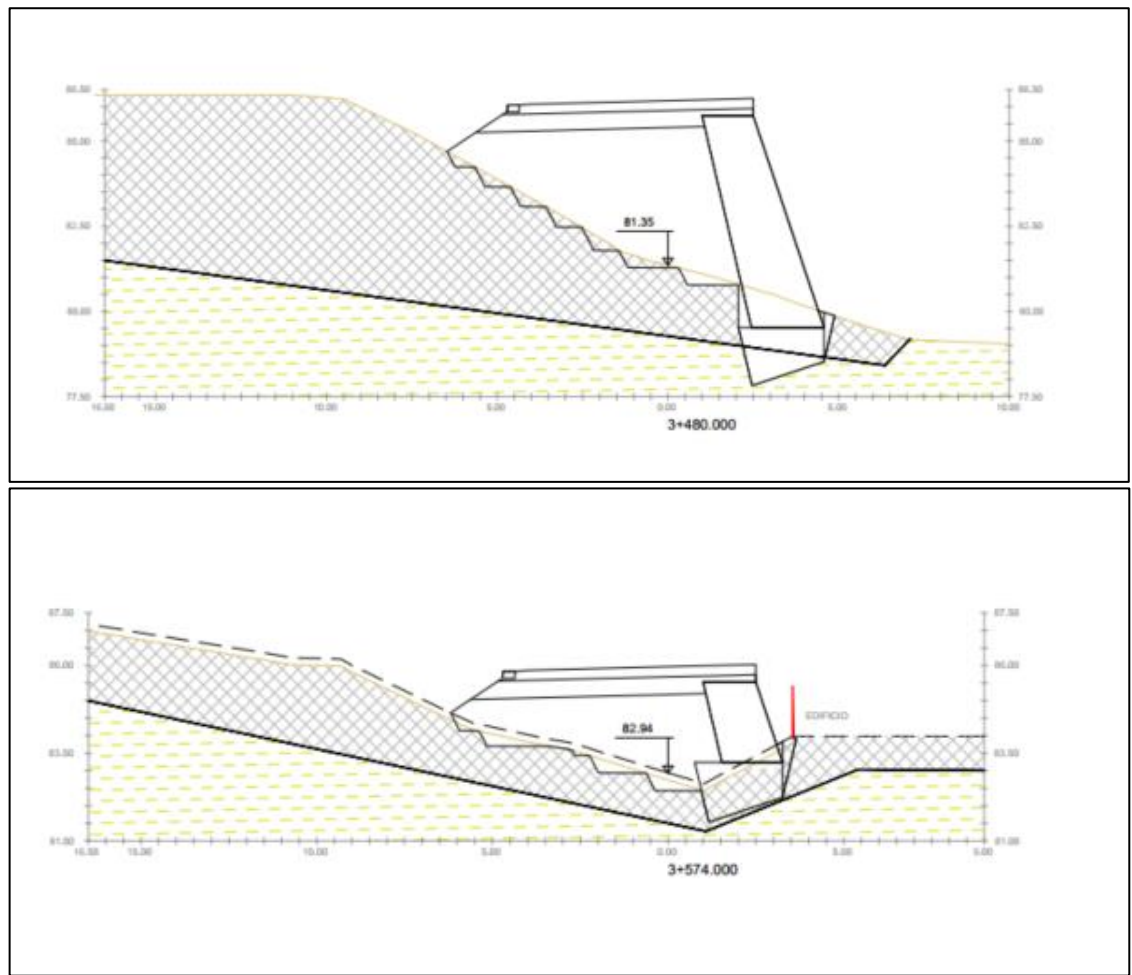


Figura nº25. Imagen 15: Perfiles geotécnicos Muro 10

Para el cálculo de estabilidad frente a deslizamiento, se asume que la base del muro está situada en los rellenos, dado que es el material de peores características geotécnicas. El factor de seguridad obtenido es superior a 2 ($FS > 2$)

El factor de seguridad obtenido frente a roturas por deslizamiento es $FS > 2$.

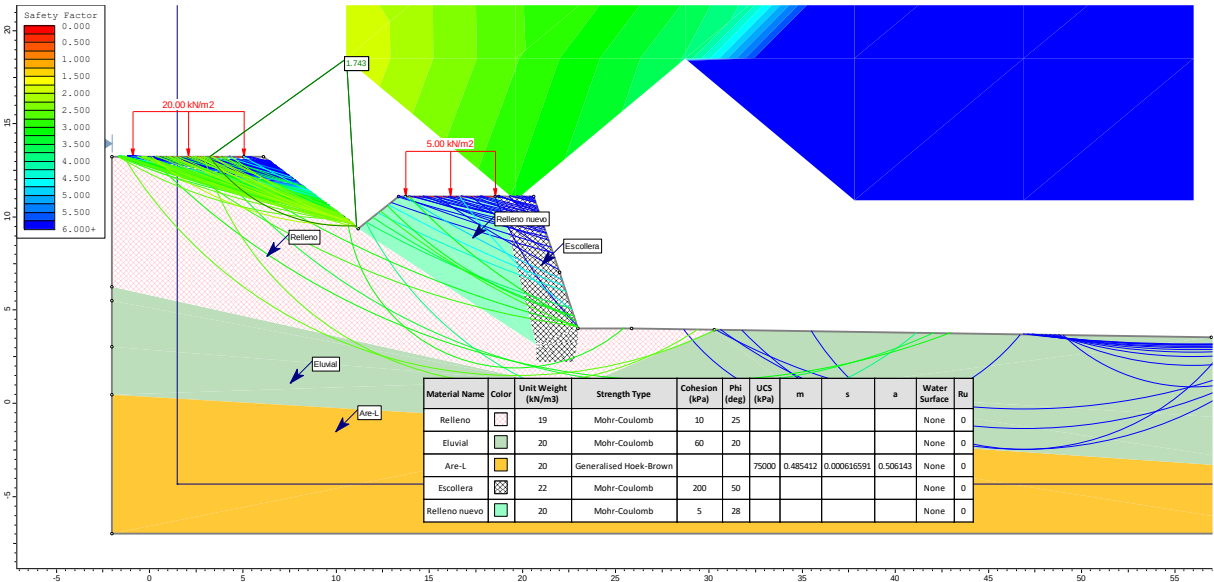


Figura nº26. Imagen 16: Muro 10 $FS > 2$

Se ha planteado un saneo y sustitución de los rellenos bajo la zapata, por un hormigón ciclópeo, que no ha sido tenido en cuenta a la hora de realizar el cálculo de estabilidad del muro.

El cálculo de la tensión admisible, se efectúa a partir de los valores descritos en el apartado 3.1 para la roca alterada y la formulación de Brinch-Hansen, obteniéndose una tensión admisible $Q_{adm}: 0,30$ MPa para la cimentación del muro sobre el saneo de hormigón ciclópeo

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN CIMENTACIONES SOBRE SUELOS			
MÉTODO DE BRINCH HANSEN			
PROYECTO Bicipista Erletxe-Boraa			
ESTRUCTURA: Muro 10			
APOYO: Zapatas			
SITUACIÓN: 3+459 a 3+590			
FORMACION GEOLOGICA: Homrigón ciclópeo			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CIMENTACIÓN			
(B) ANCHO CIMENTACION	1,5	m	
(D) PROFUNDIDAD DEL PLANO DE CIMENTACION	1,5	m	
(L) LONGITUD	10	m	
RELACIÓN D/B	1,00		
RELACION L/B	6,67		
CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO			
DENSIDAD DEL SUELO BAJO LA CIMENTACION	24,00	kN/m ³	
DENSIDAD DEL SUELO LATERAL	20,00	kN/m ³	
SOBRECARGA DEL TERRENO A COTA DE CIMENTACIÓN	30,00	kN/m ²	
COHESION	150	kPa	
ANGULO DE ROZAMIENTO	45,00	°	
COEFICIENTES DE CARGA DE HUNDIMIENTO			
	Nc	5,14	
	Nq	1,00	
	Nγ	0,00	
COEFICIENTES DE FORMA			
	sc	1,03	
	sq	1,03	
	sy	1,00	
COEFICIENTES DE PROFUNDIDAD			
	dc	1,31	
	dq	2,00	
	dγ	1,00	
RESULTADOS OBTENIDOS: CARGA ADMISIBLE			
Qh (Carga de hundimiento)	1097,75	kPa	
FACTOR DE SEGURIDAD	3,00		
Qadm (Carga admisible)	365,92	kPa	
	3,66	kp/cm ²	
	0,37	Mpa	

5.3.11 Muro 11

Muro entre el pk 4+000 y el 4+160 del eje 11, tiene por tanto 160m de longitud y una altura máxima de 6m en el pk 4+110. El muro sostiene el talud existente entre la N-634 y la AP-8, donde actualmente hay un desmonte en roca. El muro se excavará en las areniscas y limolitas sanas, pudiendo presentar hasta 2m de espesor de areniscas y limolitas alteradas en la zona final. En la zona del muro, existen afloramientos de roca en el talud de la N-634, así como en el talud de la AP-68. Existen también medidas estructurales tomadas en el PC del 3er carril, que se corresponden con el D-12 del citado proyecto, donde se han recogido los puntos de lectura 1 al 11.

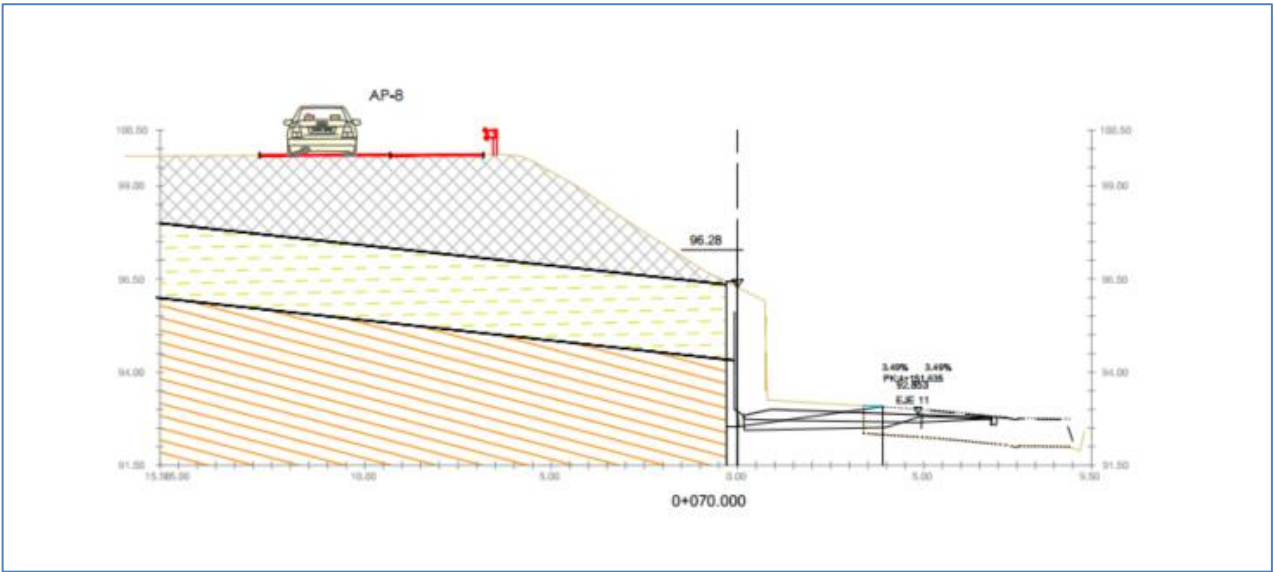
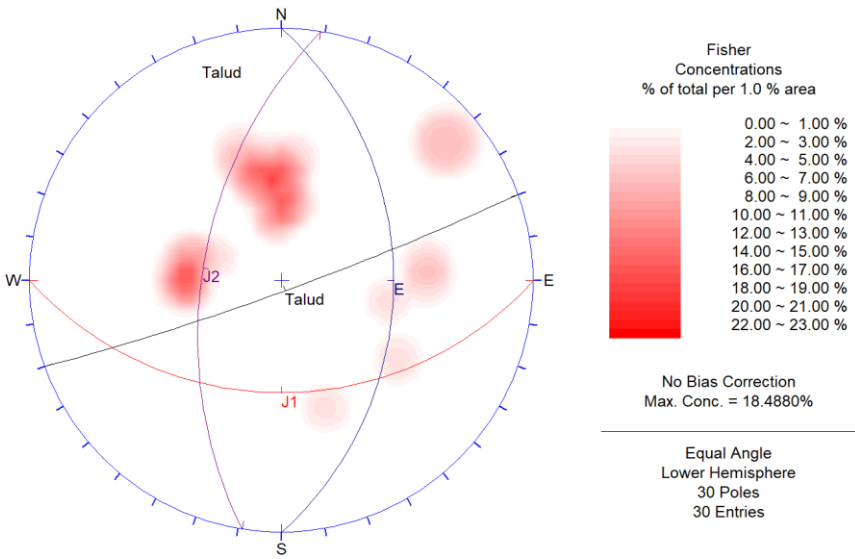


Figura nº27. Imagen 17: Perfil geotécnico Muro 11

El talud adoptado para el muro es 1H/2V desde el pk 4+000 hasta el 4+140 y con talud vertical sostenido mediante micropilotes anclados, entre los ppkk 4+140 hasta el 4+160.

El estereograma con todos la concentración de polos y planos medios, de todos los datos de medidas estructurales recopilados se muestra a continuación:



Como se observa, existen dos combinaciones de juntas potencialmente inestables para los dos taludes adoptados y las necesidades de anclaje requeridas para alcanzar el factor de seguridad dado.

Intersección	Talud que la elimina	Talud adoptado	Factor de Seguridad sin sostenimiento	Necesidad de anclaje F.S. =1.5
E/J1	33°	56°	0.88	1,7 ton/m2
E/J1	33°	90°	0.88	3,3 ton/m2

Para alcanzar dichas necesidades de anclaje se disponen anclajes de barra Ø25 de acero 850/1050 y 9 de longitud total, de los cuales 4 metros son de longitud libre y 5 metros de bulbo, tesados a 20 toneladas.

En las zonas de muro vertical, se ha optado por un muro de micropilotes empotrados y anclados en roca sana. Los detalles y parámetros de cálculo del muro, se encuentran en anejo de Estructuras. Los parámetros de resistencias unitarias por punta y fuste para los micropilotes se encuentran en el apartado 3.1 del presente anejo.

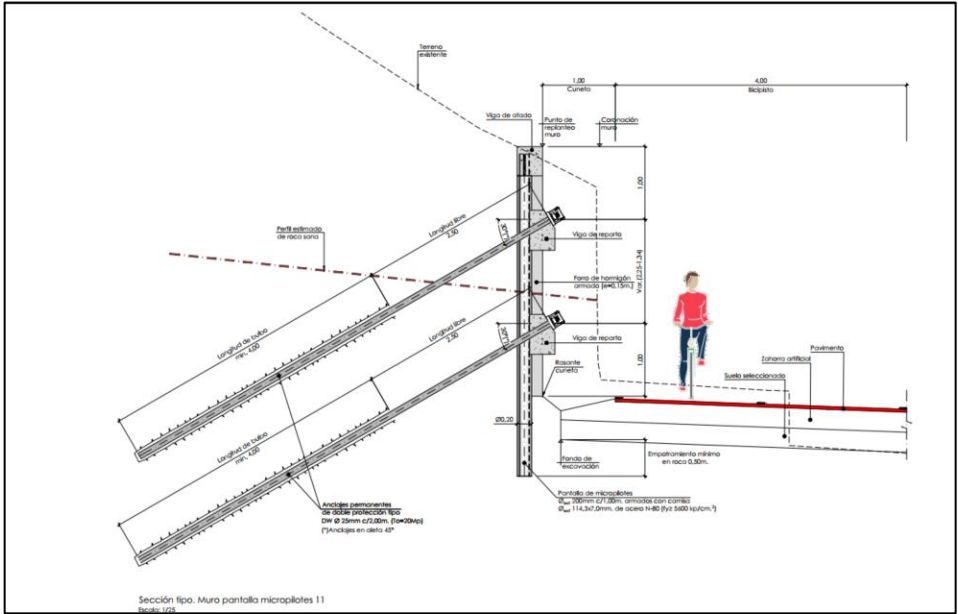


Figura nº28. Imagen 18: Sección tipo vertical Muro 11

5.3.12 Muro 12

Situado entre el pk 4+200 y el 4+280 del eje 12, con una altura máxima de 6m, este muro contiene el relleno de tierras del tronco de la AP-8. Se trata de un muro de micropilotes empotrados y anclado en la unidad de Areniscas y limolitas alteradas

Los detalles y parámetros de cálculo del muro, se encuentran en anejo de Estructuras. Los parámetros de resistencias unitarias por punta y fuste para los micropilotes se encuentran en el apartado 3.2.2.1 del presente anejo.

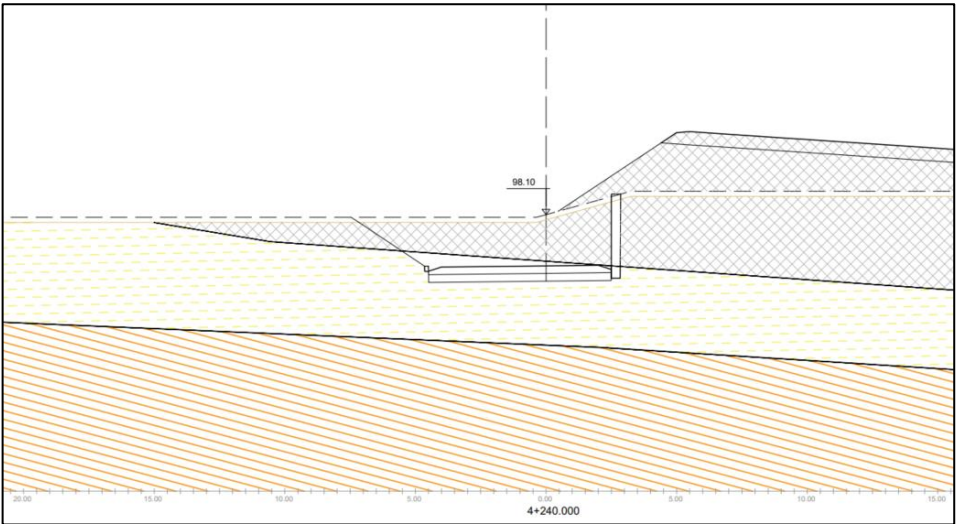


Figura nº29. Imagen 19: Perfil geotécnico Muro 12

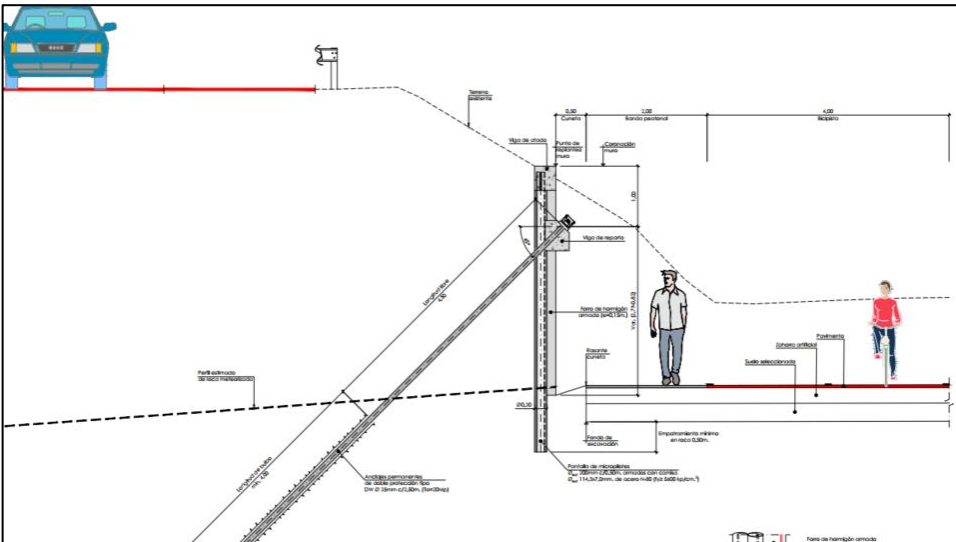


Figura nº30. Imagen 20: Sección tipo Muro 12

5.3.13 Muro 13

Ubicado entre el pk 4+260 y el pk 4+350 del eje 12, presentando una longitud de 90m y una altura máxima de 7m. Sostiene un talud excavado en terreno natural al norte de la AP-8. Se excavará principalmente en la unidad de Areniscas y Limolitas alteradas, aunque en su zona inferior atravesará el nivel de roca sana.

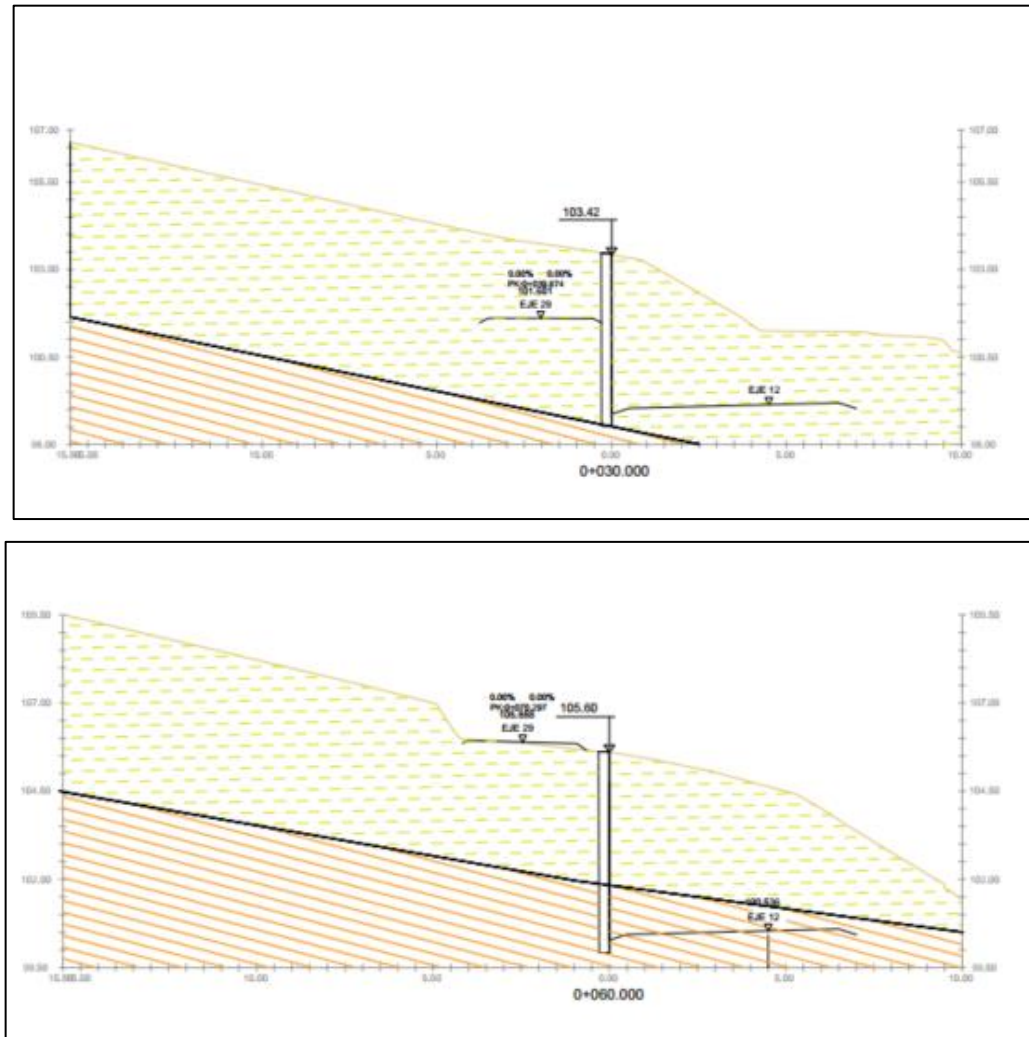


Figura nº31. Imagen 21: Perfiles geotecnicos muro 13

Se adopta para el sostenimiento, un muro de micropilotes empotrado y anclado en el nivel de areniscas y limolitas sanas.

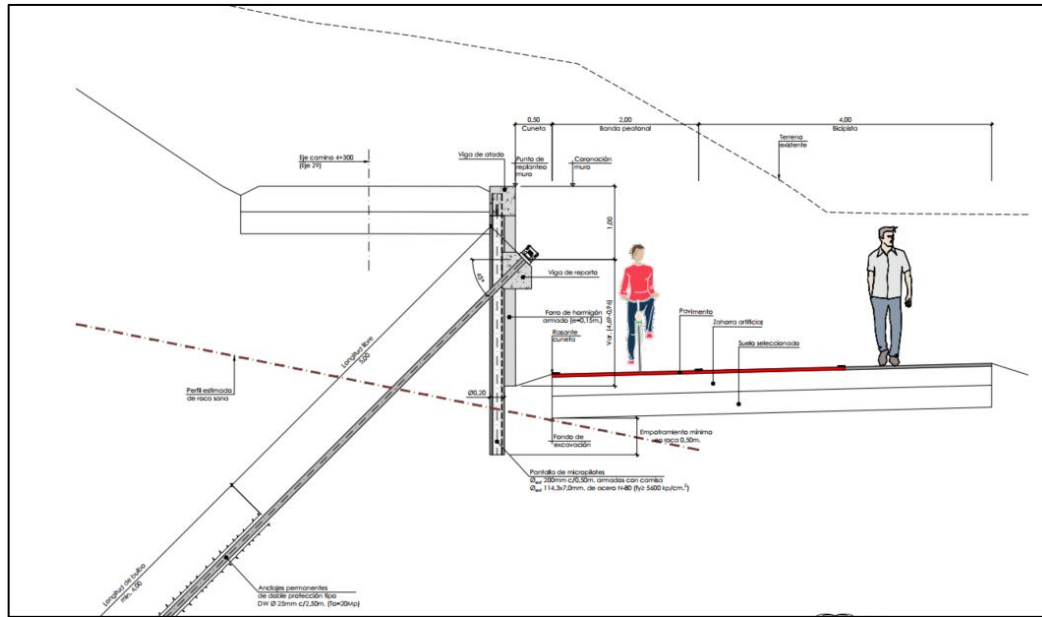


Figura n°32. Imagen 22: Sección tipo Muro 13

Los detalles y parámetros de cálculo del muro, se encuentran en anejo de Estructuras. Los parámetros de resistencias unitarias por punta y fuste para los micropilotes se encuentran en el apartado 3.1 del presente anejo

6 Estudio de materiales

6.1 Categoría de la explanada

De acuerdo con los ensayos de laboratorio efectuados los materiales que constituirán la explanada de apoyo de los firmes pueden calificarse como ADECUADOS en el caso de los rellenos antrópicos asociados a la A-8 y la parte más superficial y alterada de la roca se considera TOLERABLE. Los materiales aluviales del final de la traza proyectada pueden caracterizarse como TOLERABLES.

La tramificación de los fondos de desmonte son los siguientes:

DE PK	A PK	MATERIAL	CLASIFICACIÓN
1+100	1+170	RELLENO ANTRÓPICO	ADECUADO
1+640	1+780	ROCA M(II) /M(IV)	ROCA 70% ADECUADO 30%
1+990	2+220	ROCA M(IV) RELLENO ANTRÓPICO	ROCA 90% TOLERABLE RELLENO 10% (ADECUADO)
2+700	2+750	RELLENO ANTRÓPICO	ADECUADO
2+840	2+870	ROCA M(IV)	TOLERABLE
2+990	3+020	RELLENO ANTRÓPICO	ADECUADO
3+040	3+130	ROCA M(II)/M(IV)	ROCA 30% TOLERABLE 70%
3+160	3+340	ROCA M(II)/M(IV) R. A.	ROCA 50% TOLERABLE 50%
3+830	4+010	ROCA M(II)/M(IV) R. A.	ROCA 60% TOLERABLE 40%
4+050	4+150	ROCA M(II)/M(IV)	ROCA 50% TOLERABLE 50%
4+210	4+380	ROCA M(II)/M(IV)	ROCA 50% TOLERABLE 50%
4+400	4+700	ROCA M(II)/M(IV) R. A.	ROCA 20% TOLERABLE 80%
4+780	5+350	ALUVIAL	TOLERABLE
5+350	FIN	ROCA M(IV)	TOLERABLE

6.2 Aprovechamiento de materiales

Una vez realizada la cubicación de la traza y el balance de tierras, en base a los datos de la anterior tabla, se tiene que la excavación total en la traza es la siguiente:

EXCAVACIONES	VOLUMEN (m³)
Total Desmonte:	59.395
Desmonte aprovechable	44.041
Desmonte no aprovechable	7.645
Total Tierra Vegetal	7.708

Así, el material que es necesario aportar para realizar los terraplenes y rellenos se resume en la siguiente tabla:

RELLENOS	VOLUMEN (m³)
Terraplén	22.977
Pedraplén	82
Suelo seleccionado	9.154
Retirada a vertedero	32.053

6.3 Utilización en rellenos

Para la utilización en la construcción de rellenos y explanada de los materiales procedentes de cantera se ha tenido en cuenta las disposiciones del vigente Pliego General de Condiciones para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, más concretamente en su artículo 330, modificado según la Orden FOM 1382, en vigor desde el Mayo de 2002, en el que se hace referencia solamente a terrenos naturales, clasificándose en 5 grupos: inadecuados, marginales, tolerables, adecuados y seleccionados.

La aprovechabilidad del macizo rocoso sano será íntegra y utilizable en rellenos. Las zonas de roca alterada M(IV) se estima que será aprovechable en un 80% debiendo ser eliminadas las zonas más arcillosas. En los rellenos antrópicos correspondientes a la A-8 se podrá utilizar el 70% del volumen, correspondiendo el restante 30% a la parte más superficial contaminada con materia orgánica.

Respecto a los aluviales se estima que aún siendo calificables como tolerables la humedad que contienen impedirá su puesta en obra de forma directa.

6.4 Coeficientes de paso

Para el encaje del movimiento de tierras se considera admisible adoptar los siguientes valores en cuanto al coeficiente de paso de material de desmonte a relleno.

Para el correcto análisis del balance de tierras, han de ser considerados los esponjamientos de los distintos materiales según su naturaleza y el grado de compactación al que vayan a ser sometidos.

Como coeficientes de paso del volumen medido en perfiles de excavación a volumen en terraplén o depósito de sobrantes, así como los que se refieren al material de préstamo a compactar en terraplén, se han tomado los incluidos en el cuadro siguiente:

COEFICIENTES DE PASO		
MATERIAL DE EXCAVACIÓN	RELLENO COMPACTADO	DEPÓSITO DE SOBRANTES
Roca M(II)	1,25	1,30
Roca M(IV)	1	1.25
Rellenos antrópicos	1	1.20

Proyecto de Construcción de la Bici-pista del Ibaizabal. Tramo: Erletebe – Beroa

Anejo nº2: Geología y geotecnia

6.5 Prescripciones a satisfacer por los materiales

Para determinar la posible reutilización de los materiales excavados en la traza en las diferentes unidades de obra se han seguido las especificaciones que se indican en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del año 2002 apartado 330 Terraplenes.

	Materia orgánica (UNE 1003204)	Contenido en sales solubles incluso yeso(NLT-114)	Tamaño máximo	Granulometría	Plasticidad UNE 103103	Contenido Yeso NLT-115	Ensayo de colapso NLT-254	P.N UNE 103500	C.B.R	Pérdida peso, inmersión (NLT 255)	Partículas forma inadecuada	Sulfuros oxidables UNE EN 1744-1	Azufre total UNE EN 1744-1	Equivalente de arena UNE -EN 933-8	D.L.A (UNE EN 1097-2)
Suelos seleccionados	< 0,2	<0,2	<10 cm	# 2 <80% # 0,4 < 75% # 0,08 < 25% +	LL<30 IP<10				≥ 5 Coronación ≥ 3 Núcleo Cimiento						
Suelos adecuados	<1	<0,2	<10 cm	# 2 <80% # 0,08 < 35%	LL<40 si 40>LL; IP >4				≥ 5 Coronación ≥ 3 Núcleo Cimiento						
Suelos tolerables	<2	<1*			LL<65 si LL>40; IP>0,73(LL-20)	<5%	<1	<3% hinchamiento							
Pedraplén			Tmáx 10-90 cm	#20<30% #0,080<10%						<2	<30				
Todo uno	<2	<1*		30%<#20<70% ++ #0,080<35%		<5%**				<2***		0			
Zahorra				(veasé PG3)	No plástico								1	>30	<35

* Sales distintas de yeso

** Si contenido en yeso >5, <20 uso exclusivo en el núcleo

*** Si es >2, las partículas que pasan por 20 no serán marginales.

++ Si #20<30% y #0,08>10

+ Se ha de cumplir si no se cumplen todas y cada una de las condiones granulométricas anteriores # 0,4 < 15%

Tabla nº5. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. 2002.

6.6 Inventario de Canteras

De la propuesta realizada en los documentos anteriormente citados se han descartado las canteras inactivas actualmente. El resto serán susceptibles de ser aprovechadas en función de los tipos de material suministrados y las necesidades de la obra.

En la tabla se listan las que se encuentran a una distancia igual o inferior a 42 km del ámbito de estudio, propuestas en primera instancia dada su proximidad a la zona de proyecto.

A continuación, se describe brevemente las características de cada una de éstas, así como los resultados de ensayos de laboratorio si se dispone de ellos.

6.6.1 Cantera C-1: Cantera Mina Bilbao

La cantera se sitúa en el término municipal de Ortuella, en el Barrio de La Ralera (Vizcaya). Se encuentra muy próxima al inicio de la traza (0-1 Km), y el material explotado son calizas con corales y rudistas del Cretácico inferior, litología atravesada por el túnel en mina.

Esta explotación, propiedad de Minas y Explotaciones S.A., suministra áridos calizos de hormigón. No se dispone de ensayos de caracterización.

6.6.2 Cantera C-2: Errigoiti

Esta explotación se sitúa en el término municipal de Rigoitia (Errigoiti), en Vizcaya, a unos 42 km del inicio del área de estudio.

El material producido por la empresa Cementos Lemona, en la Cantera de Errigoiti, son áridos basálticos para la fabricación de hormigones, capas estructurales y mezclas bituminosas de firmes, balasto y sub-balasto.

PRODUCTO	USOS			
	HORMIGÓN	MEZCLA BITUMINOSA	CAPAS GRANULARES	ESCOLLERA
AG-T-4/12-B (LA20)	X	X	X	
AG-T-10/20-B (LA20)	X	X	X	
AG-T-4/12-B (LA25)	X	X	X	
AG-T-16/32-B	X	X	X	
AC-T-0/40-B			X	
ESCOLLERA				X

PRODUCTO	ENSAYOS					
	Índice de lajas	Los angeles	CPA	Cloruros	Sulfatos	Absorción de agua
AG-T-4/12-B (LA20)	FI20	LA20	>50	<0,01	<0,2	<2
AG-T-10/20-B (LA20)	FI20	LA20	>55	<0,01	<0,2	<2
AG-T-4/12-B (LA25)	FI20	LA25		<0,01	<0,2	<2
AG-T-16/32-B	FI20	LA25		<0,01	<0,2	<2
AC-T-0/40-B	FI35	LA25		<0,01	<0,2	<2

6.6.3 Cantera C-3: El Bortal (Galdames)

La explotación de la cantera El Bortal, se encuentra situada en San Pedro de Galdames (Vizcaya), a unos 17 Km. de la zona estudiada. Cementos Lemona explota un yacimiento de roca caliza. A través de una instalación de lavado se recuperan los áridos de calidad de manera que se realiza un aprovechamiento integral del yacimiento que contiene el rechazo de la trituración primaria, de manera que se realiza un aprovechamiento integral del yacimiento.

PRODUCTO	USOS			
	HORMIGÓN	MEZCLA BITUMINOSA	CAPAS GRANULARES	ESCOLLERA
AF-T-0/4-C	X	X	X	
AG-T-4/12-C	X	X	X	
AG-T-8/22-C	X	X	X	
AC-T-0/40-C			X	
AG-T-16/32-C			X	
ESCOLLERA				X

PRODUCTO	ENSAYOS						
	Índice de lajas	Los angeles	Equiv. de arena	Azufre total	Cloruros	Sulfatos	Absorción DE AGUA
AF-T-0/4-C		LA25	EHE-08	<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-4/12-C	FI15	LA24		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-8/22-C	FI20	LA25		<1	<0,001	<0,2	<1
AC-T-0/32-C	FI20	LA25	>50	<1	<0,001	<0,2	<1
AC-T-0/40-C	FI20	LA25	>40	<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-16/32-C	FI35	LA25		<1	<0,001	<0,2	<1

6.6.4 Cantera C-5: Nafarrondo

La cantera Coto Minero Nafarrondo se encuentra a unos 35 km. de la zona estudiada en el municipio de Orozko y pertenece a Cementos Leona.

Explota un yacimiento de roca caliza. Produce una amplia gama de productos clasificados y subproductos para su uso en diferentes aplicaciones.

Se trata de la primera explotación en España en desarrollar un sistema de transporte de material por gravedad, mediante un sistema de galería-chimenea, que ha reportado importantes mejoras en aspectos ambientales y de seguridad en la explotación.

PRODUCTO	USOS				
	MORTERO	HORMIGÓN	MEZCLA BITUMINOSA	CAPAS GRANULARES	ESCOLLERA
AF-T-0/2-C	X	X			
AF-T-0/4-C		X	X	X	
AF-T-0/5-C			X	X	
AG-T-4/12-C		X	X	X	
AG-T-10/20-C		X	X	X	
AG-T-10/32-C		X	X	X	
AG-T-14/32-C		X	X	X	
AG-T-20/40-C				X	
AG-T-0/40-C				X	
ESCOLLERA					X
AC-T-0/40-C				X	

PRÓDUCTO	ENSAYOS						
	Índice de lajas	Los angeles	Equiv. arena	Azufre total	Cloruros	Sulfatos	Absorción de agua
AF-T-0/2-C		LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AF-T-0/4-C		LA ₂₅	EHE-08	<1	<0,001	<0,2	<1
AF-T-0/5-C		LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-4/12-C	FI ₃₅	LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-10/20-C	FI ₂₀	LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-10/32-C	FI ₂₀	LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-14/32-C	FI ₂₀	LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-20/40-C	FI ₂₀	LA ₂₅		<1	<0,001	<0,2	<1
AG-T-0/40-C	FI ₂₀	LA ₂₅	>30	<1	<0,001	<0,2	<1
AC-T-0/40-C	FI ₃₅	LA ₂₅	>20				

6.6.5 Cantera C-6: Horyasa Paraje Andaroleta

Esta explotación, propiedad de Hormigones y Áridos S.A.U., se sitúa en Zaramillo, en el término municipal de Gueñes (Vizcaya), a unos 16 Km. de la zona de estudio.

El material que explotan son unas calizas del Cretácico inferior, cuya utilización será de zahorra, pedraplén, escollera y áridos para hormigones.

6.6.6 Cantera C-7: Lacilla

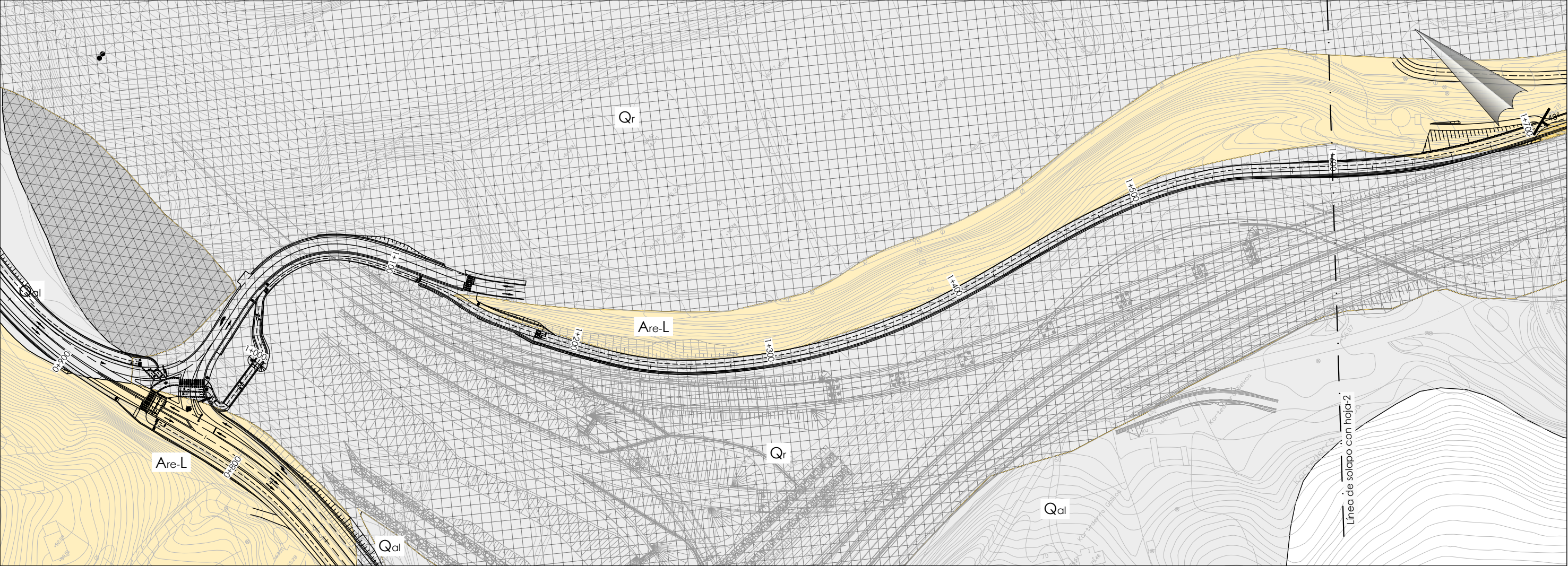
Esta cantera, se encuentra a unos 16 km. de la zona estudiada en el municipio de Sopuerta.

El material explotado son calizas que se pueden usar como áridos para hormigones y pedraplenes y escolleras.

APÉNDICE N° 2.1

Planta y perfil longitudinal

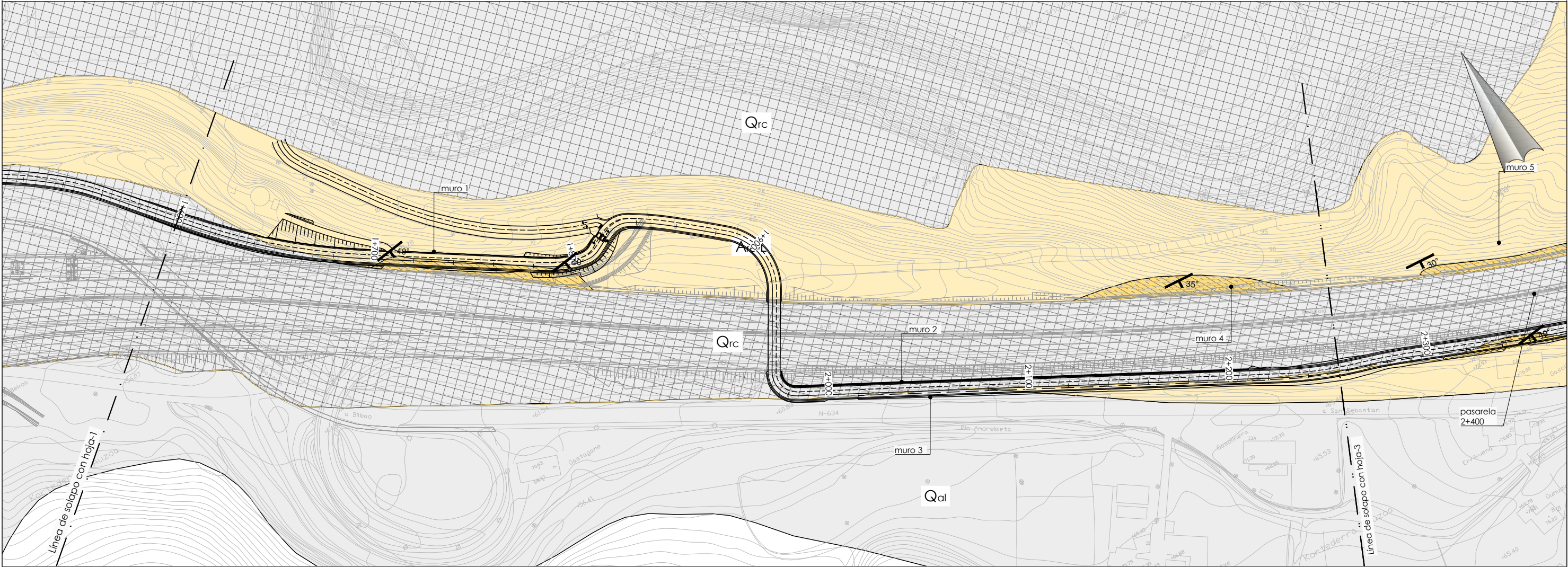
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap2\201_h01-08_GEO.dwg



Leyenda

- Sondeos
- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas GM:IV-V

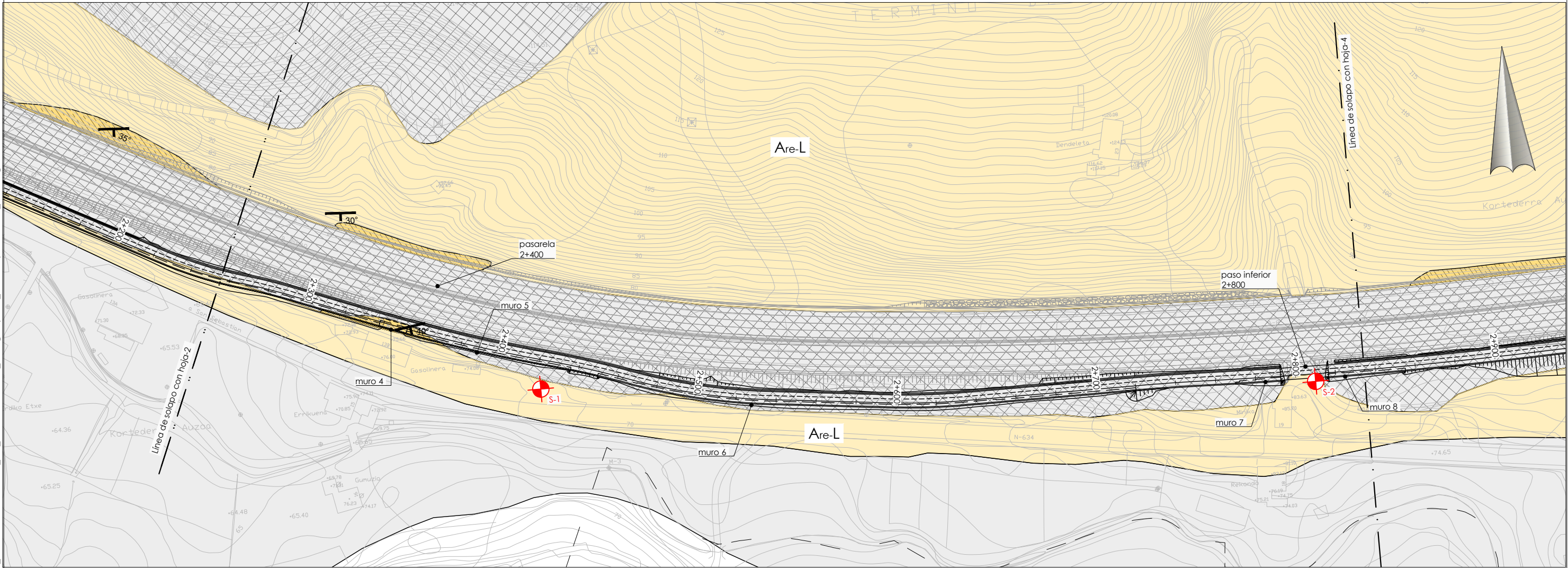
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02 Vigentes\02 Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0201_Plantas\Ap0201h01-08_GEO.dwg



Leyenda

- Sondeos
- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas GM:IV-V

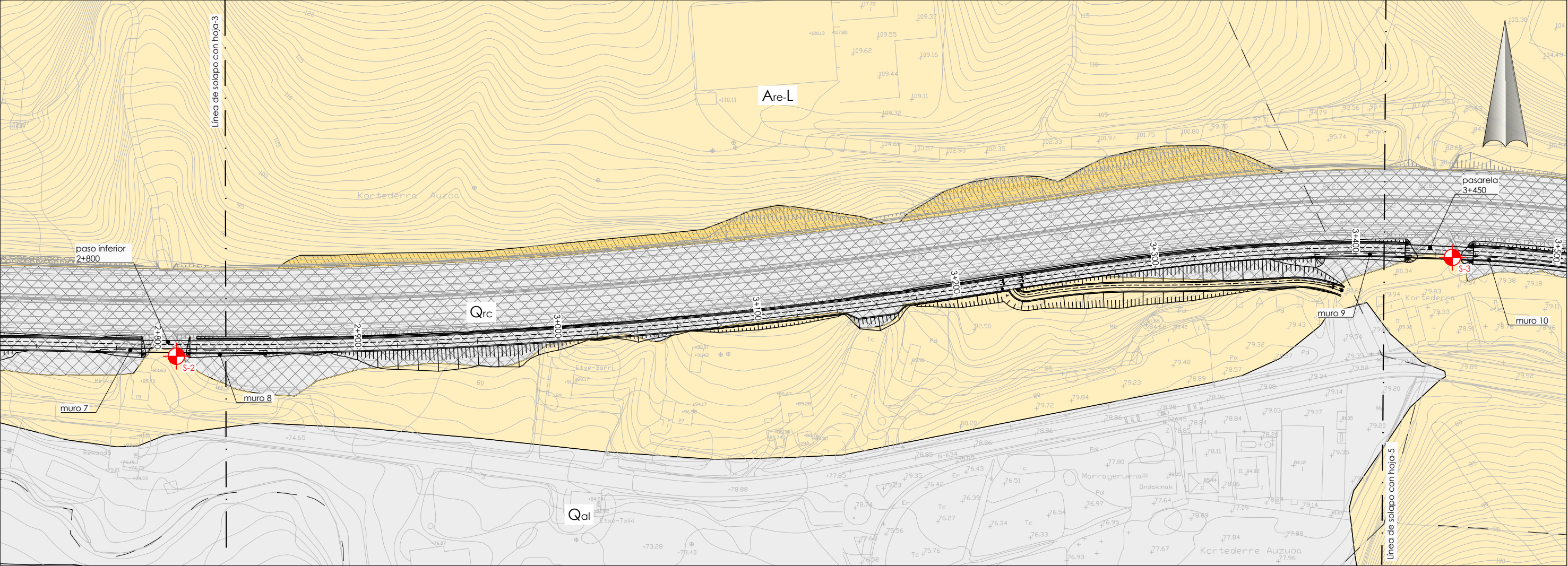
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02 Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0201h01-08_GEO.dwg



Leyenda

-  Sondeos
-  Contacto normal
-  Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas GM:IV-V

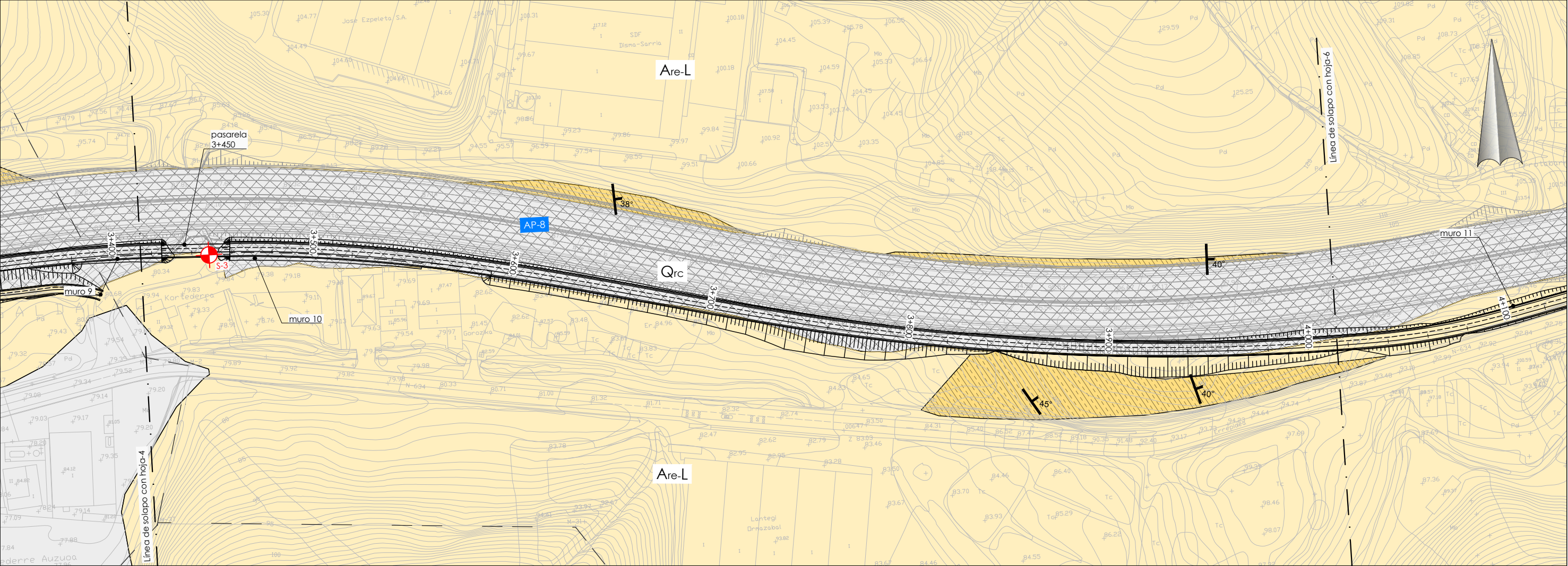
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02 Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Plantas\ANE\OS\02_Geologia\Ap0201_Plantas\Ap0201h01-08_GEO.dwg



Legenda

-  Sondeos
-  Contacto normal
-  Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas GM:IV-V

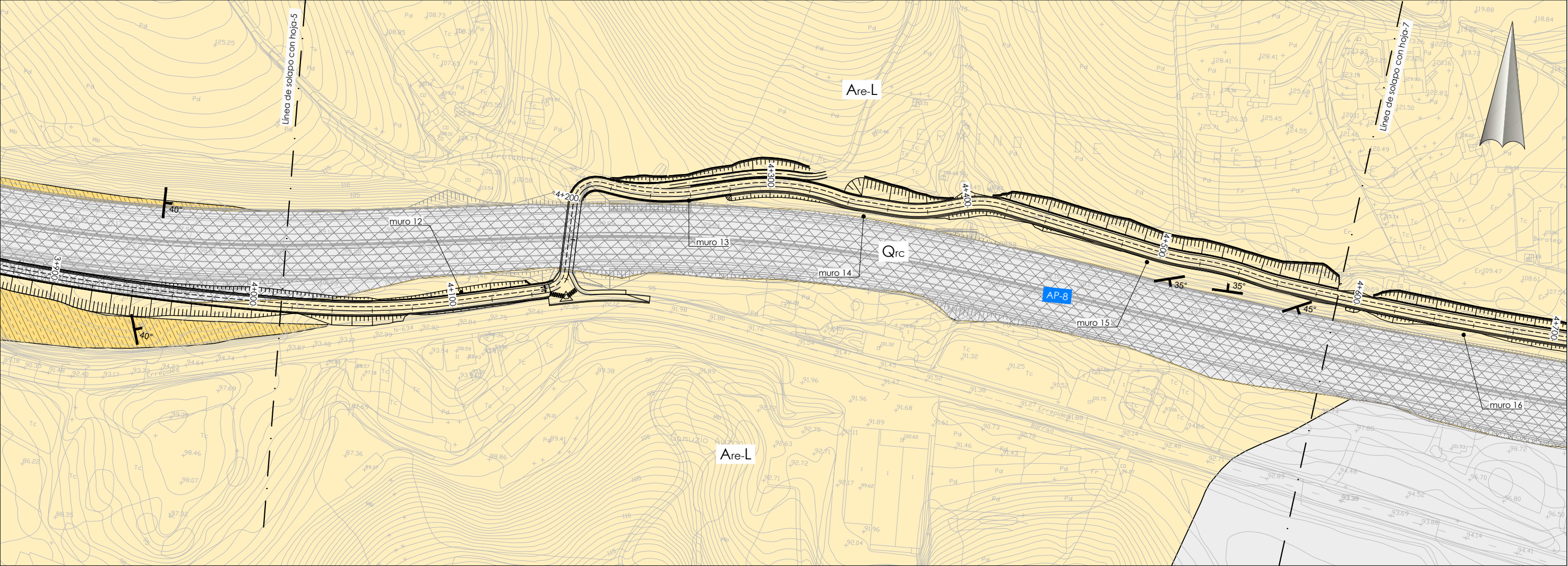
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap2\201_h01-08_GEO.dwg



Legenda

- Sondeos
- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas GM:IV-V

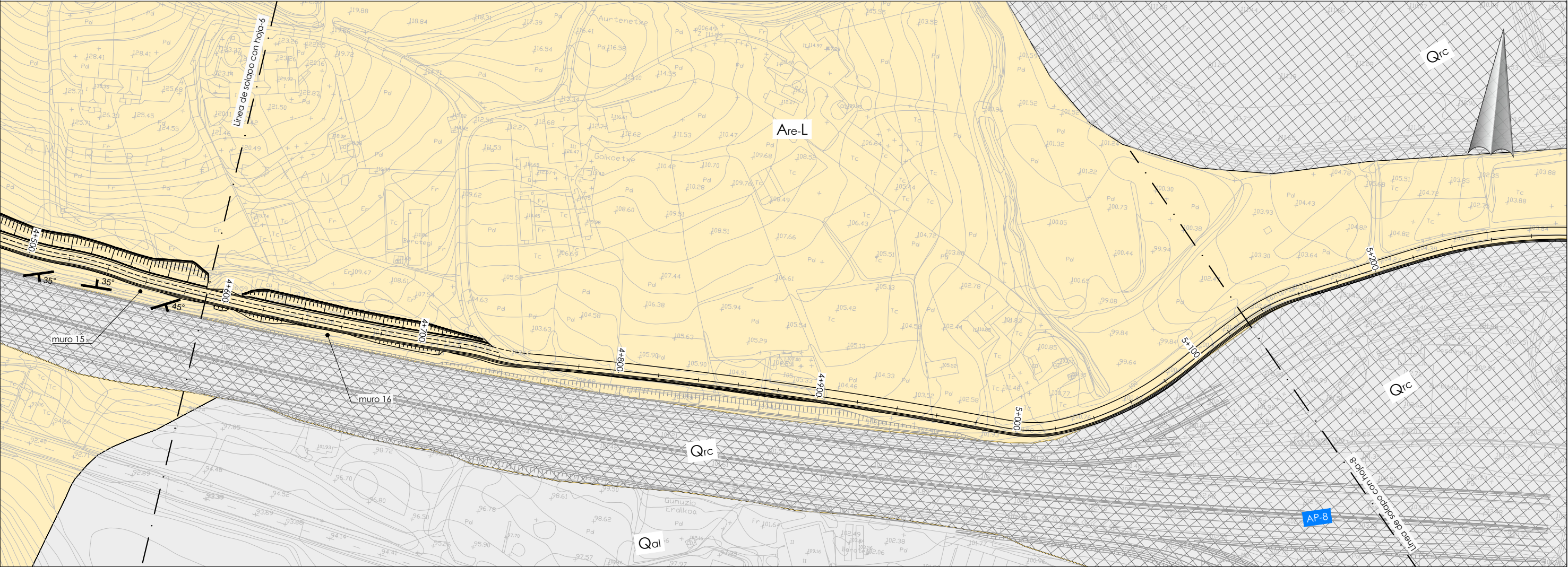
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02 Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0201_Plantas\Ap0201h01-08_GEO.dwg



Legenda

-  Sondeos
-  Contacto normal
-  Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas GM:IV-V

P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap201_Planos\Ap201h01-08_GEO.dwg



Leyenda

- Sondeos
- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas M(IV) y M(II)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas GM:IV-V

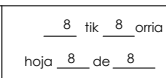
_____ Contacto normal

 Relleno antropico

Relleno antropico

Depositos Aluviales

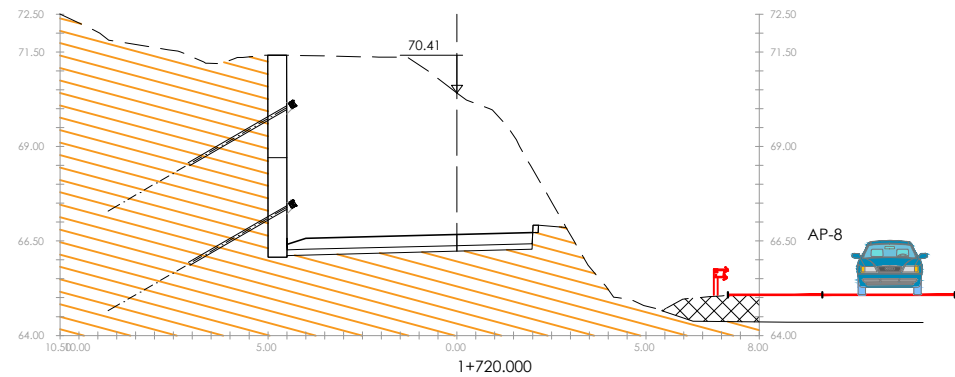
Areniscas y limolitas
GM:IV-V



APÉNDICE N° 2.2

Perfiles estructurales

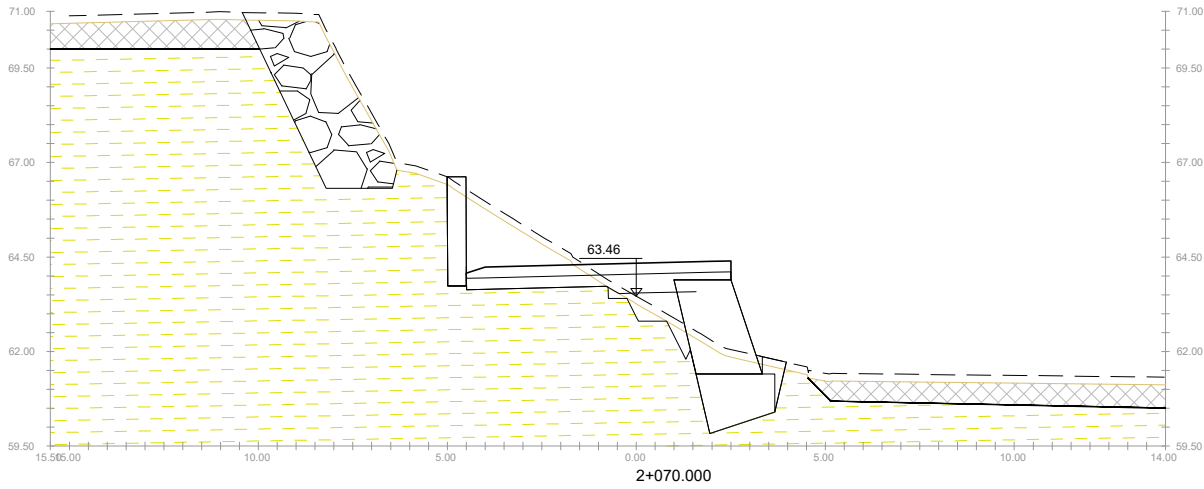
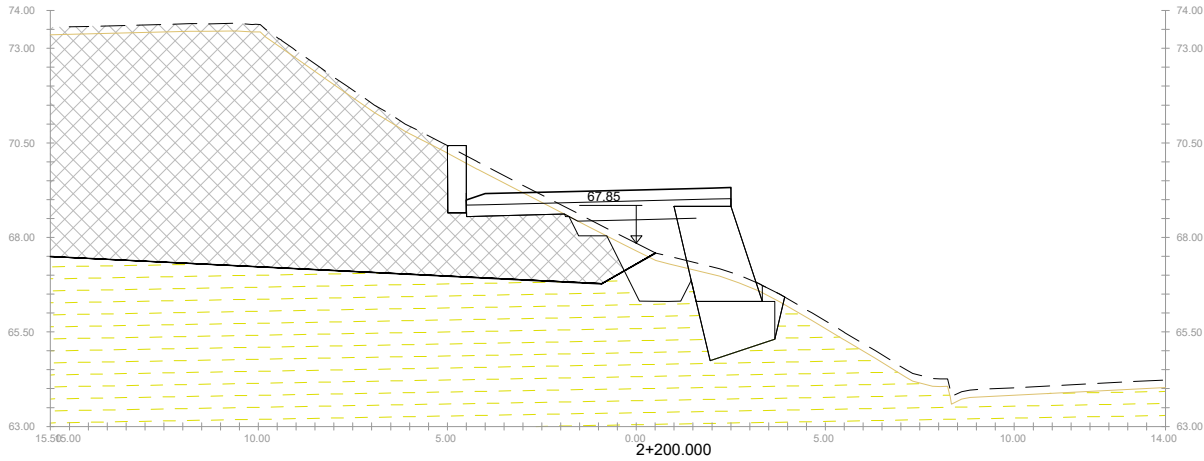
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap020201h01MU01.dwg



Legenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

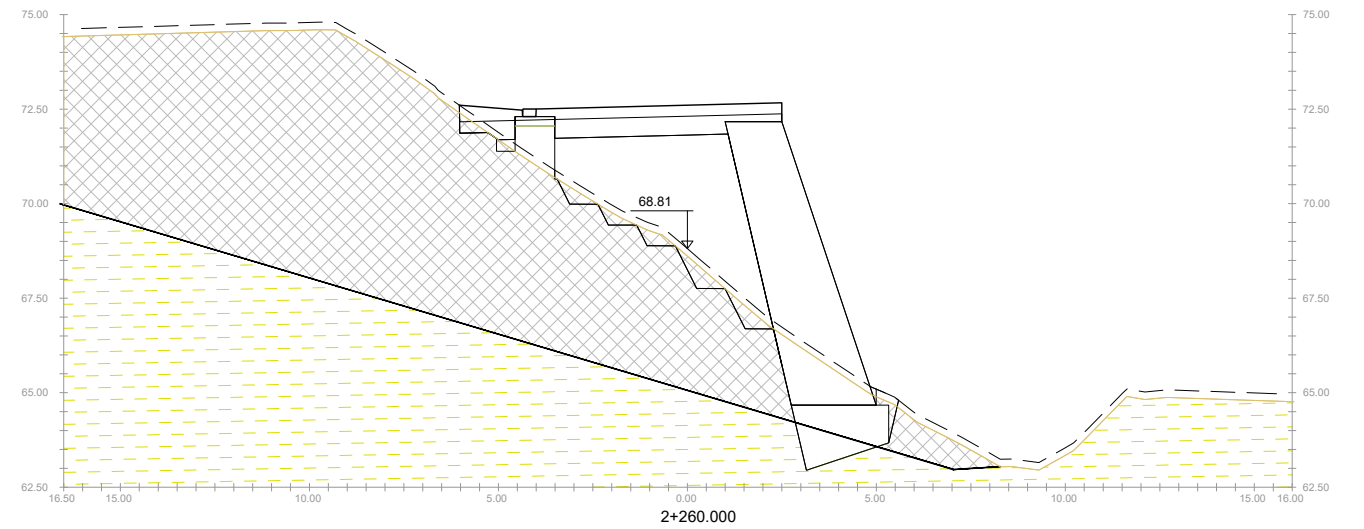
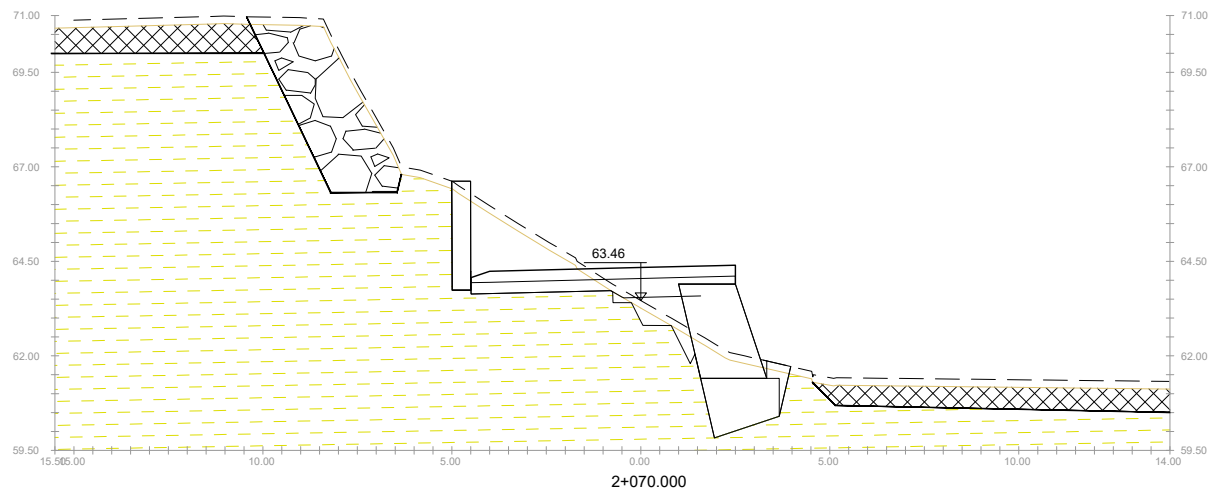
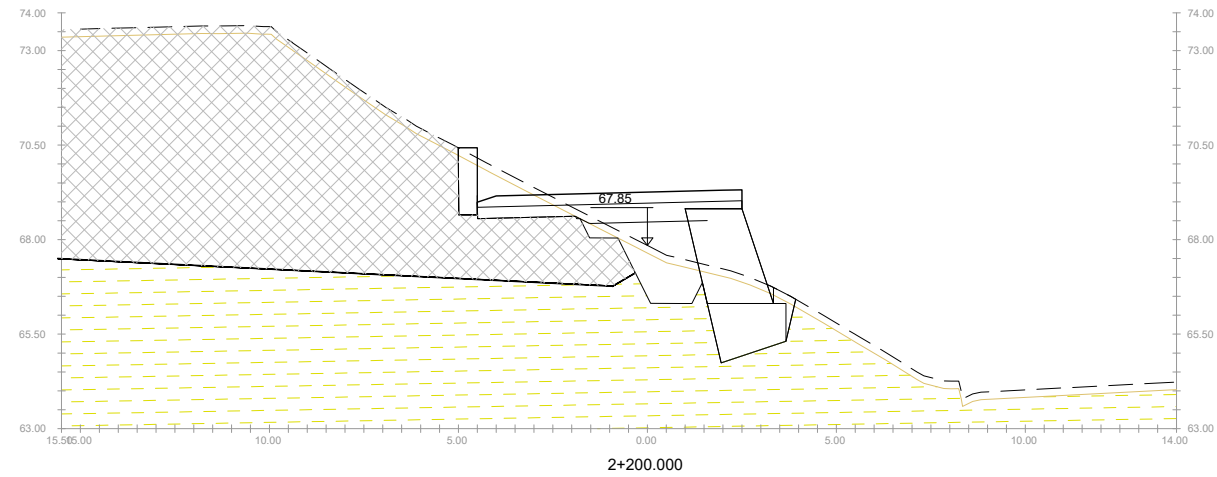
P:\Proyectos\ivos\1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap020202h01MU02.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:I-II-III)

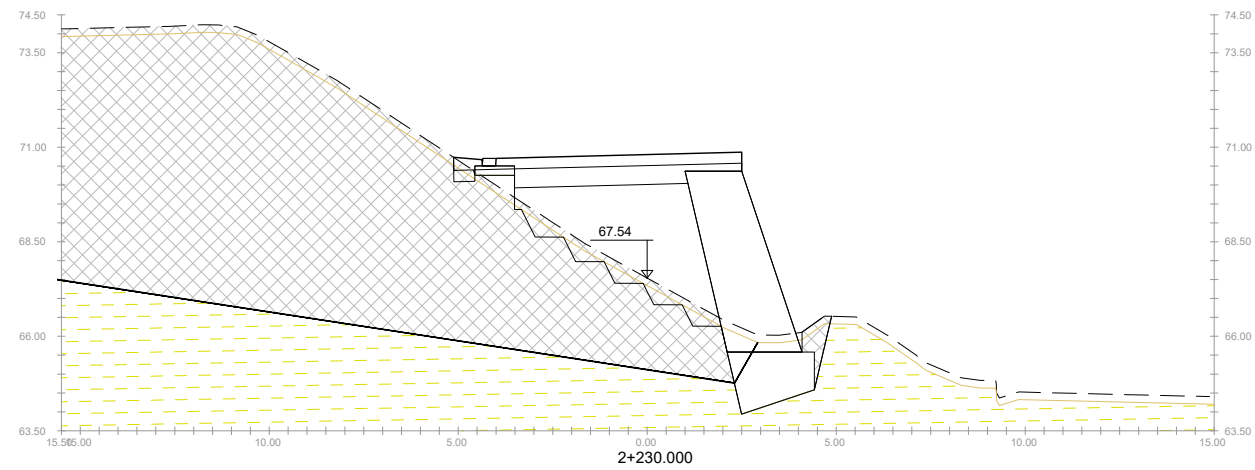
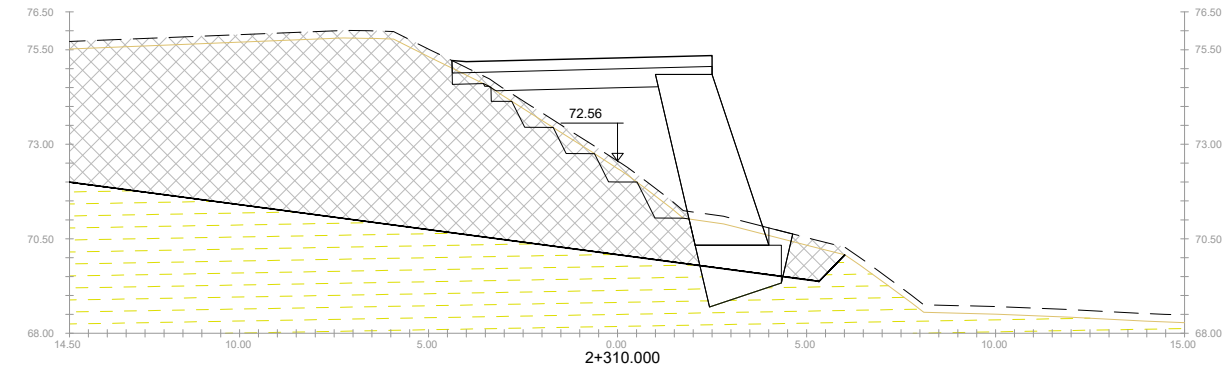
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020203\01MU03.dwg



Leyenda

- Contacto normal
-  Areniscas y Limolitas (GM:IV-V)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas (GM:II-III)

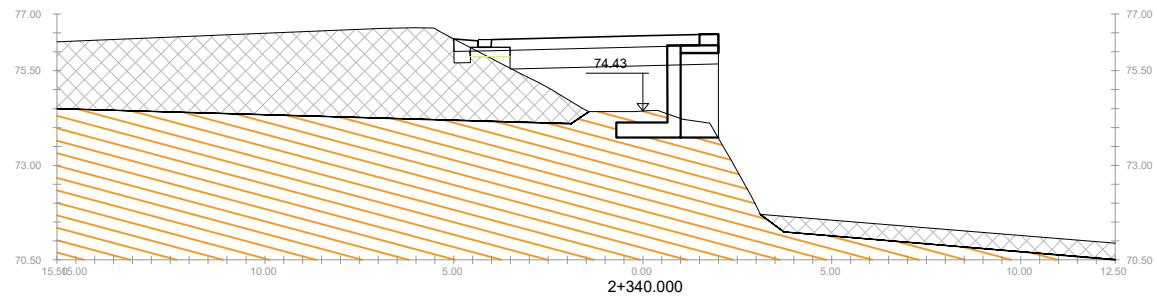
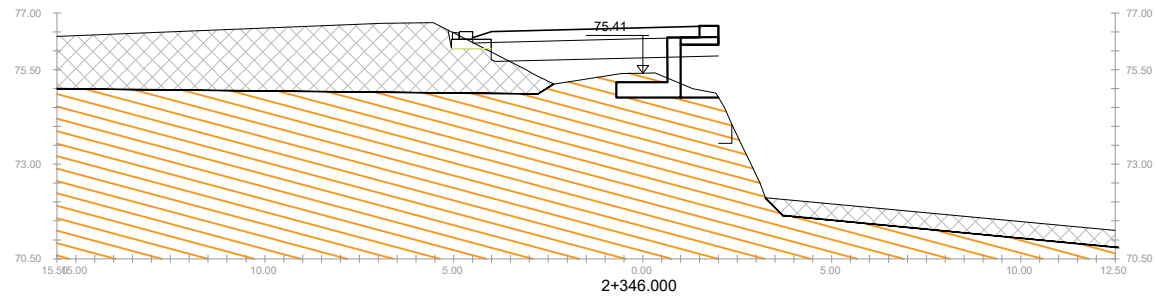
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020203h01MU03.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

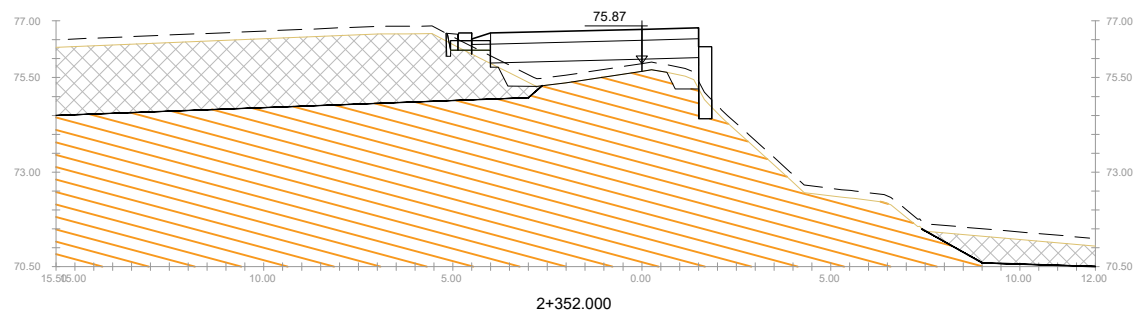
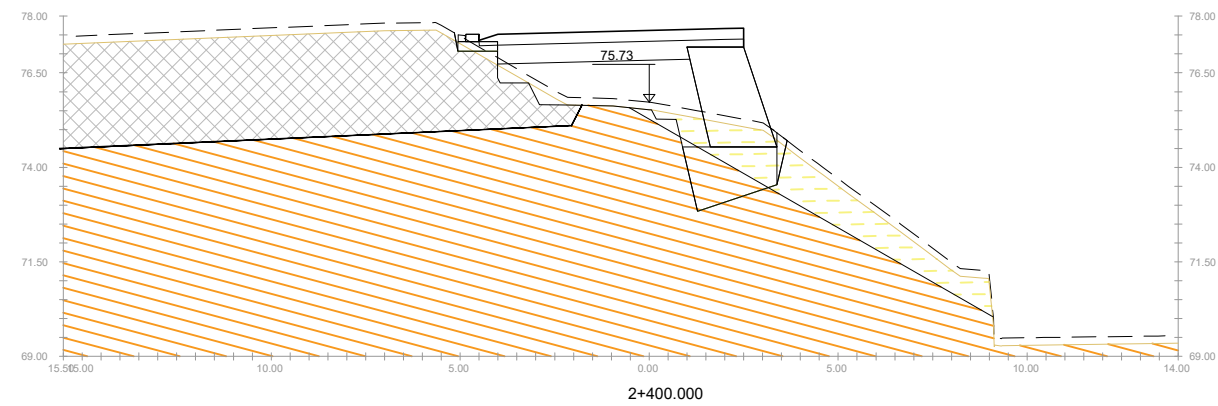
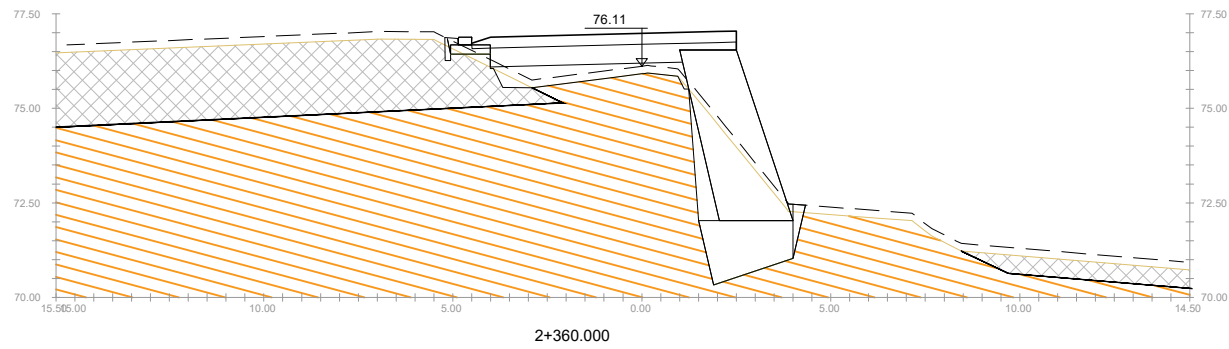
P:\Proyectos\ivos\1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020204h01MU04.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

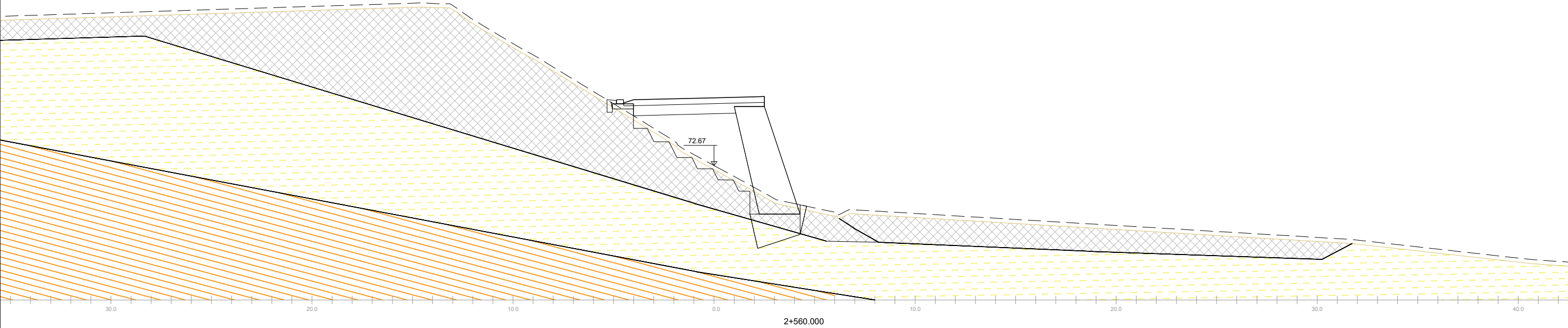
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap020205h01MU05.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

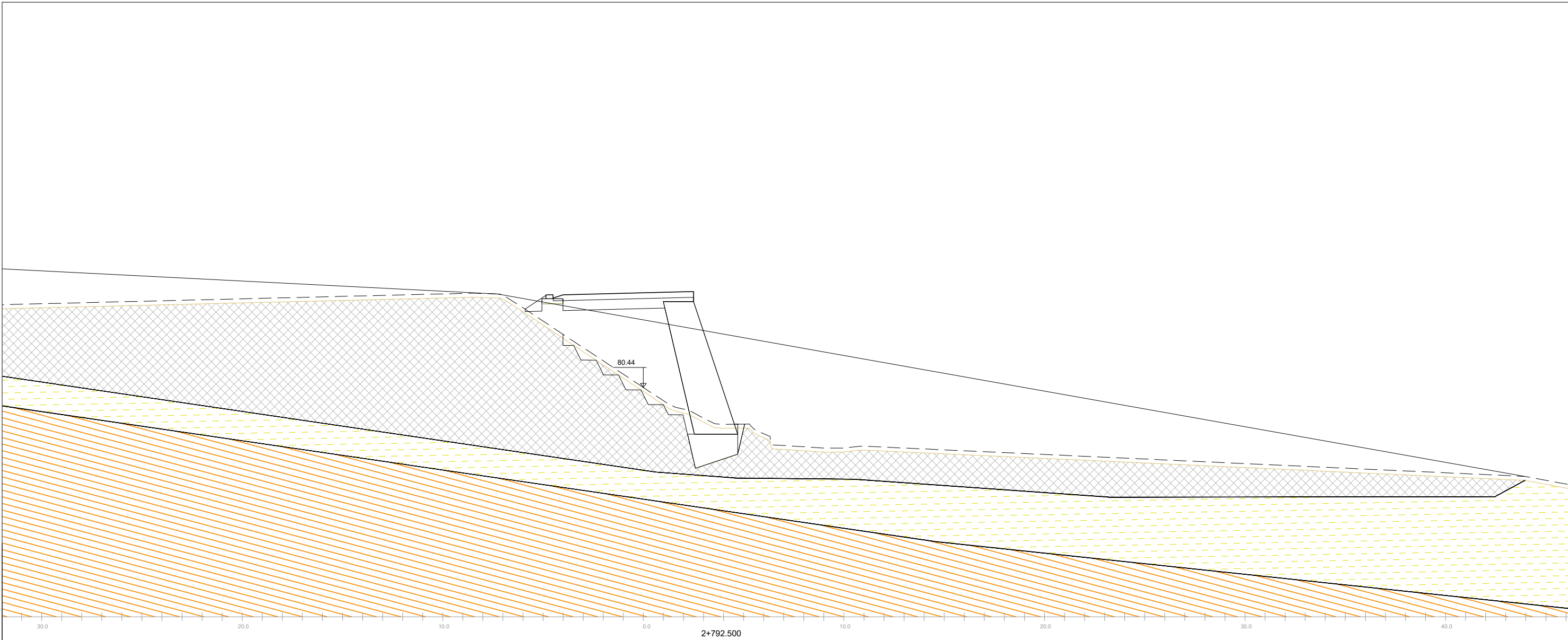
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020206h01MU06.dwg



Leyenda

- Contacto normal
-  Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas (GM:II-III)

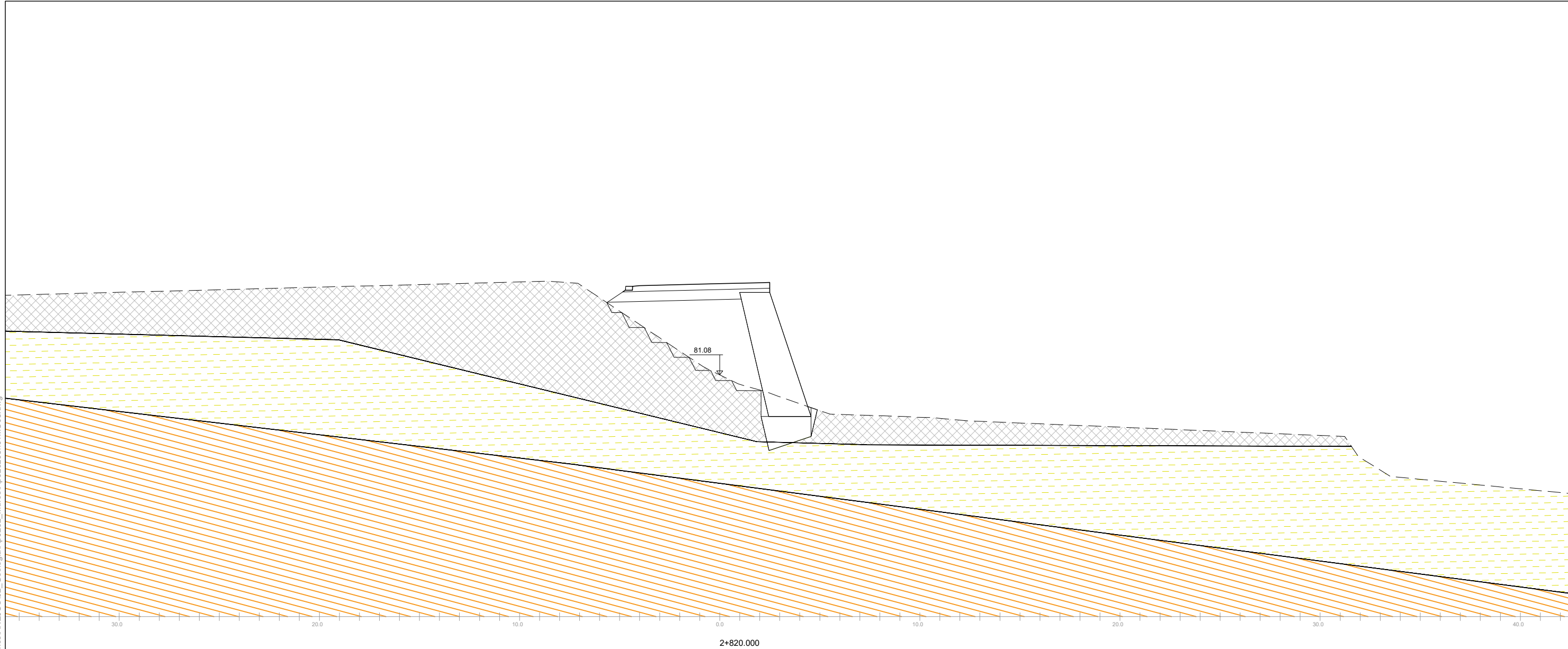
P:\Proyectos\ivos\1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\IOS\02_Geologia\Ap02022_Muros\Ap020207\H01MU07.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:I-III)

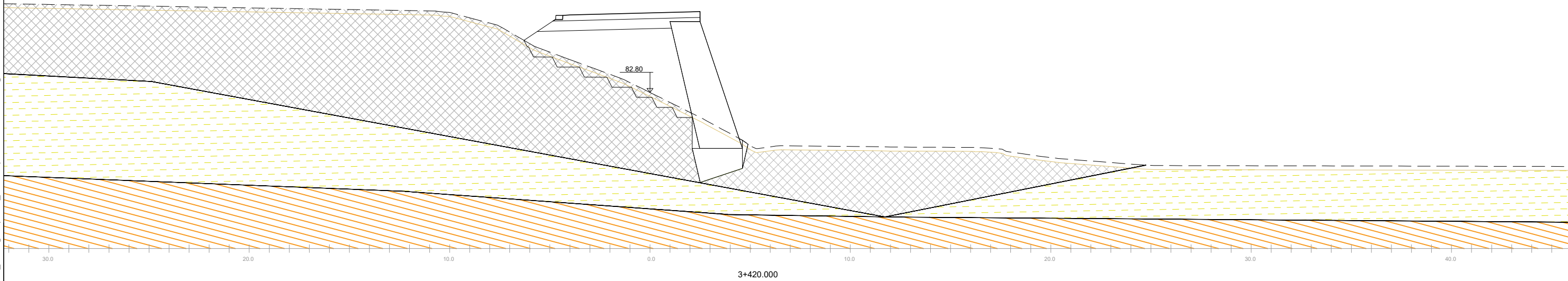
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020208h01MU08.dwg



Leyenda

- Contacto normal
-  Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas (GM:II-III)

P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap0202_Muros\Ap020209h01MU09.dwg

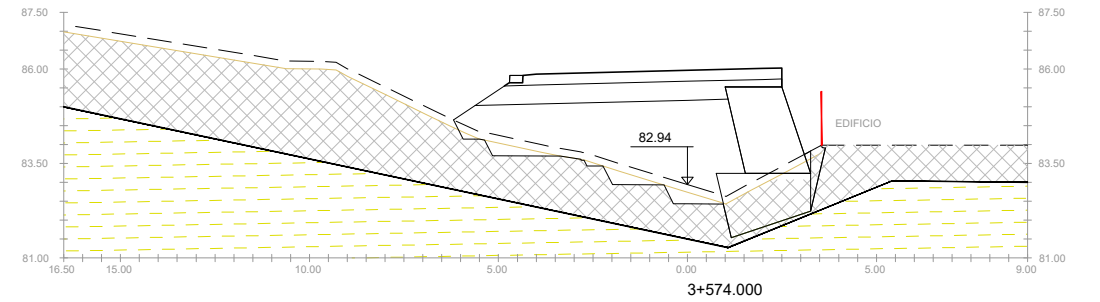
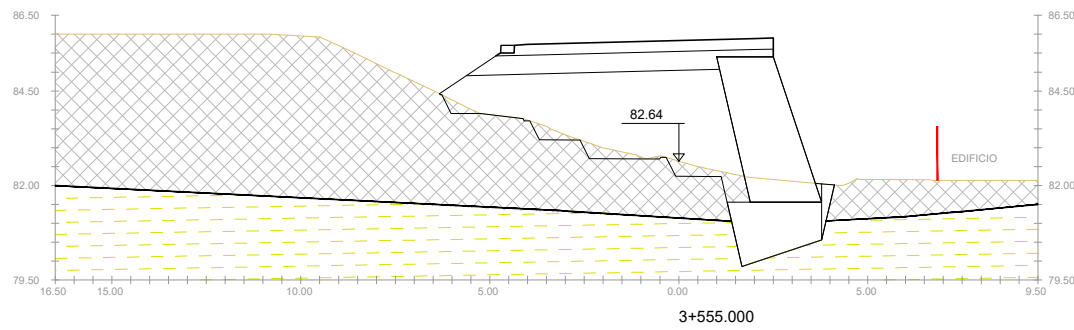
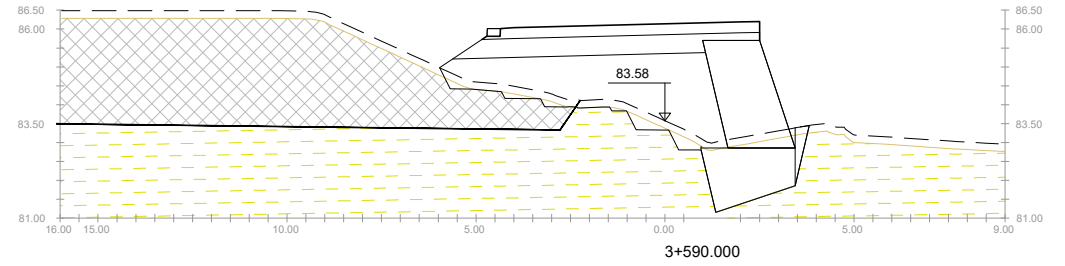
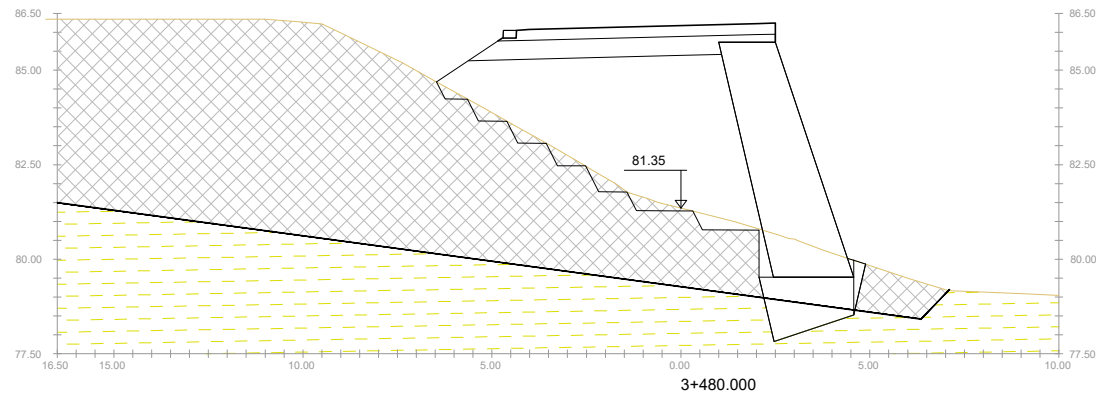


3+420.000

Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

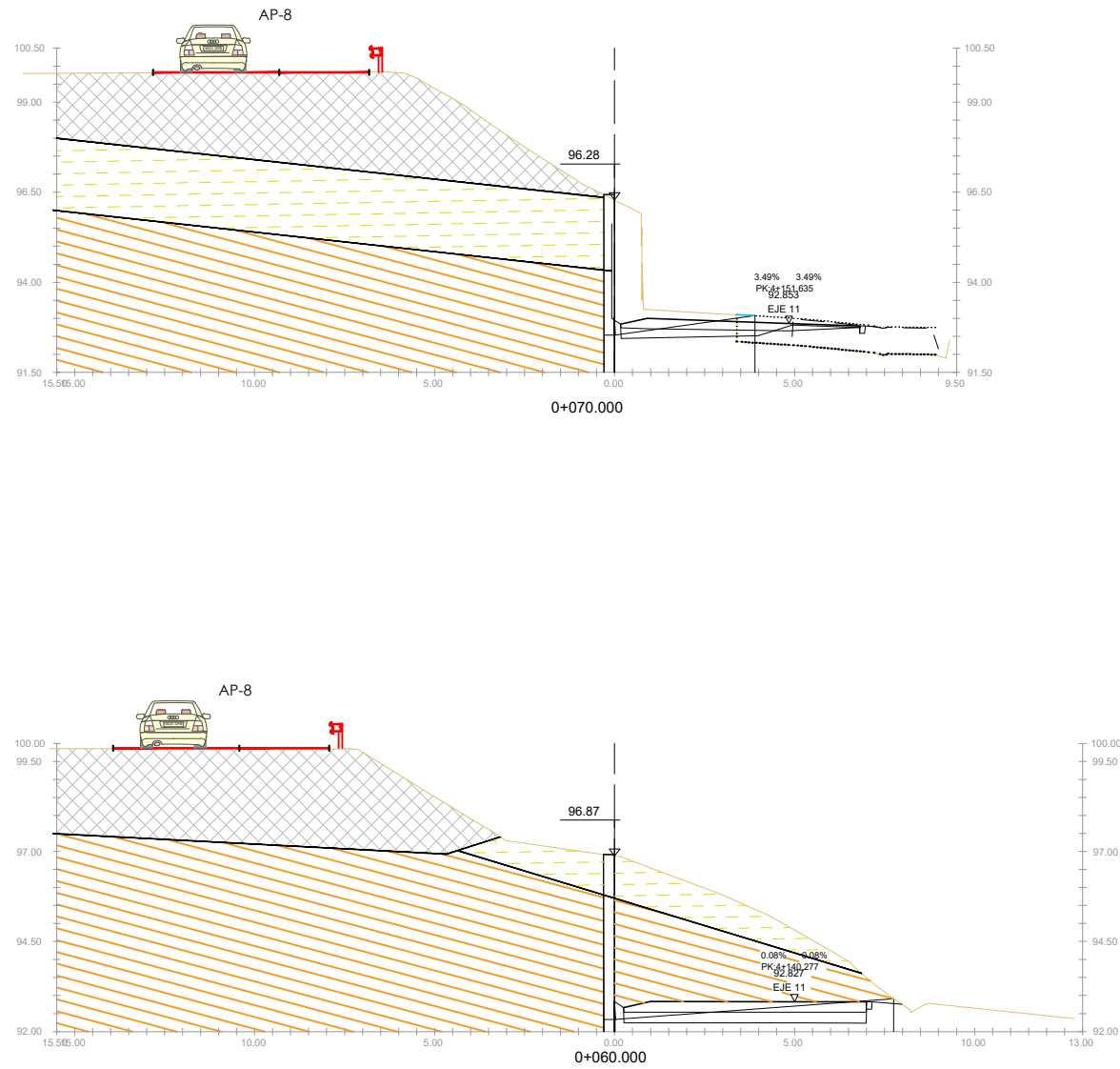
P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X00015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap020210h01MU10.dwg



Leyenda

- Contacto normal
-  Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas (GM:II-III)

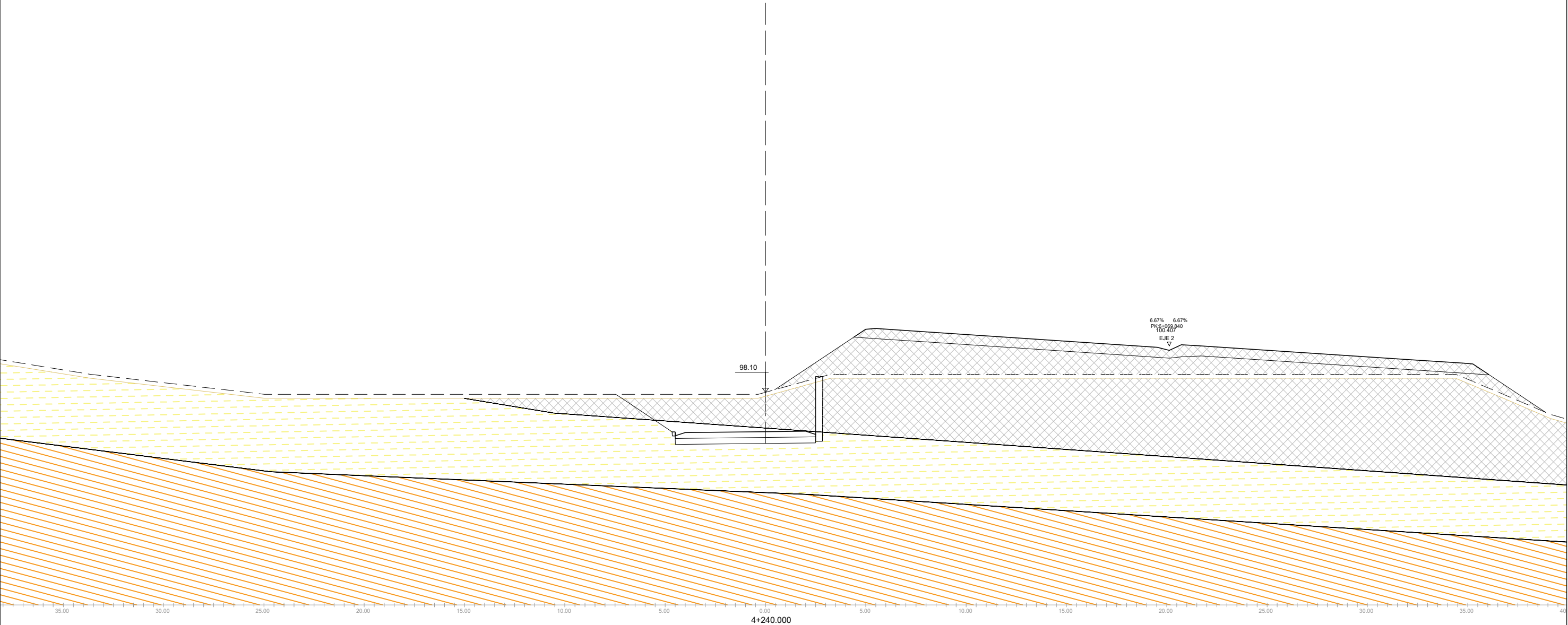
P:\Proyectos\ivas1\X0000155\X000015500000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap02021101MU11.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

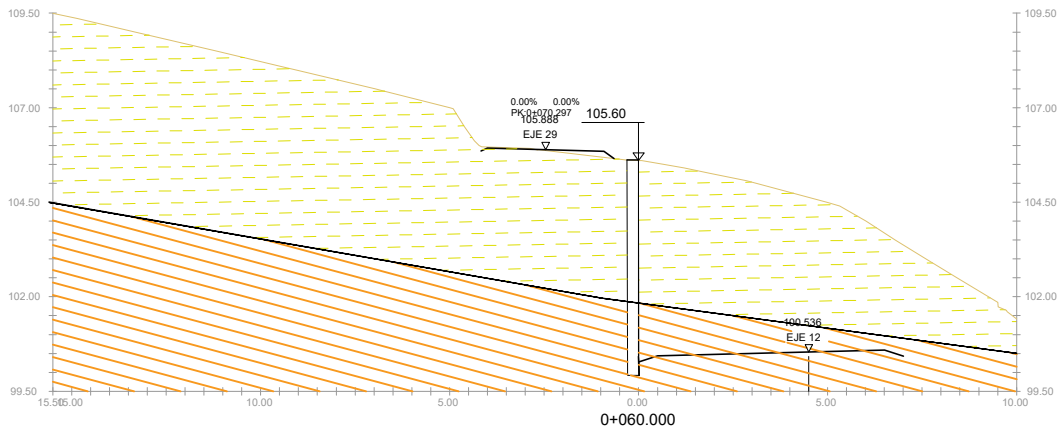
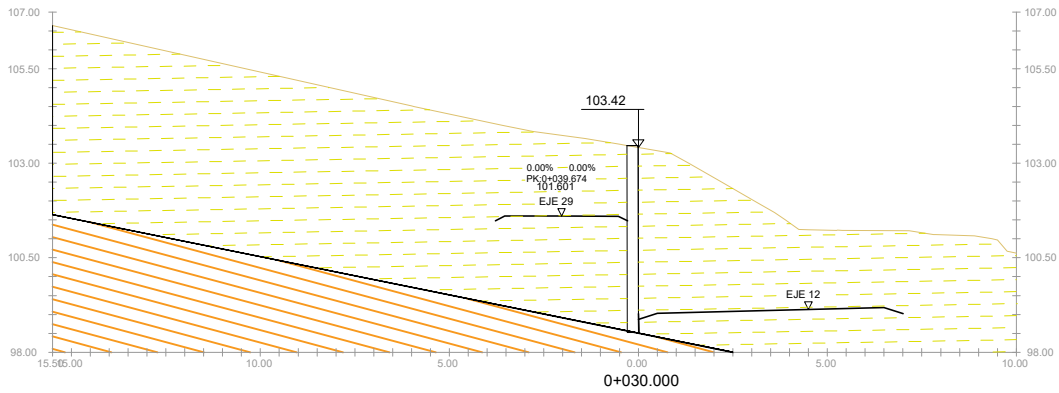
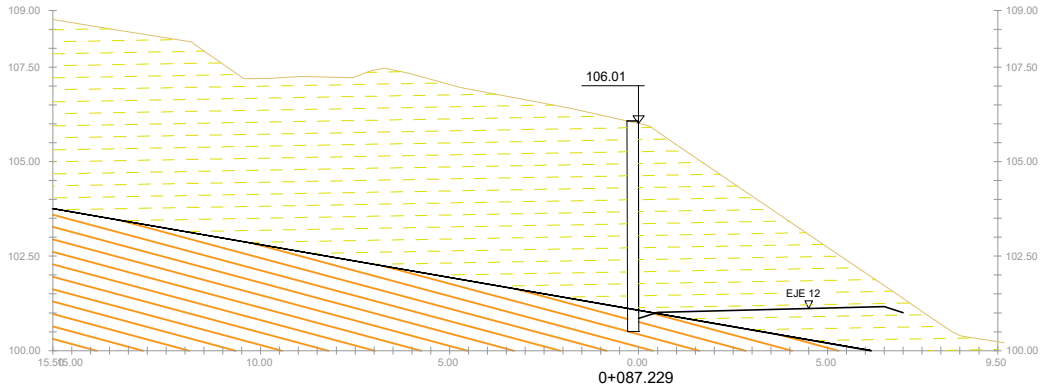
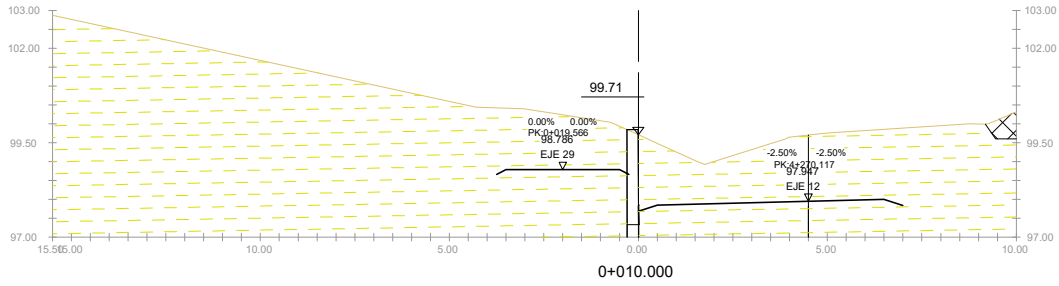
P:\Proyectos\ivos\1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\IOS\02_Geologia\Ap0202_MurosAp020212h01MU12.dwg



Leyenda

- Contacto normal
-  Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
-  Relleno antropico
-  Depositos Aluviales
-  Areniscas y limolitas (GM:II-III)

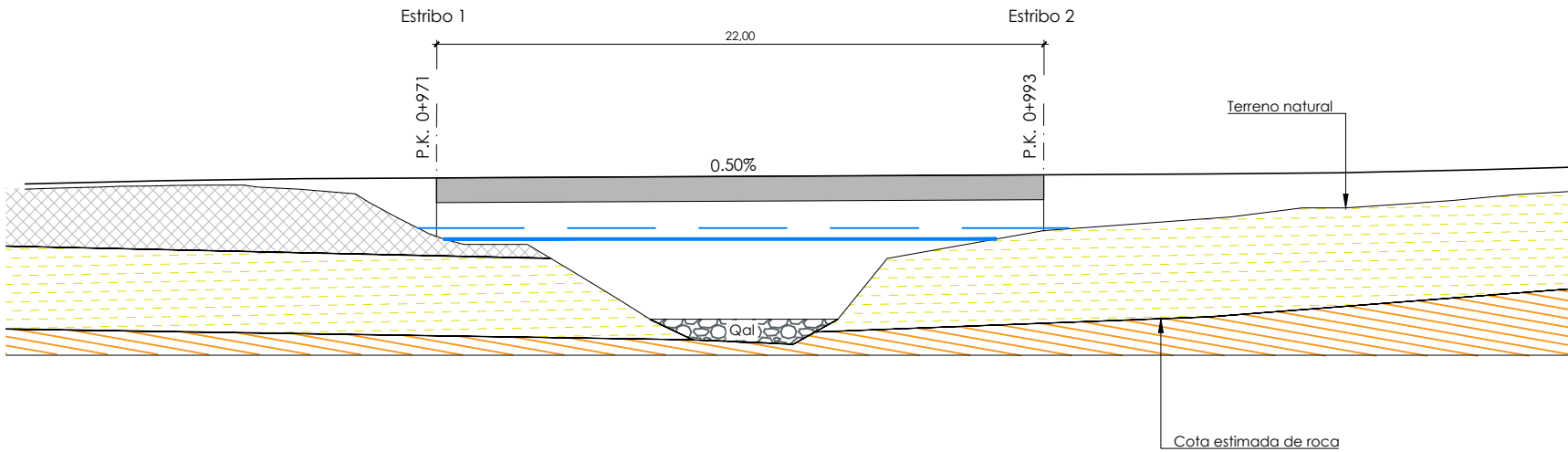
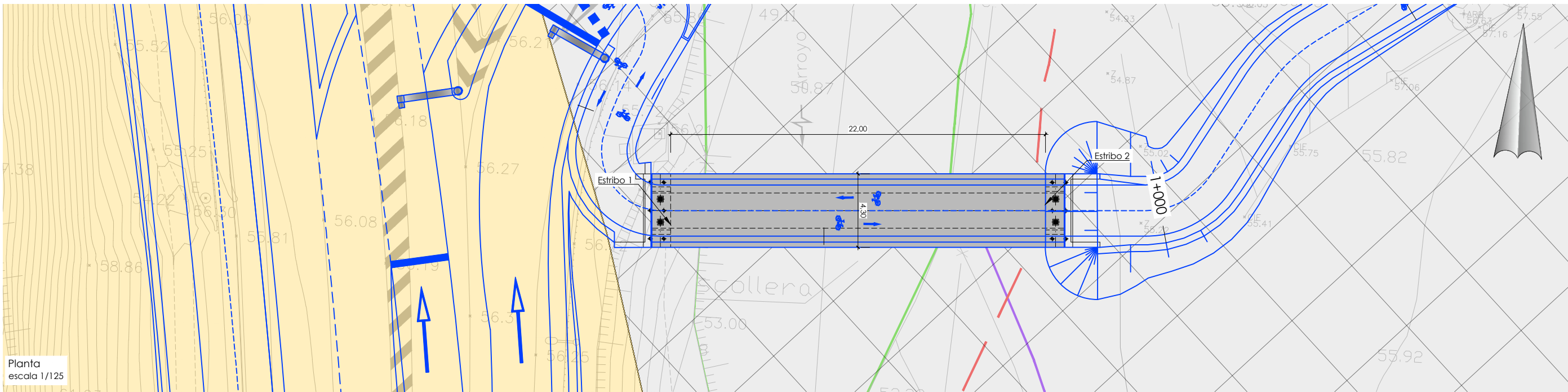
P:\Proyectos\ivos1\X00000155\X0000155000000002\02 Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap02022_Muros\Ap020213h01MU13.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y Limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

P:\Proyectos\ivas1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\ANE\OS\02_Geologia\Ap020301_Pasarela 0+900\Ap020301H01ESTR_0+900.dwg

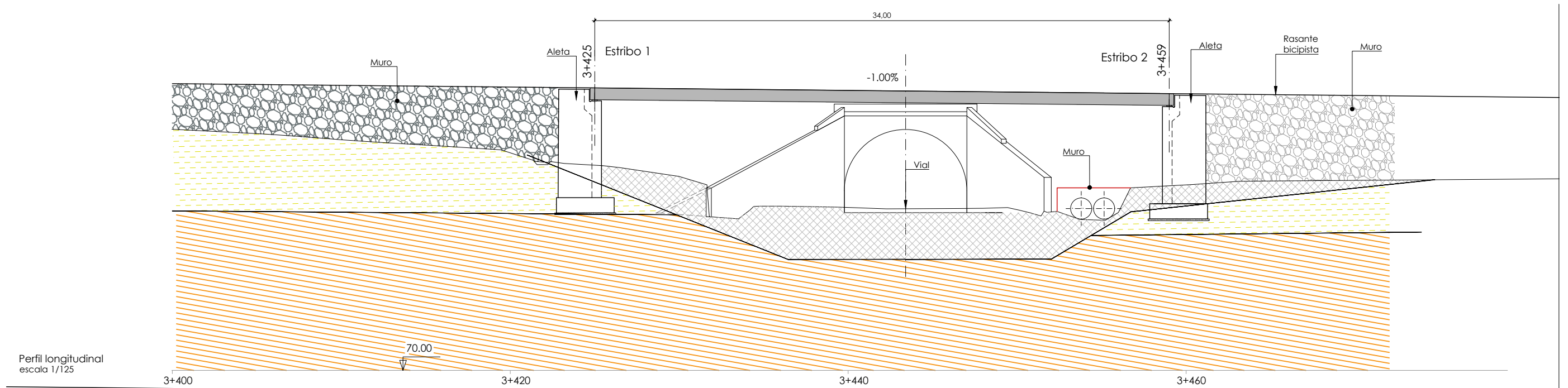
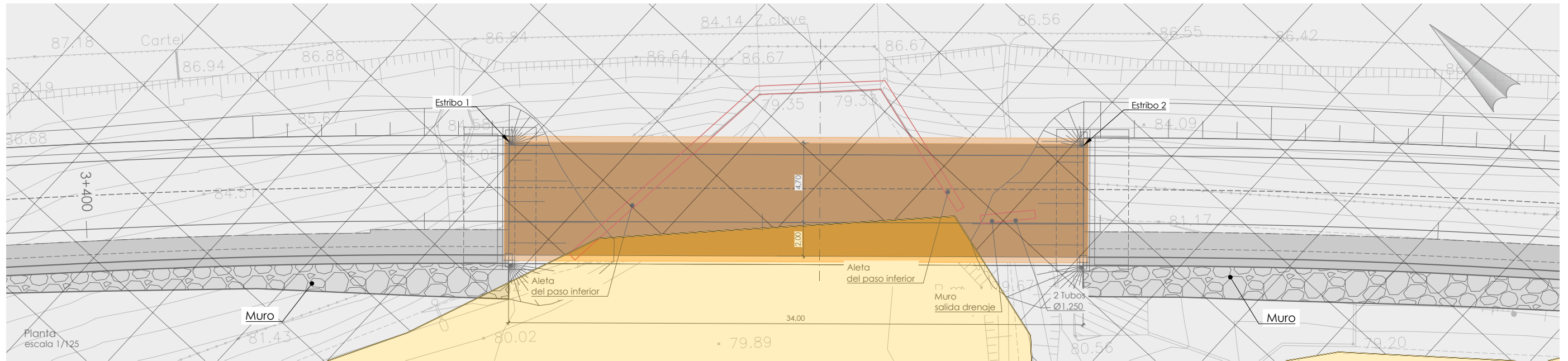


Perfil longitudinal
escala 1/125

Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

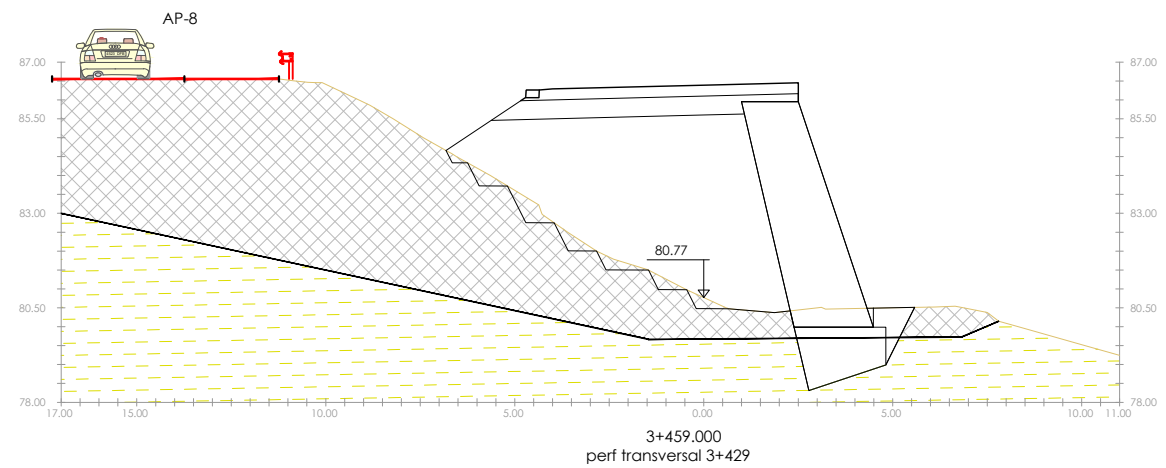
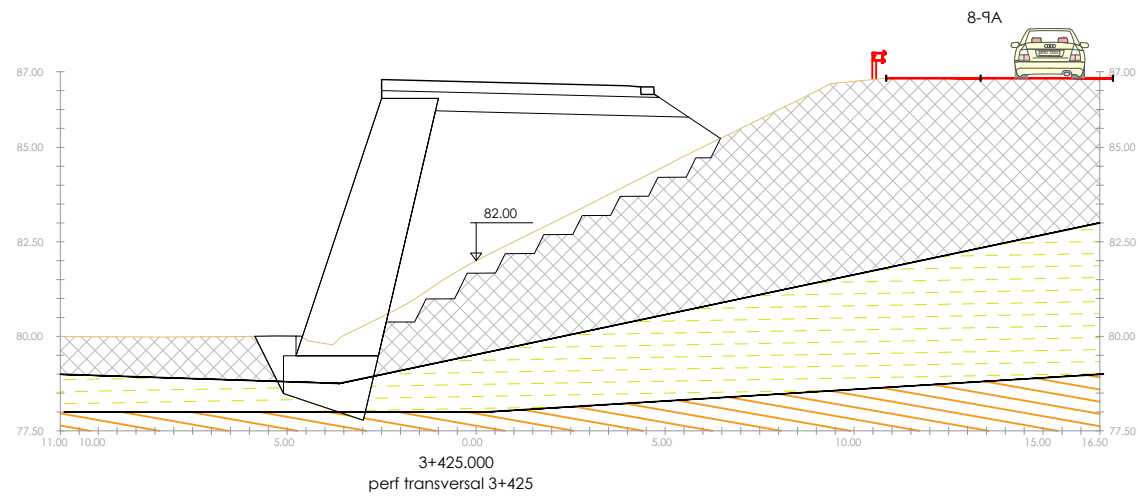
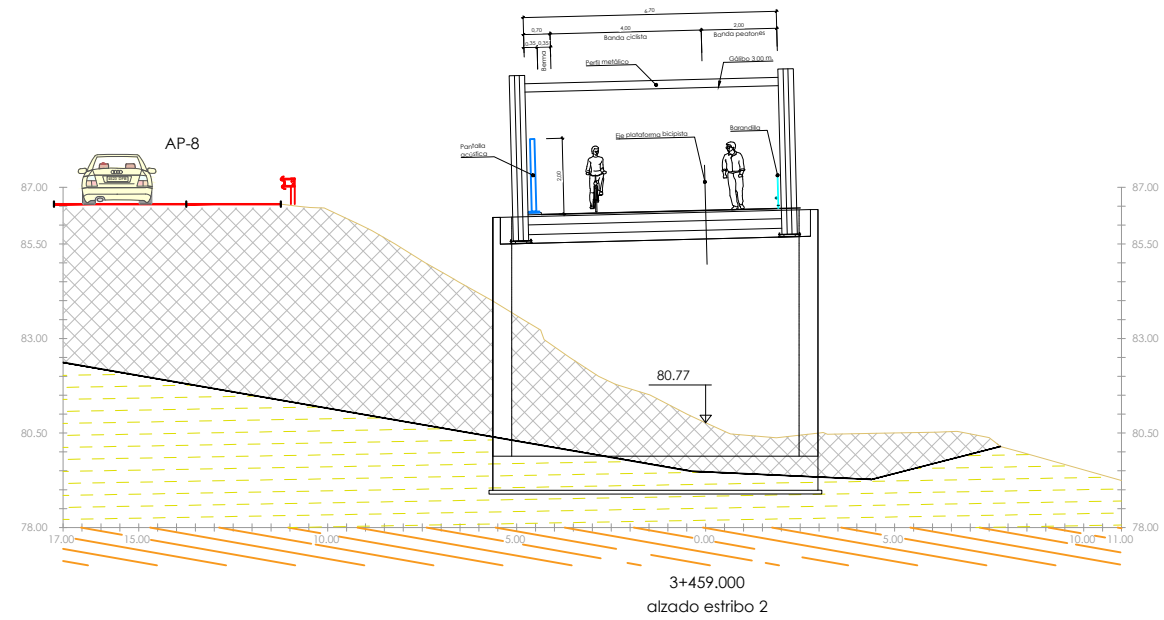
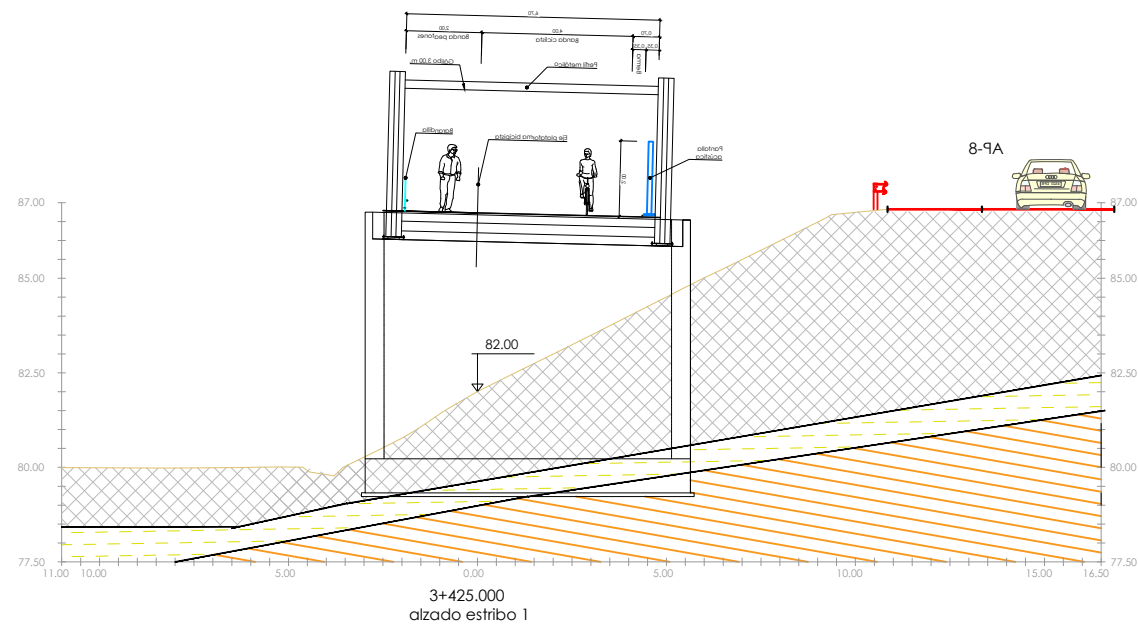
P:\Proyectos\ivos\1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\XREF\FORMATO\FORMATO_ERL-BOR.dwg



Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X0000155000000002\02_Vigentes\02_Proyecto_Construccion\Documento_Nº2_Planos\XREF\FORMATO_ERL-BOR.dwg



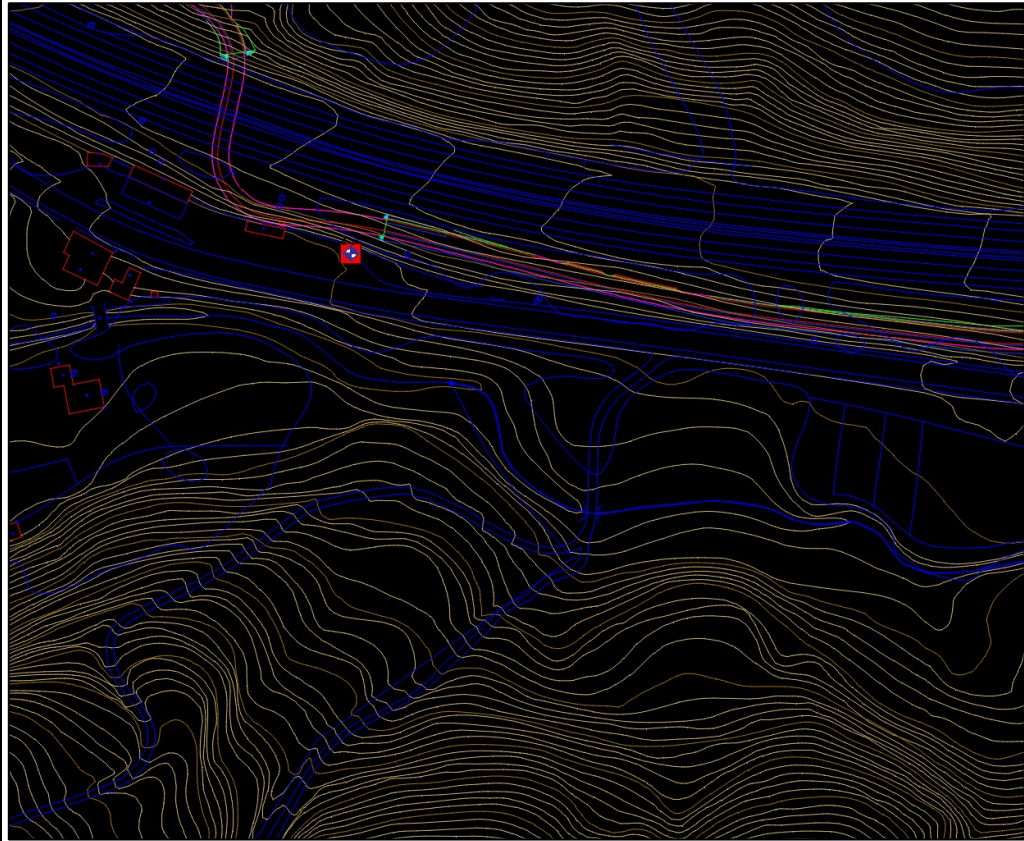
Leyenda

- Contacto normal
- Areniscas y limolitas (GM:IV-V)
- Relleno antropico
- Depositos Aluviales
- Areniscas y limolitas (GM:II-III)

APÉNDICE N° 2.3

Campaña geotécnica

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxial	SO: Sulfatos	
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	$\emptyset$: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO: Carbonatos	F-GTC-01 B



S-1 SITUACIÓN



Emplazamiento



Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.

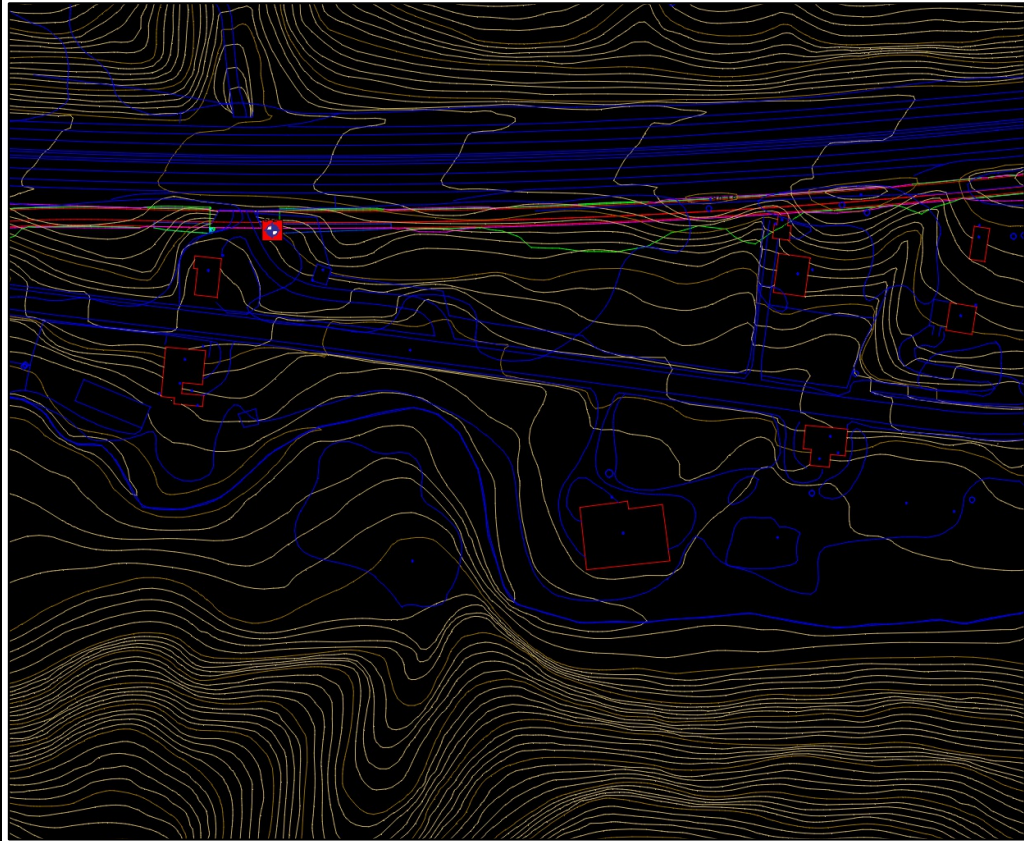


Caja 2 Profundidad: 2.4-5.4m.



Caja 3 Profundidad: 5.4-6m.

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxial	SO: Sulfatos	
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	$\emptyset$: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO: Carbonatos	F-GTC-01 B



S-2 SITUACIÓN



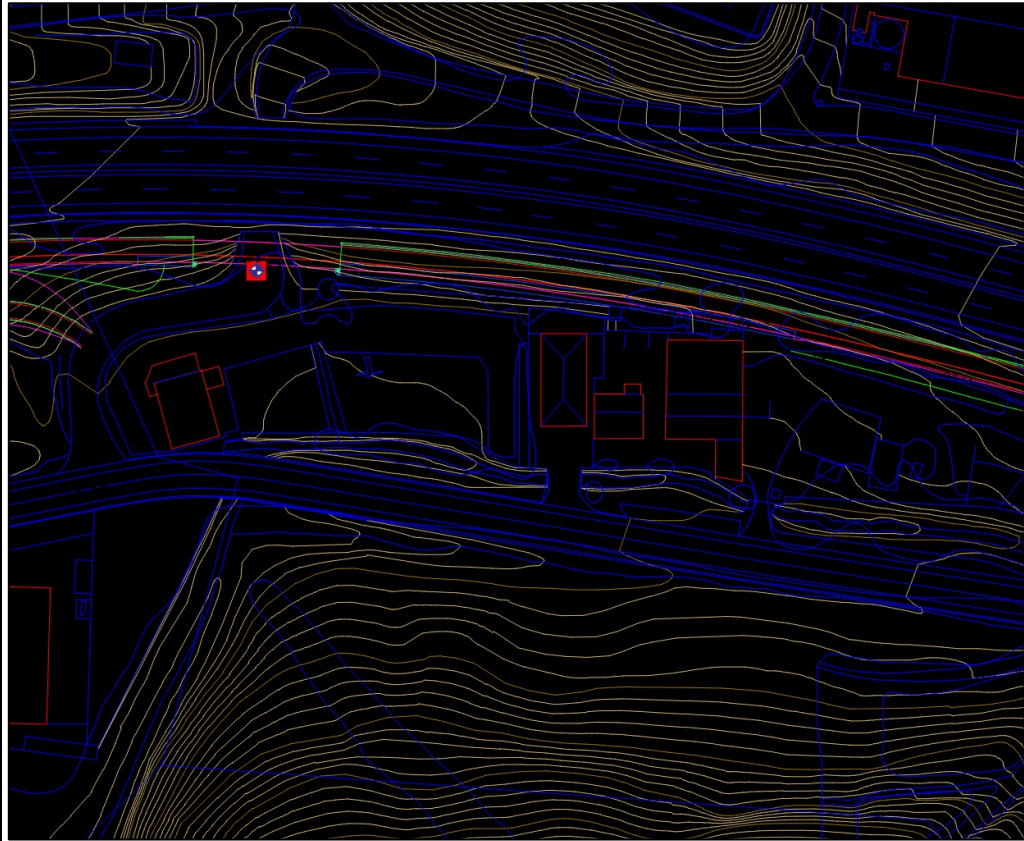
Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.



Caja 2 Profundidad: 2.4-4.8m.



Çaja 3 Profundidad: 4.8-6.4m.



S-3 SITUACIÓN



Emplazamiento



Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.



Caja 2 Profundidad: 2.4-5.4m.



Caja 3 Profundidad: 5.4-7m.

APÉNDICE N° 2.4

Ensayos de laboratorio



GTK Laboratorio Geotécnico, SL
Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil
Bº Iseca Vieja, 5. Liendo (39776) - Cantabria
Tfno: 942 64 39 81
info@gtklaboratorio.com



INFORME DE RESULTADOS

INFORME N°: E430621

REF. GTK: 8477-8480

PETICIONARIO: FULCRUM, S.A.
Aldapa Kalea, 13.
48940 – Leioa (BIZKAIA)

SOLICITUD / OBRA:
Ensayos de suelos y rocas / Proyecto Ereletxe - Amorebieta (Bizkaia).

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@gtklaboratorio.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 15 hojas, incluida ésta.

En Liendo, a 18 de junio de 2021

Pablo Salvarrey Isequilla
Geólogo Colegiado nº 3974

Director de Laboratorio

Ignacio San José Carrasco
Geólogo Colegiado nº 3972

Director Técnico

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Ereletxe-Amorebieta		GTK		
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS		8477	8478	8479	8480	
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S2	S3	S3	S3	
	TIPO DE MUESTRA	SPT1	SPT1	MI1	TP1	
	PROFUNDIDAD (m)	1,00-1,60	1,50-2,10	3,00-3,40	5,40-6,00	
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		SM	GC		
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 µ (%)	17,0	19,3		
		SUPERIOR A 5 mm (%)	27,9	46,3		
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L	N.P	23,0		
		LÍMITE PLÁSTICO W _p		13,7		
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p		9,3		
	HUMEDAD NATURAL ω (%)					
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		2,18			
	DENSIDAD SECA (g/cm ³)		2,01			
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm ³)					
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL pH					
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY			12		
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (mg SO ₄ /kg)			44		
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)		0,39			
	CONTENIDO EN YESO (%)					
	CONTENIDO EN SALES (%)					
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)					
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)					
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO LAMBE (Mpa)					
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)					
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)					
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO (kPa)					
	ÍNDICE DE COLAPSO EN EDÓMETRO (%)					
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)					
	ÍNDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)					
	MÓDULOS Edométrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)					
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)			94		
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)					
	COHESIÓN (kPa)					
	COMPRESIÓN UNIAxIAL EN ROCAS (MPa)				6,65	
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)					
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)					
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm ³)					
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)					
	ÍNDICE C.B.R. 100%					
	ÍNDICE C.B.R. 95%					

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS				Hoja 1 de 1
PETICIONARIO (CLIENTE):	GTK			
OBRA:	Ereletxe-Amorebieta			
REALIZADO POR:	MIGUEL ÁNGEL ORTIZ FERNÁNDEZ	INFORME Nº:	E430621	
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:	18/06/2021	

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
8477	1,00-1,60	S2	SPT1	-	8478	1,50-2,10	S3	SPT1	-
									
Arena limosa con grava de color marrón anaranjado					Grava arcillosa de color marrón y gris				

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
8479	3,00-3,40	S3	MI1	-	8480	5,40-6,00	S3	TP1	Negativa
					La fotografía de la muestra se puede ver en el ensayo de rotura a compresión.				
Grava arcillosa de color marrón					Lutita de color gris con bandas blancas				

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

	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE Método de inmersión en fluido (UNE-EN ISO 17892-2)		

Nº Referencia Muestra:		8477	Informe Nº:		E430621
Muestra (Origen / Profundidad):		S2	1,00-1,60 m		
Fecha de Toma:		-			
Fecha de Ensayo:		02/06/2021	Fecha de emisión del Informe:		18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):			Ereletxe-Amorebieta		GTK

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	2,79
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	107,48
Tara+suelo	$t+s$	104,69
Tara	t	71,72
Suelo	s	32,97
% Humedad	$w = a/s \times 100$	8,5

Masa muestra	m (g)	61,58
Masa muestra con relleno de huecos	m_1 (g)	61,58
Masa muestra+parafina	m_c (g)	62,67
Densidad parafina	γ_p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	γ_{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m_g (g)	33,10
Volumen muestra	$V = \frac{[(m_c - m_g)/\gamma_{fl}] - [(m_c - m_1)/\gamma_p]}{\gamma_{fl} - \gamma_p} \times 10^{-6}$ (m ³)	28,27
Densidad húmeda	$\gamma_{ap} = m / V$ (Mg/m ³)	2,18
Densidad seca	$\gamma_d = \gamma_{ap} / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m ³)	2,01

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio


Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 2
	DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)		

Nº Referencia Muestra:		8477		Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):		S2	1,00-1,60 m		
Fecha de Toma:	-				
Fecha de Ensayo:	08/06/2021	Fecha de emisión del Informe:			18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):		Ereletxe-Amorebieta			GTK

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	677,80
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _t)	85,34
E	Fracción fina previa al cuarteo	587,80
E	Relac. Masas por el cuarteado	5,73
G	Fracción fina ensayada (m _s)	102,60

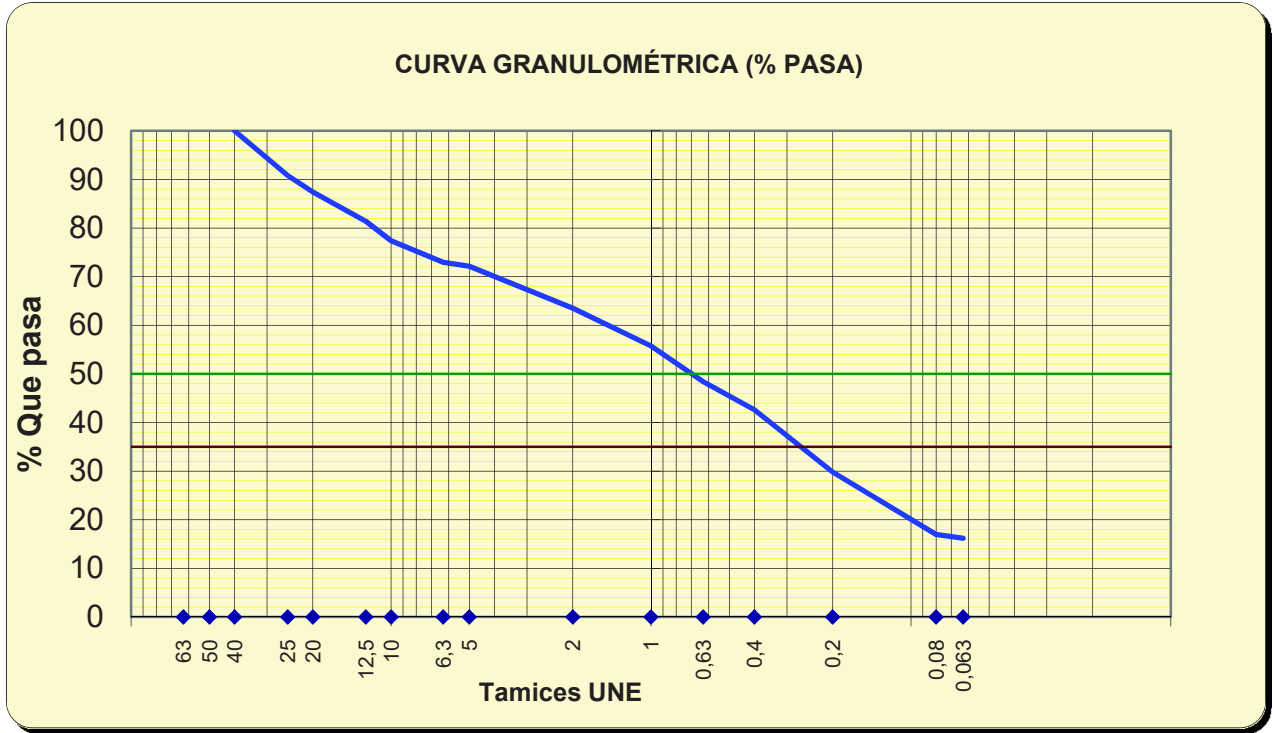
Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

Masa del agua	m_w (g)	0,38
Muestra húmeda	m_1 (g)	154,30
Muestra seca	m_2 (g)	153,92
Masa del recipiente	m_c (g)	61,30
Masa muestra seca	m_d (g)	92,62
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	0,4

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						677,8	100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			62,31	0,09	90,8	
20	3/4"	19,100			23,03	0,13	87,4	
12,5	1/2"	12,700	7,10	40,68		0,19	81,4	
10	3/8"	9,520	4,77	27,33		0,23	77,4	
6,3	1/4"	6,350	5,22	29,91		0,27	73,0	
5	Nº 4	4,750	0,97	5,56		0,28	72,1	
2	Nº 10	2,000	10,20	58,44		0,36	63,5	
1	Nº 18	1,000	9,19	52,65		0,44	55,8	
0,63	Nº 30	0,590	8,71	49,90		0,52	48,4	
0,40	Nº 40	0,420	6,85	39,24		0,57	42,6	
0,20	Nº 80	0,180	15,14	86,74		0,70	29,8	
0,08	Nº 200	0,074	15,18	86,97		0,83	17,0	
0,063	Nº 230	0,063	0,92	5,27		0,84	16,2	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,08					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		677,80					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,00					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,70	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 8477



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	90,8	87,4	81,4	77,4	73,0	72,1	63,5	55,8	48,4	42,6	29,8	17,0	16,2

%	SUCS	CTE
GRAVA	27,9	36,5
ARENA	55,2	47,3
FINOS	17,0	16,2

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	8477		Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	1,00-1,60 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	09/06/2021		Fecha de emisión del Informe:	18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	Ereletxe-Amorebieta		GTK	

COMPROBACIÓN DE LA NO PLASTICIDAD DE UN SUELO

EL SUELO NO ES PLÁSTICO.
NO SE PUEDE REALIZAR LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.

OBSERVACIONES: Tras intentar realizar la determinación del límite plástico, concluimos que el terreno no presenta plasticidad.

EN CASO DE QUE FUESE POSIBLE REALIZAR EL LÍMITE PLÁSTICO, SE DETALLARÁ A CONTINUACIÓN EL RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN:

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes				
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua				
t+s	Tara+suelo				
t	Tara				
s=(t+s)-t	Suelo				
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua				
w=100x a / s	Humedad (%)				
% material de tamaño inferior a 0,4 mm: (Obtenido por tamizado en húmedo)		W (Muestra original):		8,50	
K Material con tamaño < 0,4 mm (%)		W (Previa al ensayo):		0,41	
		m1 (g)	290,70	mr (g)	-
Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C		LÍMITE LÍQUIDO:			

Método de preparación:
Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	8477	Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):	S21,00-1,60 m		
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	16/06/2021	Fecha de emisión del Informe:	18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	Ereletxe-Amorebieta	GTK	

MUESTRA	M1	M2
M _i Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C _i Volumen de KMnO ₄ gastado en la valoración	1,3	1,3
f Factor de normalidad del KMnO ₄	1	1
$\%MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,54	0,54
% MO de la fracción < 5 mm	0,54	
% MO del total de la muestra	0,39	

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	8478	Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):	S31,50-2,10 m		
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	08/06/2021	Fecha de emisión del Informe:	18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	Ereletxe-Amorebieta	GTK	

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	840,90
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	75,68
E	Fracción fina previa al cuarteo	761,30
E	Relac. Masas por el cuarteado	7,13
G	Fracción fina ensayada (m _s)	106,70

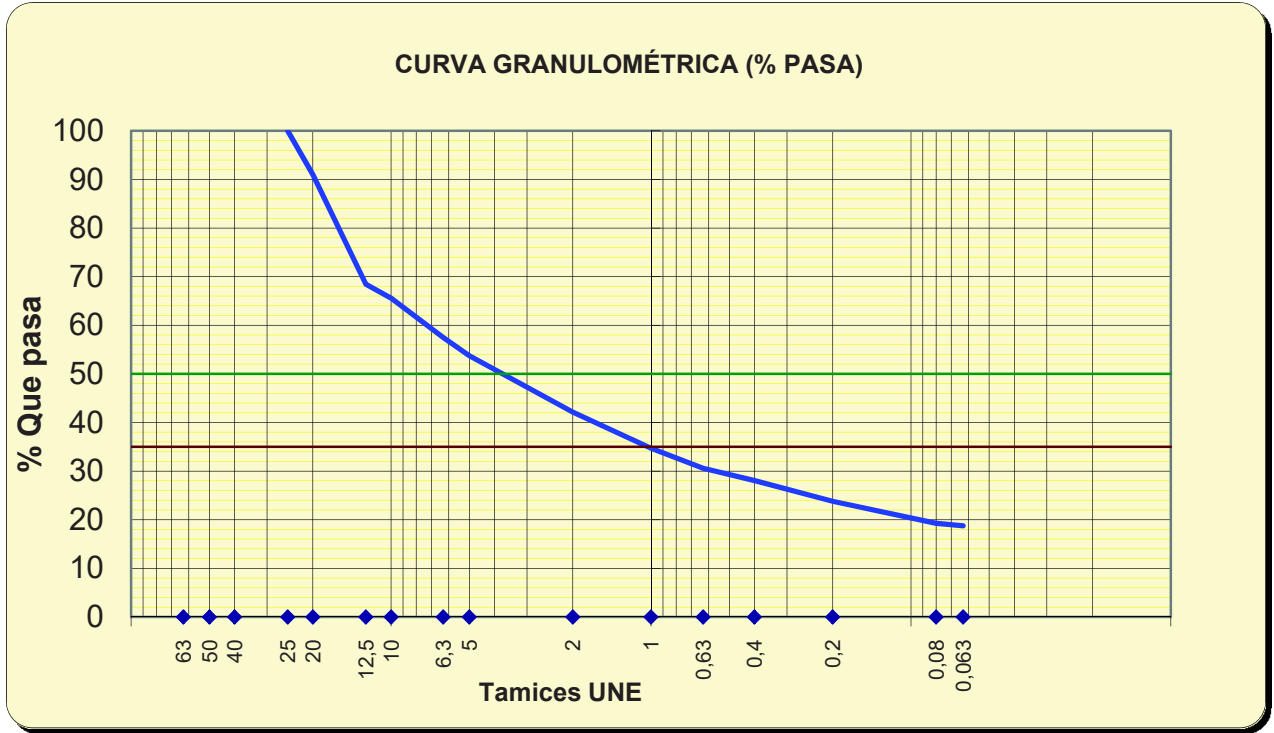
Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

Masa del agua	m _w (g)	0,72
Muestra húmeda	m ₁ (g)	150,30
Muestra seca	m ₂ (g)	149,58
Masa del recipiente	m _c (g)	60,50
Masa muestra seca	m _d (g)	89,08
% Humedad	m _w /m _d x100	0,8

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						840,9	100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,00	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			75,68	0,09	91,0	
12,5	1/2"	12,700	26,58	189,65		0,32	68,4	
10	3/8"	9,520	3,39	24,19		0,34	65,6	
6,3	1/4"	6,350	9,51	67,85		0,42	57,5	
5	Nº 4	4,750	4,45	31,75		0,46	53,7	
2	Nº 10	2,000	13,65	97,39		0,58	42,1	
1	Nº 18	1,000	8,79	62,72		0,65	34,7	
0,63	Nº 30	0,590	4,85	34,60		0,69	30,6	
0,40	Nº 40	0,420	2,95	21,05		0,72	28,1	
0,20	Nº 80	0,180	5,03	35,89		0,76	23,8	
0,08	Nº 200	0,074	5,36	38,24		0,81	19,3	
0,063	Nº 230	0,063	0,58	4,14		0,81	18,8	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,04					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		840,90					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,00					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,70	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 8478



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	91,0	68,4	65,6	57,5	53,7	42,1	34,7	30,6	28,1	23,8	19,3	18,8

%	SUCS	CTE
GRAVA	46,3	57,9
ARENA	34,5	23,4
FINOS	19,3	18,8

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

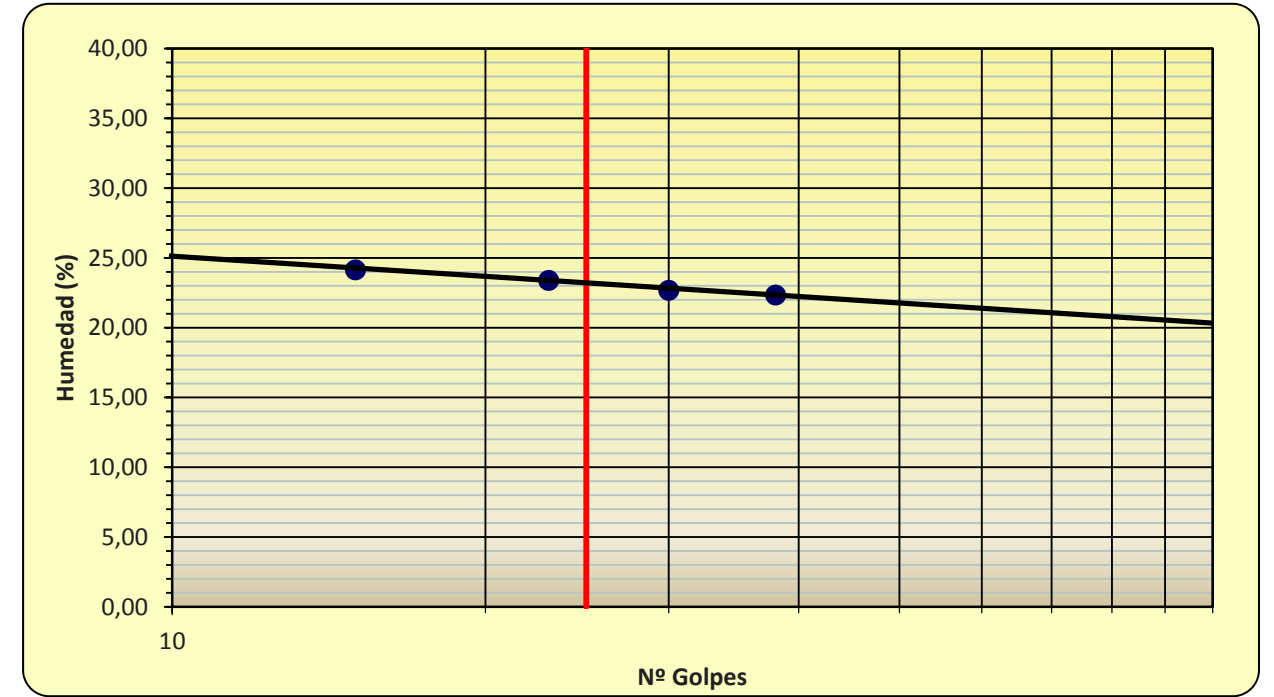
Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra: 8478
Informe Nº: E430621
Muestra (Origen / Profundidad): S3 1,50-2,10 m
Fecha de Toma: -
Fecha de Ensayo: 09/06/2021
Fecha de emisión del Informe: 18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente): Ereletxe-Amorebieta GTK

Método empleado:
Cono de caída: NO Tipo de Cono empleado: -
Cuchara de Casagrande: SI Método de un punto: -

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	15	23	30	38
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	28,29	27,62	27,99	28,17
t+s	Tara+suelo	27,58	26,89	27,28	27,58
t	Tara	24,64	23,77	24,15	24,94
s=(t+s)-t	Suelo	2,94	3,12	3,13	2,64
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,71	0,73	0,71	0,59
w=100x a / s	Humedad (%)	24,15	23,40	22,68	22,35
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		28,1		W (Muestra original): 15,71	
				W (Previa al ensayo): 0,81	
		m1 (g)	284,90	mr (g)	204,94
		LÍMITE LÍQUIDO:		23,0	

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:

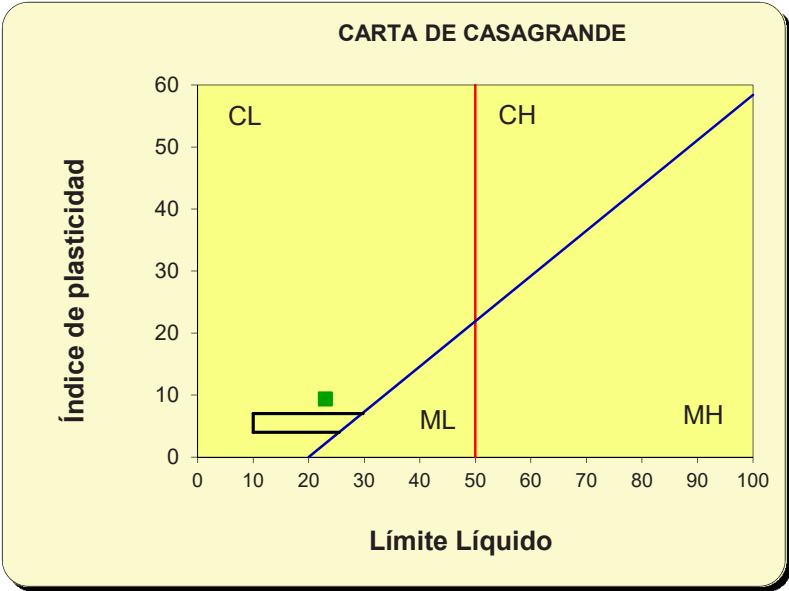
8478

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	25,94	26,76
t+s	Tara+suelo	25,66	26,43
t	Tara	23,54	24,09
s=(t+s)-t	Suelo	2,12	2,34
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,28	0,33
w=100x a / s	Humedad (%)	13,21	14,10

LÍMITE PLÁSTICO

13,7

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	46,3
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	19,3
LÍMITE LÍQUIDO, LL	23,0
LÍMITE PLÁSTICO, LP	13,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	9,3
CLASIFICACIÓN SUCS	GC
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Grava arcillosa	
ÍNDICE DE LIQUED, I _L	0,2
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	3,6
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-



Método de preparación:

Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:		8478		Informe Nº:	E430621	
Muestra (Origen / Profundidad):		S3	1,50-2,10 m			
Fecha de Toma:	-					
Fecha de Ensayo:	14/06/2021		Fecha de emisión del Informe:			18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):			Ereletxe-Amorebieta		GTK	

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)	0,3
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	12

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	59,0778
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	59,0832
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0054
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	44,4528
Contenido en ión SO ₄ ²⁻ (%) (UNE 83963)	0,004

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	12	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	44	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo 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

Nº Referencia Muestra:	8479	Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):	S3	3,00-3,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	10/06/2021	Fecha de emisión del Informe:	18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	Ereletxe-Amorebieta	GTK	

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
Diámetro	d (mm)	5,87	
Lado	m (mm)	-	
Lado	n (mm)	-	
Altura	h (mm)	10,00	
Humedad	w (%)	10,94	
Densidad aparente	γ_{ap} (Mg/m³)	2,23	
Densidad seca	γ_d (Mg/m³)	2,01	
Resistencia compresión simple	q_u (kPa)	94	
Velocidad de rotura de la probeta	v (mm/min)	2	
Deformación en rotura	ϵ (%)	4,1	



OBSERVACIONES:

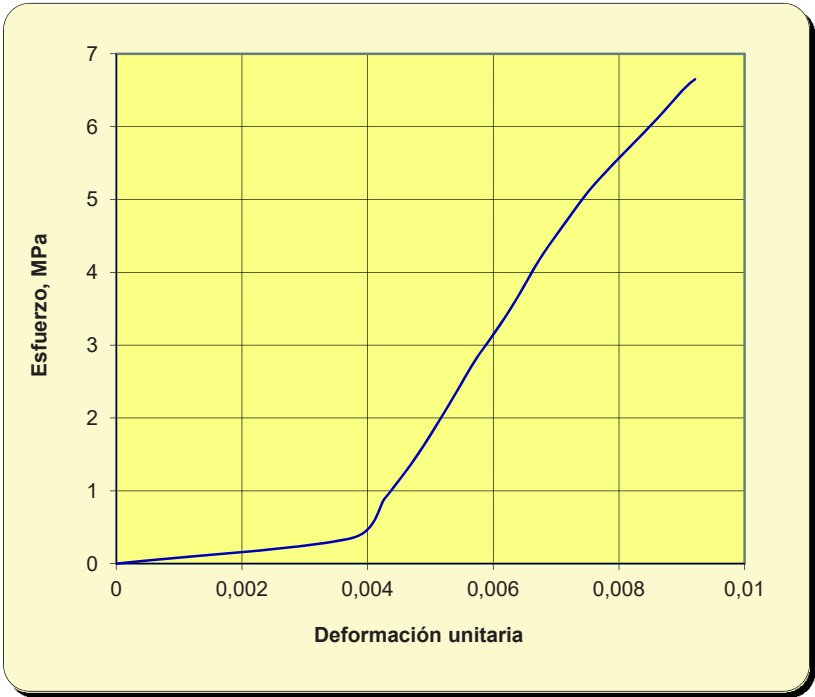
El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	8480	Informe Nº:	E430621
Muestra (Origen / Profundidad):	S3	5,40-6,00 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	08/06/2021	Fecha de emisión del Informe:	18/06/2021
Procedencia (Obra / Cliente):	Ereletxe-Amorebieta	GTK	

Diámetro de la probeta D (cm)	7,16	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	1977,84
Altura de la probeta L (cm)	17,59	PESO PROBETA SECA + tara	1954,56
Carga de rotura P (Kg)	2731	TARA	141,90
Humedad (%)	1,28	AGUA	23,28
Densidad aparente (g/cm³)	2,59	ROCA SECA	1812,66
Densidad seca (g/cm³)	2,56		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P / (LD^2/4)$, MPa		6,65	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

APÉNDICE N° 2.5

Campañas previas

SUPERVISOR	JULIÁN GUERRERO
EMPRESA	GEODECÁN, S.L.
TIPO Sonda	ROLATEC RL-400
SONDISTA	JULIO

SONDEO SE-1

ENSAYOS DE LABORATORIO				
HUMEDAD NATURAL %	DEFINICION BECA Tron ²	LÍMITES DE ATENUEMENTO		GRANULOMETRÍA
		L.L.	I.P.	
				% GRASA
				% ARENA
				% FINOS
				ENSAYO VANE 1p/cm ²
				OTROS ENSAYOS

METROS		RECUPERACIÓN %	MUESTRA Nº	GOLPES / 30 cm.	SÍMBOLO GRÁFICO
0	100				
1	100				
2	100	SPT-1 2.0		25	
3	100	2.6			
4	100				
5	100				
6	100	SPT-2 5.95		2	
7	100	5.55			
8	90				
9	90				
10					
11					
12					
13					
14					
15					

DESCRIPCIÓN	
RELLENO COMPACTADO:	
GC/GM:	GRAVA ARCILLO-LIMOSA MARRÓN PARDO (MED. DENSA) GRAVA SUBREDONDEADA POLIGÉNICA

DE 4,25 A 4,60 NIVEL DE HORMIGÓN

SUELO ALUVIAL:
ML/CL: LIMO ARCILLOSO PARDO CON BASTANTE GRAVA (BLANDO)
GRAVA REDONDEADA DE LIMOLITA Y ARENISCAS
PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA

SM.- ARENA LIMOSA OCRES Y MARRÓN CON INDICIOS DE GRAVA (MUY FLOJA)

GM.- GRAVA LIMOSA (FLOJA)
GRAVA SUBREDONDEADA POLIGÉNICA
(PASA AL REGISTRO DE ROCA)

☐ MUESTRA INALTERADA ☐ S.P.T. ☒ MUESTRA PARAFINADA**SONDEO SE-1**

ENSAYOS DE LABORATORIO	
COMPRESIÓN SIMPLE kg / cm ²	
OTROS ENSAYOS	

[illegible]

MUESTRA N°		RECUPERACIÓN %	COPIES / 30 mm	SÍMBOLO GRÁFICO
0		20 40 60		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10			TP-1 8,70	
11			9,60	
12			TP-2 11,15	
13			11,35	
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

(VIENE DE REGISTRO DE SUELO)

II SUBSTRATO ROCOSO. Fm. DURANGO:
II LIMOLITA NEGRA CON INTERCALACIONES mm-cm DE ARENICAS

PRESENTA JUNTAS RELLENAS DE ARCILLA

FIN DEL SONDEO A 13,50 M

C	DATOS ESTRUCTURALES						
	BIZAMIENTO DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL				BIZAMIENTO (%) DE OTRAS		
	10'	40'	80'	75'	AZIMUT		
	A	B	C		A	B	C
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION							
TIEMPO EN DIAS	+1	+2	+3	+4	+5	+14	+21
PROFUNDIDAD m.					4.80		

C.G.A., S.L.



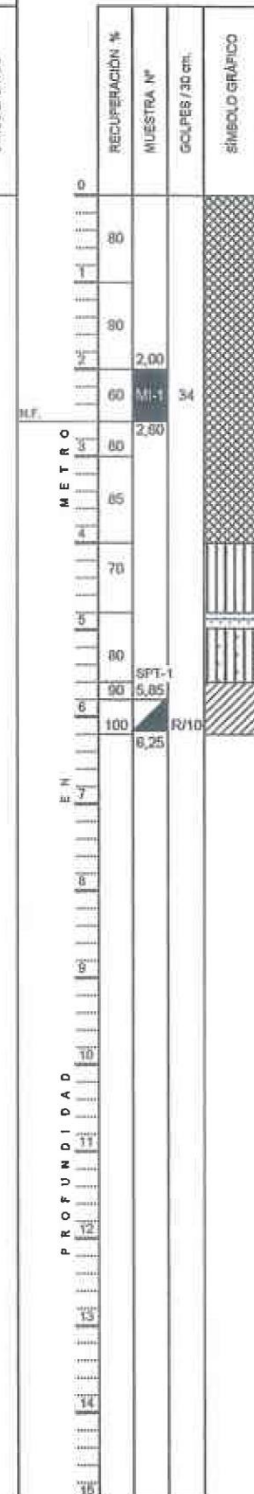
TRAMO: ERLETXE - BOROA
VIADUCTO DE LA BIFURCACIÓN DE LA A-8 CON EL
TXORIERRI
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-1

FECHA: ABRIL 2004
SITUACIÓN (P.K.): PILA 2
DISTANCIA A EJE:

COORDENADAS X:
Y:
Z: 56 m

SUPERVISOR: JULIÁN GUERRERO
EMPRESA: GEODECAN, S.L.
TIPO Sonda: ROLATEC RL-400
SONDISTA: JULIO

ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA T_{90}°	LÍMITES DE ATTERBERG		ENSAYO VANE T_{90}°	OTROS ENSAYOS	
		LL	LP			
% GRASA	% ARENA	% FINES				



SONDEO SP-2

DESCRIPCIÓN

RELLENÓ COMPACTADO:
GC-GM.- GRAVAS LIMO-ARENOSA MARRÓN (MED. DENSA)

0,70-0,90 m.- BOLO ARENISCA GRISÁCEA
ADQUIERE UN ASPECTO MAS ARCILLOSO

PRESENTA TONOS GRISES OSCUROS Y APARECEN
CANTOS DE LIMOLITA GRIS Y ARENISCA

SUELO ALUVIAL:
ML.- LIMO ARENOSO MARRÓN (MODERADAMENTE FIRME)

4,90-5,05.- BOLO ARENISCA
GM-GC.- GRAVAS ARCILLO-LIMOSAS DE CANTOS DE ARENISCA Y
Y LIMOLITA (MED. DENSAS)

SUELO ELUVIAL:
CL.- ARCILLA GRIS CON ALGO DE GRAVA ANGULOSA LIMOLITICA
(MUY FIRME)

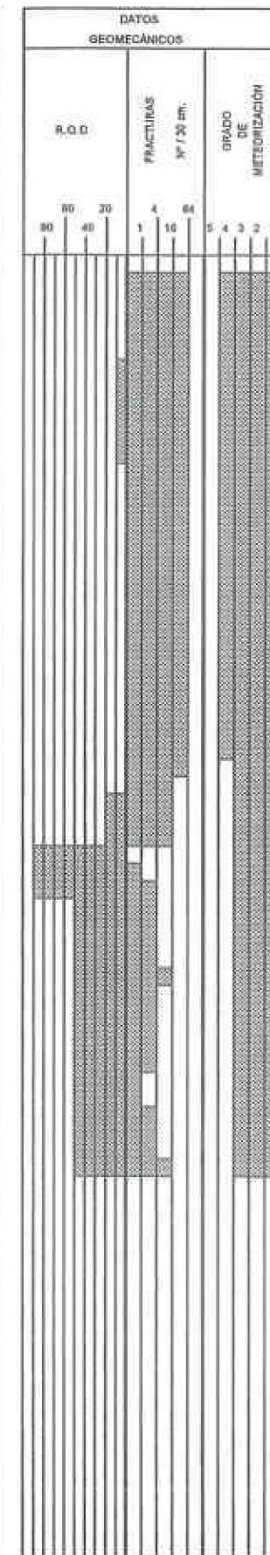
(PASA AL REGISTRO DE ROCA)

MUESTRA INALTERADA S.P.T. MUESTRA PARAFINADA

ENSAYOS DE
LABORATORIO

COMPRESIÓN SIMPLE
 kg/cm^2

OTROS ENSAYOS



SONDEO SP-2

DESCRIPCIÓN

(VIENE DE REGISTRO DE SUELO)
SUBSTRATO **ROCOSO**. Fm. DURANGO:
ALTERNANCIA cm-mm DE LIMOLITAS NEGRAS Y ARENISCAS
GRISES MICACEAS

(SE PRODUCEN PÉRDIDAS EN EL SONDEO DEL
MATERIAL LUTÍTICO)
PRESENCIA DE NIVELES LUTÍTICOS ALTERADOS
A ARCILLA GRIS

APARECEN NIVELES CM. DE ARENISCA GRIS
DE MAYOR ESPESOR

FINAL DEL SONDEO A 16,70 M

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUÉS DE TERMINADA LA PERFORACIÓN							
TIEMPO EN DÍAS	+1	+2	+3	+4	+5	+14	+21
PROFUNDIDAD m.					2,60		

DATOS ESTRUCTURALES					
SIZAMIENTO DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL	SIZAMIENTO () DE OTRAS DISCONTINUIDADES	AZIMUT			
		A	B	C	D E
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					



TRAMO: ERLETXE - BOROA
VIADUCTO DE LA BIFURCACIÓN DE LA A-8 CON EL
TXORIERRI
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SP-2



TRAMO: ERLETXE - BOROA
VIADUCTO DE LA BIFURCACIÓN DE LA A-8 CON EL
TXORIERRI
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SP-4

FECHA: ABRIL 2004
SITUACIÓN (P.K.): ESTRIBO 2
DISTANCIA A EJE:

COORDENADAS

X:
Y:
Z: 50 m

SUPERVISOR: JULIÁN GUERRERO
EMPRESA: GEODECAN, S.L.
TIPO SONDA: ROLATEC RL-400
SONDISTA: TEO

ENSAYOS DE LABORATORIO								
	HUMEDAD NATURAL %		DENSIDAD SECA T_{m-25}^0	GRANULOMETRÍA				
	LÍMITES DE ATTERBERG		L	P				
					% GRASA		% ARENA	% FINOS
							ENSAYO VANE q_{lim}^0	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
							OTROS ENSAYOS	
					OTROS ENSAYOS			
					OTROS ENSAYOS			



TRAMO: ERLETXE - BOROA
VIADUCTO DE LA BIFURCACIÓN DE LA A-8 CON EL
TXORIERRI
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-2

APÉNDICE N° 2.6

Cálculos de estabilidad

Muros

Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 2
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: Muro 2
- Company: FULCRUM
- Date Created: 19/06/2023, 10:05:18

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
 - Janbu simplified
 - Janbu corrected
 - Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Escollera	Relleno nuevo	Muro AP-8
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Anisotropic function

Unit Weight [kN/m3]	19	20	22	20	22
Cohesion [kPa]	10	40	100	5	
Friction Angle [deg]	25	30	35	28	
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Anisotropic Functions

- Name: User Defined 1

Angle From	Angle To	c	phi
-90	15	50	45
15	30	0	30
30	90	50	45

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.853010
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Moment=10799.6 kN-m
- Driving Moment=5828.16 kN-m
- Total Slice Area=17.5534 m2

Method: janbu simplified

- FS: 1.804260
- Center: 17.792, 16.765
- Radius: 14.349
- Left Slip Surface Endpoint: 5.137, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.125
- Left Slope Intercept: 5.137 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Horizontal Force=302.919 kN
- Driving Horizontal Force=167.891 kN
- Total Slice Area=15.4237 m2

Method: janbu corrected

- FS: 1.848320
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Horizontal Force=359.834 kN
- Driving Horizontal Force=194.681 kN
- Total Slice Area=17.5534 m2

Method: spencer

- FS: 1.858770
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Moment=10833.2 kN-m
- Driving Moment=5828.16 kN-m
- Resisting Horizontal Force=355.65 kN
- Driving Horizontal Force=191.337 kN
- Total Slice Area=17.5534 m2

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1389
- Number of Invalid Surfaces: 3561

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 209 surfaces
- Error Code -112 reported for 7 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: janbu simplified

- Number of Valid Surfaces: 1304
- Number of Invalid Surfaces: 3646

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 295 surfaces
- Error Code -112 reported for 6 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: janbu corrected

- Number of Valid Surfaces: 1304
- Number of Invalid Surfaces: 3646

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 295 surfaces
- Error Code -112 reported for 6 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: spencer

- Number of Valid Surfaces: 1269
- Number of Invalid Surfaces: 3681

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 316 surfaces
- Error Code -111 reported for 13 surfaces
- Error Code -112 reported for 7 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- -103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.

- -106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- -107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- -108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- -111 = safety factor equation did not converge
- -112 = The coefficient M-Alpha = cos(alpha)(1+tan(alpha)tan(phi)/F) < 0.2 for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.
- -114 = Surface with Reverse Curvature.
- -1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.85301

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	8.54157	15.8276	12.4974	0	12.4974
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	9.93498	18.4096	18.0345	0	18.0345
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	11.2967	20.9329	23.4456	0	23.4456
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	12.6276	23.399	28.7343	0	28.7343
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	13.9285	25.8096	33.9039	0	33.9039
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	15.2003	28.1663	38.9577	0	38.9577
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.6798	56.8499	29.1848	0	29.1848
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	32.1892	59.647	34.0295	0	34.0295
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.0962	57.6215	30.5215	0	30.5215
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.296	56.1388	27.9533	0	27.9533
11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.6875	58.7173	32.4192	0	32.4192
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	33.053	61.2476	36.802	0	36.802
13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.3932	63.7309	41.1031	0	41.1031
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.7556	66.2554	45.4755	0	45.4755
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.6684	69.8	51.6149	0	51.6149
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	39.7016	73.5674	58.1406	0	58.1406
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	41.481	76.8647	63.8514	0	63.8514
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	42.5312	78.8107	67.2221	0	67.2221
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.8501	73.8426	58.617	0	58.617
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.5434	67.7152	48.0041	0	48.0041
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	33.1687	61.4619	37.1731	0	37.1731
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	29.8392	55.2924	26.4873	0	26.4873
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	27.4094	50.7898	18.6885	0	18.6885
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	28.1208	52.1082	20.972	0	20.972
25	0.264399	10.9751	Eluvial	40	30	29.0977	53.9183	24.1072	0	24.1072

• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.80426

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.215549	0.795777	Relleno	10	25	7.95201	14.3475	9.32323	0	9.32323
2	0.215549	2.33362	Relleno	10	25	9.41115	16.9802	14.969	0	14.969
3	0.215549	3.77147	Relleno	10	25	10.8168	19.5163	20.4078	0	20.4078
4	0.215549	5.12254	Relleno	10	25	12.1725	21.9624	25.6535	0	25.6535
5	0.215549	6.39719	Relleno	10	25	13.4816	24.3244	30.7188	0	30.7188
6	0.215549	7.60371	Relleno	10	25	14.747	26.6075	35.6148	0	35.6148
7	0.24049	9.86775	Eluvial	40	30	28.8683	52.0859	20.9334	0	20.9334
8	0.24049	11.2875	Eluvial	40	30	26.8903	48.5172	14.7522	0	14.7522
9	0.24049	12.6339	Eluvial	40	30	28.5871	51.5785	20.0546	0	20.0546
10	0.24049	13.913	Eluvial	40	30	30.2302	54.5432	25.1896	0	25.1896
11	0.24049	15.1304	Eluvial	40	30	31.8228	57.4166	30.1663	0	30.1663
12	0.24049	16.2906	Eluvial	40	30	33.3674	60.2035	34.9934	0	34.9934
13	0.24049	17.4756	Eluvial	40	30	34.9465	63.0525	39.9281	0	39.9281
14	0.24049	19.131	Eluvial	40	30	37.0217	66.7968	46.4135	0	46.4135
15	0.24049	20.8137	Eluvial	40	30	39.145	70.6278	53.0491	0	53.0491
16	0.24049	22.2474	Eluvial	40	30	41.0256	74.0209	58.9259	0	58.9259
17	0.24049	23.4391	Eluvial	40	30	42.6633	76.9757	64.0437	0	64.0437
18	0.24049	21.6306	Eluvial	40	30	41.0917	74.1401	59.1323	0	59.1323
19	0.24049	18.6604	Eluvial	40	30	38.2198	68.9585	50.1576	0	50.1576
20	0.24049	15.6541	Eluvial	40	30	35.2475	63.5956	40.8687	0	40.8687
21	0.24049	12.6174	Eluvial	40	30	32.1829	58.0664	31.292	0	31.292
22	0.24049	9.71466	Eluvial	40	30	29.2101	52.7027	22.0017	0	22.0017
23	0.24049	8.23324	Eluvial	40	30	27.7705	50.1052	17.5028	0	17.5028
24	0.24049	8.89705	Eluvial	40	30	28.713	51.8058	20.4482	0	20.4482
25	0.24049	9.54755	Eluvial	40	30	29.647	53.4909	23.3669	0	23.3669

• Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.84832

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	8.51324	15.7352	12.2992	0	12.2992
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	9.90376	18.3053	17.8108	0	17.8108
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	11.2631	20.8178	23.1988	0	23.1988
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	12.592	23.274	28.4661	0	28.4661
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	13.8914	25.6757	33.6164	0	33.6164
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	15.1619	28.0241	38.6529	0	38.6529
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.5793	56.5204	28.6143	0	28.6143
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	32.0884	59.3096	33.4451	0	33.4451
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.003	57.3034	29.9704	0	29.9704
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.2092	55.8362	27.4291	0	27.4291
11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.6007	58.4082	31.8839	0	31.8839
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	32.9666	60.9328	36.2566	0	36.2566

13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.3074	63.411	40.5489	0	40.5489
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.6706	65.9306	44.9132	0	44.9132
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.5832	69.4658	51.0361	0	51.0361
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	39.6162	73.2235	57.5447	0	57.5447
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	41.3963	76.5137	63.2436	0	63.2436
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	42.449	78.4593	66.6133	0	66.6133
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.7773	73.5211	58.0602	0	58.0602
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.4804	67.4274	47.5055	0	47.5055
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	33.1149	61.2069	36.7314	0	36.7314
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	29.7938	55.0685	26.0994	0	26.0994
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	27.3703	50.5891	18.3408	0	18.3408
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	28.0835	51.9073	20.624	0	20.624
25	0.264399	10.9751	Eluvial	40	30	29.0618	53.7155	23.756	0	23.756

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.85877

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	7.77647	14.4547	9.55305	0	9.55305
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	8.6626	16.1018	13.0853	0	13.0853
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	9.56693	17.7827	16.6901	0	16.6901
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	10.4838	19.4871	20.345	0	20.345
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	11.4094	21.2074	24.0342	0	24.0342
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	12.3406	22.9383	27.7463	0	27.7463
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.7301	57.1202	29.6532	0	29.6532
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	31.9143	59.3214	33.4658	0	33.4658
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.2764	58.1357	31.412	0	31.412
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.8289	57.3039	29.9713	0	29.9713
11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.9593	59.405	33.6105	0	33.6105
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	33.0927	61.5118	37.2593	0	37.2593
13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.2285	63.623	40.9164	0	40.9164
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.4018	65.8038	44.6935	0	44.6935
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.0136	68.7997	49.8827	0	49.8827
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	38.747	72.0218	55.4634	0	55.4634
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	40.3153	74.9368	60.5124	0	60.5124
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	41.3406	76.8427	63.8134	0	63.8134
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.4357	73.3019	57.6806	0	57.6806
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.9905	68.7568	49.8083	0	49.8083
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	34.4398	64.0156	41.5961	0	41.5961
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	31.874	59.2465	33.3359	0	33.3359
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	29.9953	55.7544	27.2874	0	27.2874
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	30.6815	57.0298	29.4964	0	29.4964
25	0.264399	10.9751	Eluvial	40	30	38.4765	71.5189	54.5923	0	54.5923

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.85301					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	2.14557	0	0
3	4.83662	9.2816	5.6623	0	0
4	5.12157	8.94309	10.3801	0	0
5	5.40651	8.61715	16.1475	0	0
6	5.69146	8.30302	22.829	0	0
7	5.97641	8	30.3027	0	0
8	6.24081	7.72824	30.1225	0	0
9	6.50521	7.46508	30.5671	0	0
10	6.76961	7.21012	30.1272	0	0
11	7.03401	6.963	29.025	0	0
12	7.29841	6.72338	28.4154	0	0
13	7.56281	6.49096	28.23	0	0
14	7.82721	6.26546	28.4057	0	0
15	8.09161	6.04661	28.9043	0	0
16	8.35601	5.83419	29.9093	0	0
17	8.62041	5.62797	31.4025	0	0
18	8.88481	5.42774	33.22	0	0
19	9.1492	5.23332	35.0445	0	0
20	9.4136	5.04453	35.5749	0	0
21	9.678	4.8612	34.7137	0	0
22	9.9424	4.68318	32.5617	0	0
23	10.2068	4.51033	29.2508	0	0
24	10.4712	4.3425	25.1404	0	0
25	10.7356	4.17958	21.1222	0	0
26	11	4.02145	10.7727	0	0
• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.80426					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	5.13739	10	0	0	0
2	5.35294	9.61138	1.90531	0	0
3	5.56849	9.249	5.2968	0	0
4	5.78404	8.90921	9.89437	0	0
5	5.99959	8.5892	15.474	0	0
6	6.21514	8.28674	21.8529	0	0
7	6.43069	8	28.8794	0	0
8	6.67118	7.69682	28.2681	0	0
9	6.91167	7.40963	26.0236	0	0
10	7.15216	7.137	24.6008	0	0
11	7.39265	6.87773	23.8455	0	0

12	7.63314	6.63079	23.6246	0	0
13	7.87363	6.39531	23.8227	0	0
14	8.11412	6.17051	24.3754	0	0
15	8.35461	5.95574	25.4208	0	0
16	8.5951	5.75039	26.879	0	0
17	8.83559	5.55397	28.5652	0	0
18	9.07608	5.366	30.3206	0	0
19	9.31657	5.18608	31.0559	0	0
20	9.55706	5.01383	30.4836	0	0
21	9.79755	4.84892	28.7278	0	0
22	10.038	4.69105	25.9109	0	0
23	10.2785	4.53995	22.195	0	0
24	10.519	4.39537	18.0322	0	0
25	10.7595	4.25708	13.9394	0	0
26	11	4.12488	10.2556	0	0
• Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.84832					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	2.029	0	0
3	4.83662	9.2816	5.41541	0	0
4	5.12157	8.94309	9.99042	0	0
5	5.40651	8.61715	15.6037	0	0
6	5.69146	8.30302	22.1207	0	0
7	5.97641	8	29.4203	0	0
8	6.24081	7.72824	28.9382	0	0
9	6.50521	7.46508	29.0739	0	0
10	6.76961	7.21012	28.3424	0	0
11	7.03401	6.963	26.9625	0	0
12	7.29841	6.72338	26.0685	0	0
13	7.56281	6.49096	25.5924	0	0
14	7.82721	6.26546	25.4713	0	0
15	8.09161	6.04661	25.6671	0	0
16	8.35601	5.83419	26.3587	0	0
17	8.62041	5.62797	27.527	0	0
18	8.88481	5.42774	29.0106	0	0
19	9.1492	5.23332	30.4979	0	0
20	9.4136	5.04453	30.717	0	0
21	9.678	4.8612	29.5743	0	0
22	9.9424	4.68318	27.1702	0	0
23	10.2068	4.51033	23.6355	0	0
24	10.4712	4.3425	19.3219	0	0
25	10.7356	4.17958	15.0977	0	0
26	11	4.02145	10.7727	0	0

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.85877

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	1.28078	1.02335	38.625
3	4.83662	9.2816	3.41374	2.72759	38.625
4	5.12157	8.94309	6.33275	5.05989	38.625
5	5.40651	8.61715	9.97138	7.96717	38.625
6	5.69146	8.30302	14.2646	11.3975	38.6251
7	5.97641	8	19.1497	15.3006	38.6248
8	6.24081	7.72824	19.069	15.2362	38.625
9	6.50521	7.46508	19.423	15.519	38.6249
10	6.76961	7.21012	19.1479	15.2992	38.6249
11	7.03401	6.963	18.3891	14.693	38.6251
12	7.29841	6.72338	17.9782	14.3646	38.6249
13	7.56281	6.49096	17.8732	14.2807	38.6249
14	7.82721	6.26546	18.0342	14.4094	38.625
15	8.09161	6.04661	18.4387	14.7326	38.625
16	8.35601	5.83419	19.2315	15.3661	38.6251
17	8.62041	5.62797	20.4068	16.3051	38.625
18	8.88481	5.42774	21.8452	17.4544	38.625
19	9.1492	5.23332	23.3024	18.6187	38.625
20	9.4136	5.04453	23.7472	18.9741	38.625
21	9.678	4.8612	23.0812	18.4419	38.6249
22	9.9424	4.68318	21.3644	17.0702	38.6249
23	10.2068	4.51033	18.6845	14.929	38.625
24	10.4712	4.3425	15.3194	12.2403	38.6251
25	10.7356	4.17958	11.9987	9.587	38.625
26	11	4.02145	10.7727	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
6.62761	10
0.897696	10

Distributed Load

X	Y
11	4
11	6.176

External Boundary

X	Y
0	-3
29	-3
29	1
21	1
20	1
19.213	1
19	1
18	4
17	4
12.283	4
11	4
11	6.176
10.301	6.176
10	7
9	10
8	10
0	10
0	8
0	4.78587

Material Boundary

X	Y
8	10
8.5	8
9	6.198
9	5.789
10.145	5.789
10.301	6.176

Material Boundary

X	Y
17	4
17.7402	1.03927
18	0
19.213	0.179

Material Boundary

X Y
19.213 0.179
19.213 0.706
19.213 1

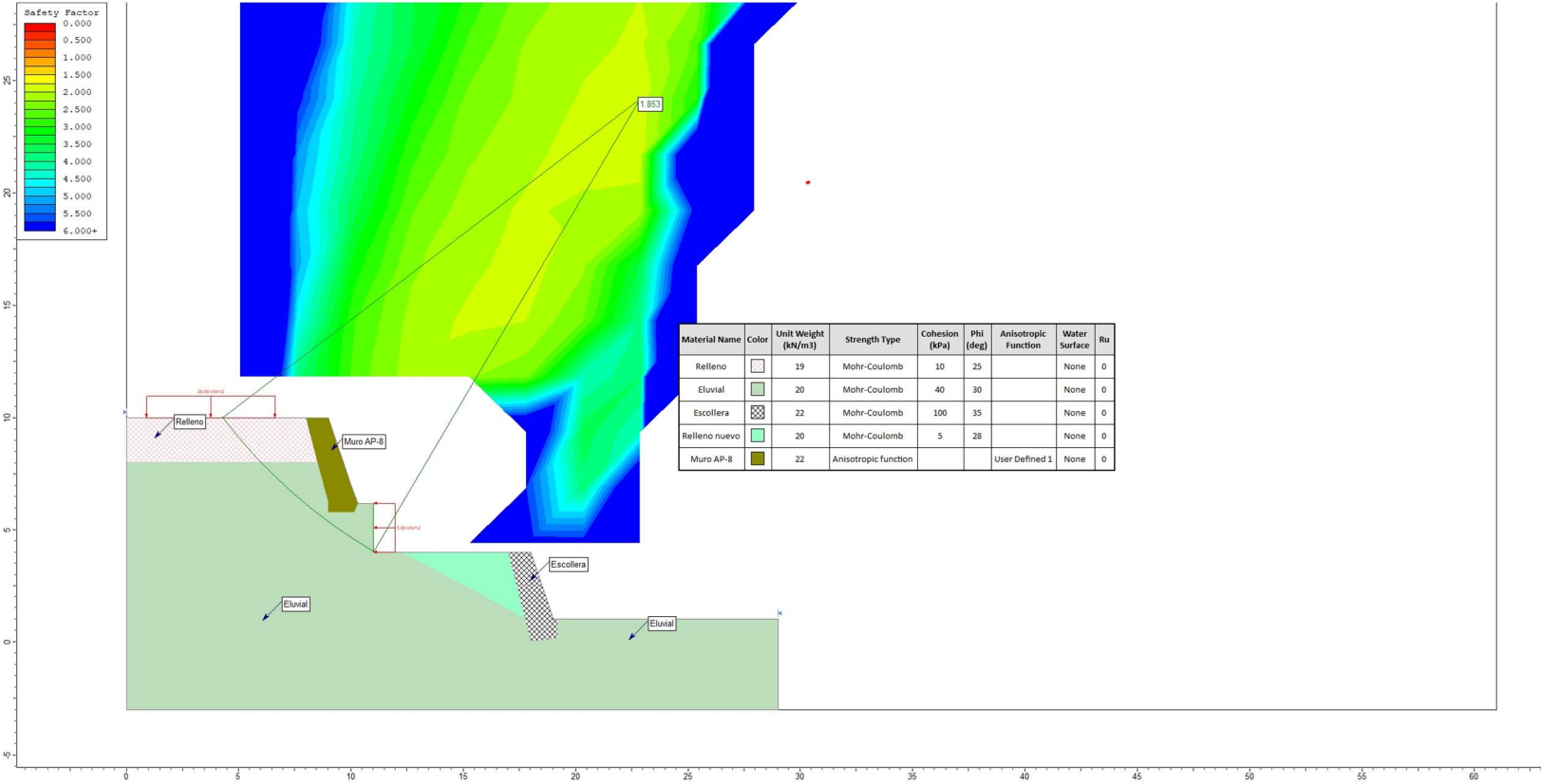
0 8
8.5 8

Material Boundary

X Y
12.283 4
17.7402 1.03927

Material Boundary

X Y



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 3
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: Muro 3
- Company: FULCRUM
- Date Created: 19/06/2023, 10:05:18

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
 - Janbu simplified
 - Janbu corrected
 - Spencer
- Number of slices: 25
 - Tolerance: 0.005
 - Maximum number of iterations: 50
 - Check malpha < 0.2: Yes
 - Initial trial value of FS: 1
 - Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Escollera	Relleno nuevo	Muro AP-8
Color					

Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Anisotropic function
Unit Weight [kN/m3]	19	20	22	20	22
Cohesion [kPa]	10	40	100	5	
Friction Angle [deg]	25	30	35	28	
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Anisotropic Functions

- Name: User Defined 1

Angle From	Angle To	c	phi
-90	15	50	45
15	30	0	30
30	90	50	45

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.853010
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Moment=10799.6 kN-m
- Driving Moment=5828.16 kN-m
- Total Slice Area=17.5534 m2

Method: janbu simplified

- FS: 1.804260
- Center: 17.792, 16.765
- Radius: 14.349
- Left Slip Surface Endpoint: 5.137, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.125
- Left Slope Intercept: 5.137 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Horizontal Force=302.919 kN
- Driving Horizontal Force=167.891 kN
- Total Slice Area=15.4237 m2

Method: janbu corrected

- FS: 1.848320
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Horizontal Force=359.834 kN
- Driving Horizontal Force=194.681 kN
- Total Slice Area=17.5534 m2

Method: spencer

- FS: 1.858770
- Center: 22.875, 24.176
- Radius: 23.393
- Left Slip Surface Endpoint: 4.267, 10.000
- Right Slip Surface Endpoint: 11.000, 4.021
- Left Slope Intercept: 4.267 10.000
- Right Slope Intercept: 11.000 6.176
- Resisting Moment=10833.2 kN-m
- Driving Moment=5828.16 kN-m
- Resisting Horizontal Force=355.65 kN
- Driving Horizontal Force=191.337 kN
- Total Slice Area=17.5534 m2

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1389
- Number of Invalid Surfaces: 3561

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 209 surfaces
- Error Code -112 reported for 7 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: janbu simplified

- Number of Valid Surfaces: 1304
- Number of Invalid Surfaces: 3646

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 295 surfaces
- Error Code -112 reported for 6 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: janbu corrected

- Number of Valid Surfaces: 1304
- Number of Invalid Surfaces: 3646

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 295 surfaces
- Error Code -112 reported for 6 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Method: spencer

- Number of Valid Surfaces: 1269
- Number of Invalid Surfaces: 3681

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 388 surfaces
- Error Code -106 reported for 14 surfaces
- Error Code -107 reported for 76 surfaces
- Error Code -108 reported for 316 surfaces
- Error Code -111 reported for 13 surfaces
- Error Code -112 reported for 7 surfaces
- Error Code -114 reported for 161 surfaces
- Error Code -1000 reported for 2706 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- -103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- -106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- -107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- -108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- -111 = safety factor equation did not converge
- -112 = The coefficient M-Alpha = cos(alpha)(1+tan(alpha)tan(phi)/F) < 0.2 for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.
- -114 = Surface with Reverse Curvature.
- -1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.85301										
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	8.54157	15.8276	12.4974	0	12.4974
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	9.93498	18.4096	18.0345	0	18.0345
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	11.2967	20.9329	23.4456	0	23.4456
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	12.6276	23.399	28.7343	0	28.7343
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	13.9285	25.8096	33.9039	0	33.9039
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	15.2003	28.1663	38.9577	0	38.9577
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.6798	56.8499	29.1848	0	29.1848
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	32.1892	59.647	34.0295	0	34.0295
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.0962	57.6215	30.5215	0	30.5215
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.296	56.1388	27.9533	0	27.9533
11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.6875	58.7173	32.4192	0	32.4192
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	33.053	61.2476	36.802	0	36.802
13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.3932	63.7309	41.1031	0	41.1031
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.7556	66.2554	45.4755	0	45.4755
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.6684	69.8	51.6149	0	51.6149
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	39.7016	73.5674	58.1406	0	58.1406
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	41.481	76.8647	63.8514	0	63.8514
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	42.5312	78.8107	67.2221	0	67.2221
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.8501	73.8426	58.617	0	58.617
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.5434	67.7152	48.0041	0	48.0041
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	33.1687	61.4619	37.1731	0	37.1731
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	29.8392	55.2924	26.4873	0	26.4873
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	27.4094	50.7898	18.6885	0	18.6885
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	28.1208	52.1082	20.972	0	20.972

25 0.264399 10.9751 Eluvial 40 30 29.0977 53.9183 24.1072 0 24.1072

• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.80426

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.215549	0.795777	Relleno	10	25	7.95201	14.3475	9.32323	0	9.32323
2	0.215549	2.33362	Relleno	10	25	9.41115	16.9802	14.969	0	14.969
3	0.215549	3.77147	Relleno	10	25	10.8168	19.5163	20.4078	0	20.4078
4	0.215549	5.12254	Relleno	10	25	12.1725	21.9624	25.6535	0	25.6535
5	0.215549	6.39719	Relleno	10	25	13.4816	24.3244	30.7188	0	30.7188
6	0.215549	7.60371	Relleno	10	25	14.747	26.6075	35.6148	0	35.6148
7	0.24049	9.86775	Eluvial	40	30	28.8683	52.0859	20.9334	0	20.9334
8	0.24049	11.2875	Eluvial	40	30	26.8903	48.5172	14.7522	0	14.7522
9	0.24049	12.6339	Eluvial	40	30	28.5871	51.5785	20.0546	0	20.0546
10	0.24049	13.913	Eluvial	40	30	30.2302	54.5432	25.1896	0	25.1896
11	0.24049	15.1304	Eluvial	40	30	31.8228	57.4166	30.1663	0	30.1663
12	0.24049	16.2906	Eluvial	40	30	33.3674	60.2035	34.9934	0	34.9934
13	0.24049	17.4756	Eluvial	40	30	34.9465	63.0525	39.9281	0	39.9281
14	0.24049	19.131	Eluvial	40	30	37.0217	66.7968	46.4135	0	46.4135
15	0.24049	20.8137	Eluvial	40	30	39.145	70.6278	53.0491	0	53.0491
16	0.24049	22.2474	Eluvial	40	30	41.0256	74.0209	58.9259	0	58.9259
17	0.24049	23.4391	Eluvial	40	30	42.6633	76.9757	64.0437	0	64.0437
18	0.24049	21.6306	Eluvial	40	30	41.0917	74.1401	59.1323	0	59.1323
19	0.24049	18.6604	Eluvial	40	30	38.2198	68.9585	50.1576	0	50.1576
20	0.24049	15.6541	Eluvial	40	30	35.2475	63.5956	40.8687	0	40.8687
21	0.24049	12.6174	Eluvial	40	30	32.1829	58.0664	31.292	0	31.292
22	0.24049	9.71466	Eluvial	40	30	29.2101	52.7027	22.0017	0	22.0017
23	0.24049	8.23324	Eluvial	40	30	27.7705	50.1052	17.5028	0	17.5028
24	0.24049	8.89705	Eluvial	40	30	28.713	51.8058	20.4482	0	20.4482
25	0.24049	9.54755	Eluvial	40	30	29.647	53.4909	23.3669	0	23.3669

• Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.84832

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	8.51324	15.7352	12.2992	0	12.2992
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	9.90376	18.3053	17.8108	0	17.8108
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	11.2631	20.8178	23.1988	0	23.1988
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	12.592	23.274	28.4661	0	28.4661
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	13.8914	25.6757	33.6164	0	33.6164
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	15.1619	28.0241	38.6529	0	38.6529
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.5793	56.5204	28.6143	0	28.6143
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	32.0884	59.3096	33.4451	0	33.4451
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.003	57.3034	29.9704	0	29.9704
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.2092	55.8362	27.4291	0	27.4291

11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.6007	58.4082	31.8839	0	31.8839
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	32.9666	60.9328	36.2566	0	36.2566
13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.3074	63.411	40.5489	0	40.5489
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.6706	65.9306	44.9132	0	44.9132
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.5832	69.4658	51.0361	0	51.0361
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	39.6162	73.2235	57.5447	0	57.5447
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	41.3963	76.5137	63.2436	0	63.2436
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	42.449	78.4593	66.6133	0	66.6133
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.7773	73.5211	58.0602	0	58.0602
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.4804	67.4274	47.5055	0	47.5055
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	33.1149	61.2069	36.7314	0	36.7314
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	29.7938	55.0685	26.0994	0	26.0994
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	27.3703	50.5891	18.3408	0	18.3408
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	28.0835	51.9073	20.624	0	20.624
25	0.264399	10.9751	Eluvial	40	30	29.0618	53.7155	23.756	0	23.756

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.85877

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.284949	0.991931	Relleno	10	25	7.77647	14.4547	9.55305	0	9.55305
2	0.284949	2.93665	Relleno	10	25	8.6626	16.1018	13.0853	0	13.0853
3	0.284949	4.80581	Relleno	10	25	9.56693	17.7827	16.6901	0	16.6901
4	0.284949	6.60448	Relleno	10	25	10.4838	19.4871	20.345	0	20.345
5	0.284949	8.33716	Relleno	10	25	11.4094	21.2074	24.0342	0	24.0342
6	0.284949	10.0078	Relleno	10	25	12.3406	22.9383	27.7463	0	27.7463
7	0.264399	10.7657	Eluvial	40	30	30.7301	57.1202	29.6532	0	29.6532
8	0.264399	12.18	Eluvial	40	30	31.9143	59.3214	33.4658	0	33.4658
9	0.264399	13.5499	Eluvial	40	30	31.2764	58.1357	31.412	0	31.412
10	0.264399	14.8774	Eluvial	40	30	30.8289	57.3039	29.9713	0	29.9713
11	0.264399	16.1644	Eluvial	40	30	31.9593	59.405	33.6105	0	33.6105
12	0.264399	17.4124	Eluvial	40	30	33.0927	61.5118	37.2593	0	37.2593
13	0.264399	18.6232	Eluvial	40	30	34.2285	63.623	40.9164	0	40.9164
14	0.264399	19.8484	Eluvial	40	30	35.4018	65.8038	44.6935	0	44.6935
15	0.264399	21.6484	Eluvial	40	30	37.0136	68.7997	49.8827	0	49.8827
16	0.264399	23.5594	Eluvial	40	30	38.747	72.0218	55.4634	0	55.4634
17	0.264399	25.1877	Eluvial	40	30	40.3153	74.9368	60.5124	0	60.5124
18	0.264399	26.0422	Eluvial	40	30	41.3406	76.8427	63.8134	0	63.8134
19	0.264399	23.0215	Eluvial	40	30	39.4357	73.3019	57.6806	0	57.6806
20	0.264399	19.3915	Eluvial	40	30	36.9905	68.7568	49.8083	0	49.8083
21	0.264399	15.733	Eluvial	40	30	34.4398	64.0156	41.5961	0	41.5961
22	0.264399	12.1609	Eluvial	40	30	31.874	59.2465	33.3359	0	33.3359
23	0.264399	9.54099	Eluvial	40	30	29.9953	55.7544	27.2874	0	27.2874
24	0.264399	10.1263	Eluvial	40	30	30.6815	57.0298	29.4964	0	29.4964
25	0.264399	10.9751	Eluvial	40	30	38.4765	71.5189	54.5923	0	54.5923

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.85301					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	2.14557	0	0
3	4.83662	9.2816	5.6623	0	0
4	5.12157	8.94309	10.3801	0	0
5	5.40651	8.61715	16.1475	0	0
6	5.69146	8.30302	22.829	0	0
7	5.97641	8	30.3027	0	0
8	6.24081	7.72824	30.1225	0	0
9	6.50521	7.46508	30.5671	0	0
10	6.76961	7.21012	30.1272	0	0
11	7.03401	6.963	29.025	0	0
12	7.29841	6.72338	28.4154	0	0
13	7.56281	6.49096	28.23	0	0
14	7.82721	6.26546	28.4057	0	0
15	8.09161	6.04661	28.9043	0	0
16	8.35601	5.83419	29.9093	0	0
17	8.62041	5.62797	31.4025	0	0
18	8.88481	5.42774	33.22	0	0
19	9.1492	5.23332	35.0445	0	0
20	9.4136	5.04453	35.5749	0	0
21	9.678	4.8612	34.7137	0	0
22	9.9424	4.68318	32.5617	0	0
23	10.2068	4.51033	29.2508	0	0
24	10.4712	4.3425	25.1404	0	0
25	10.7356	4.17958	21.1222	0	0
26	11	4.02145	10.7727	0	0
• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.80426					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	5.13739	10	0	0	0
2	5.35294	9.61138	1.90531	0	0
3	5.56849	9.249	5.2968	0	0
4	5.78404	8.90921	9.89437	0	0
5	5.99959	8.5892	15.474	0	0
6	6.21514	8.28674	21.8529	0	0
7	6.43069	8	28.8794	0	0
8	6.67118	7.69682	28.2681	0	0
9	6.91167	7.40963	26.0236	0	0

10	7.15216	7.137	24.6008	0	0
11	7.39265	6.87773	23.8455	0	0
12	7.63314	6.63079	23.6246	0	0
13	7.87363	6.39531	23.8227	0	0
14	8.11412	6.17051	24.3754	0	0
15	8.35461	5.95574	25.4208	0	0
16	8.5951	5.75039	26.879	0	0
17	8.83559	5.55397	28.5652	0	0
18	9.07608	5.366	30.3206	0	0
19	9.31657	5.18608	31.0559	0	0
20	9.55706	5.01383	30.4836	0	0
21	9.79755	4.84892	28.7278	0	0
22	10.038	4.69105	25.9109	0	0
23	10.2785	4.53995	22.195	0	0
24	10.519	4.39537	18.0322	0	0
25	10.7595	4.25708	13.9394	0	0
26	11	4.12488	10.2556	0	0
• Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.84832					
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	2.029	0	0
3	4.83662	9.2816	5.41541	0	0
4	5.12157	8.94309	9.99042	0	0
5	5.40651	8.61715	15.6037	0	0
6	5.69146	8.30302	22.1207	0	0
7	5.97641	8	29.4203	0	0
8	6.24081	7.72824	28.9382	0	0
9	6.50521	7.46508	29.0739	0	0
10	6.76961	7.21012	28.3424	0	0
11	7.03401	6.963	26.9625	0	0
12	7.29841	6.72338	26.0685	0	0
13	7.56281	6.49096	25.5924	0	0
14	7.82721	6.26546	25.4713	0	0
15	8.09161	6.04661	25.6671	0	0
16	8.35601	5.83419	26.3587	0	0
17	8.62041	5.62797	27.527	0	0
18	8.88481	5.42774	29.0106	0	0
19	9.1492	5.23332	30.4979	0	0
20	9.4136	5.04453	30.717	0	0
21	9.678	4.8612	29.5743	0	0
22	9.9424	4.68318	27.1702	0	0
23	10.2068	4.51033	23.6355	0	0
24	10.4712	4.3425	19.3219	0	0
25	10.7356	4.17958	15.0977	0	0

26 11 4.02145 10.7727 0 0

11 4

11 6.176

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.85877

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	4.26672	10	0	0	0
2	4.55167	9.63357	1.28078	1.02335	38.625
3	4.83662	9.2816	3.41374	2.72759	38.625
4	5.12157	8.94309	6.33275	5.05989	38.625
5	5.40651	8.61715	9.97138	7.96717	38.625
6	5.69146	8.30302	14.2646	11.3975	38.6251
7	5.97641	8	19.1497	15.3006	38.6248
8	6.24081	7.72824	19.069	15.2362	38.625
9	6.50521	7.46508	19.423	15.519	38.6249
10	6.76961	7.21012	19.1479	15.2992	38.6249
11	7.03401	6.963	18.3891	14.693	38.6251
12	7.29841	6.72338	17.9782	14.3646	38.6249
13	7.56281	6.49096	17.8732	14.2807	38.6249
14	7.82721	6.26546	18.0342	14.4094	38.625
15	8.09161	6.04661	18.4387	14.7326	38.625
16	8.35601	5.83419	19.2315	15.3661	38.6251
17	8.62041	5.62797	20.4068	16.3051	38.625
18	8.88481	5.42774	21.8452	17.4544	38.625
19	9.1492	5.23332	23.3024	18.6187	38.625
20	9.4136	5.04453	23.7472	18.9741	38.625
21	9.678	4.8612	23.0812	18.4419	38.6249
22	9.9424	4.68318	21.3644	17.0702	38.6249
23	10.2068	4.51033	18.6845	14.929	38.625
24	10.4712	4.3425	15.3194	12.2403	38.6251
25	10.7356	4.17958	11.9987	9.587	38.625
26	11	4.02145	10.7727	0	0

External Boundary

X	Y
0	-3
29	-3
29	1
21	1
20	1
19.213	1
19	1
18	4
17	4
12.283	4
11	4
11	6.176
10.301	6.176
10	7
9	10
8	10
0	10
0	8
0	4.78587

Material Boundary

X	Y
8	10
8.5	8
9	6.198
9	5.789
10.145	5.789
10.301	6.176

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
6.62761	10
0.897696	10

Distributed Load

X	Y
---	---

Material Boundary

X	Y
17	4
17.7402	1.03927
18	0
19.213	0.179

Material Boundary

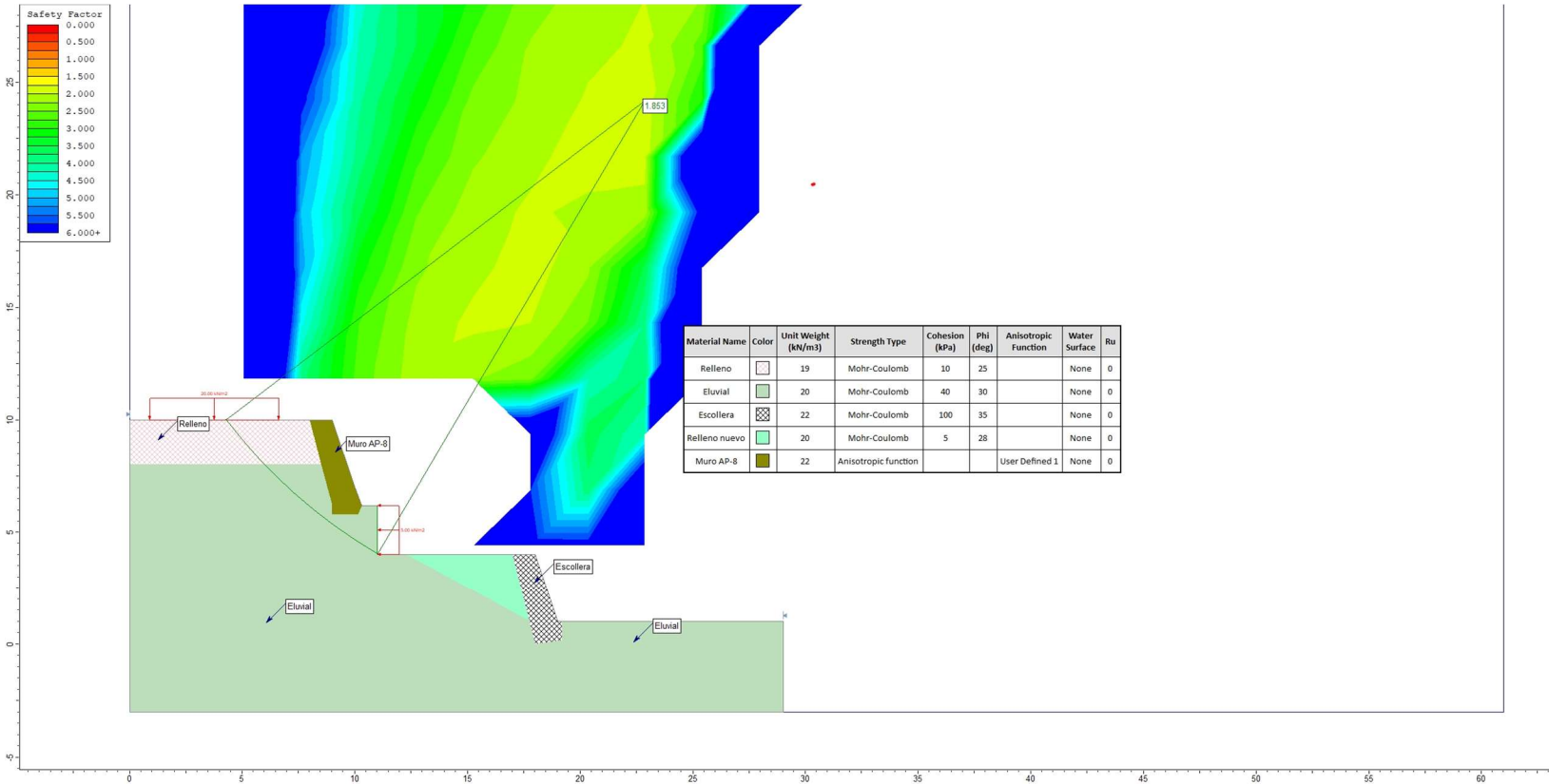
X Y
19.213 0.179
19.213 0.706
19.213 1

X Y
0 8
8.5 8

Material Boundary

X Y
12.283 4
17.7402 1.03927

Material Boundary



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 5
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: MURO 5
- Company: FULCRUM
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant

- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Are-L	Escollera	Relleno nuevo
Color				
Strength Type	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20	22	20
Cohesion [kPa]	10		200	5
Friction Angle [deg]	25		50	28
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]		75000		
nmb		0.485412		
ns		0.000616591		
na		0.506143		
Water Surface	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
4.79208	4.691
-1.23178	4.691

Distributed Load

X	Y
13.083	4.491
11.204	4.491
8.808	4.491
7.77162	4.491

External Boundary

X	Y
-1.97704	-6.981
28.5526	-6.981
38.603	-6.981
38.603	-2.5612
38.603	-1.363
29.7315	-1.07488
27.024	-0.986941
17.804	-0.986941
17.317	0.015
15.796	4.491
13.8625	4.491
11.204	4.491
8.808	4.491
6.813	4.491
5.32	4.691
-1.832	4.691
-1.832	3.414
-1.832	2.501

Material Boundary

X	Y
-1.832	3.414
5.52	3.414
6.56256	3.65074
6.813	4.491

Material Boundary

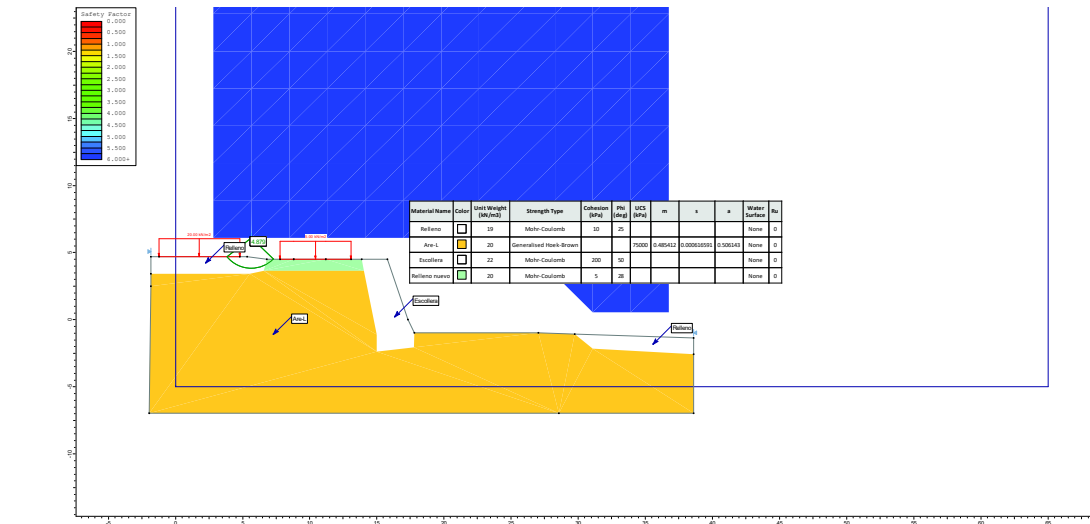
X	Y
13.8625	4.491
14.0327	3.65074
14.996	-1.106
14.996	-2.381
17.758	-2.051
17.804	-0.986941

Material Boundary

X	Y
6.56256	3.65074
14.0327	3.65074

Material Boundary

X	Y
29.7315	-1.07488
31.09	-2.14
38.603	-2.5612



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 6
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: MURO 6
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Escollera	Relleno nuevo
Color				
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	19	22	20
Cohesion [kPa]	10	60	200	5
Friction Angle [deg]	25	23	50	28
Water Surface	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
0.41588	8.96915
-0.972435	8.96915

Distributed Load

X Y
15.3794 3.86171
14.3738 3.85612
9.36936 3.82828

External Boundary

X Y
-1.97704 -6.981
28.5526 -6.981
48.699 -6.981
48.699 -4.17822
48.699 -2.82666
17.804 -0.986941
17.6652 -0.977251
16.0526 3.86545
14.3738 3.85612
8.85496 3.82542
0.41588 8.96915
-1.94742 8.96915
-1.97704 5.20501
-1.97704 2.9592

Material Boundary

X Y
14.3738 3.85612
15.211 -0.14
15.364 -0.966
15.364 -1.6416
15.364 -2.521
17.1169 -2.01381
17.804 -1.815
17.804 -0.986941

Material Boundary

X Y
8.85496 3.82542
9.101 3.16
10.339 3.16
10.781 2.489
11.762 2.489

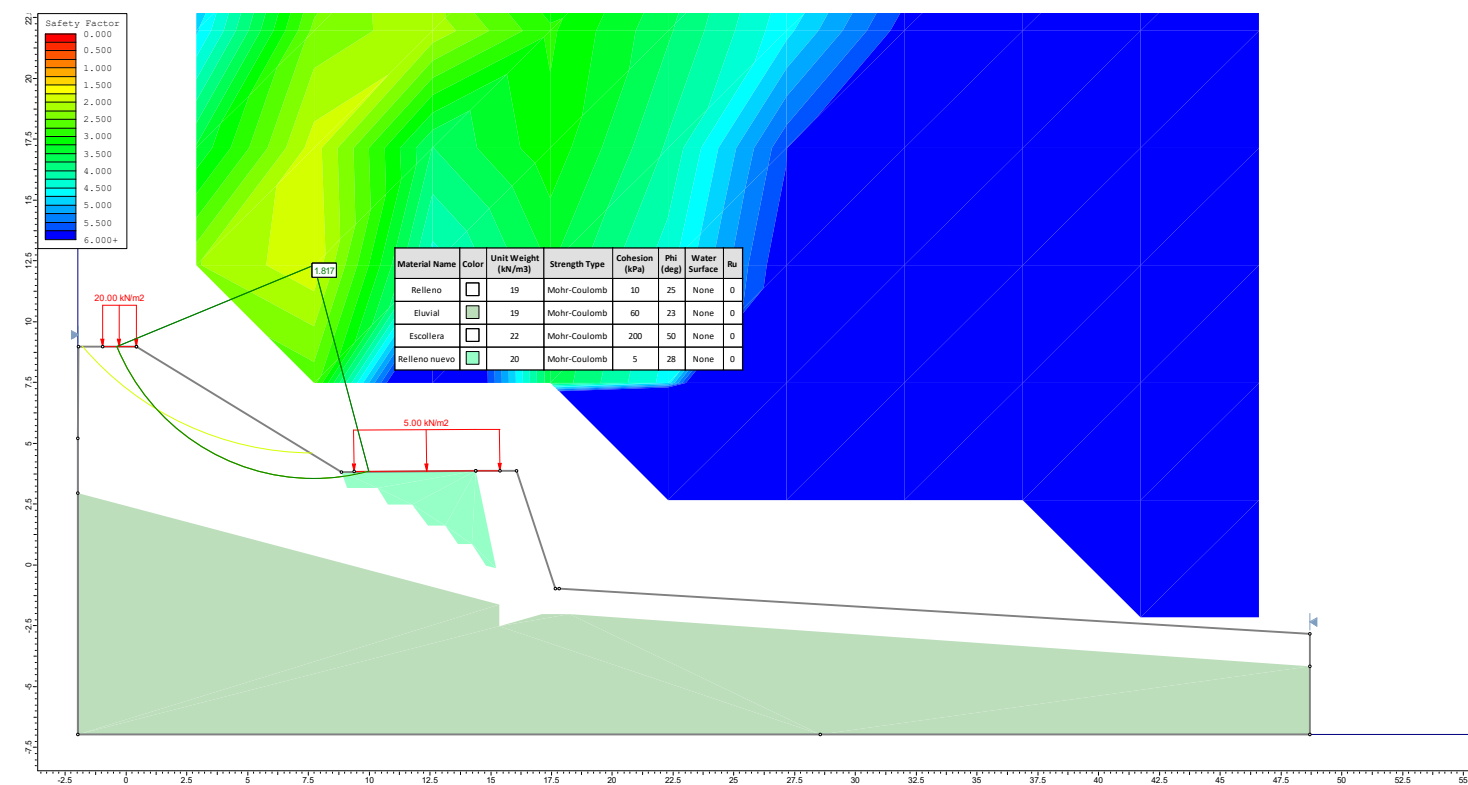
12.407 1.622
13.115 1.622
13.654 0.853
14.237 0.853
14.803 -0.048
15.211 -0.14

Material Boundary

X Y
17.1169 -2.01381
18.235 -2.01381
48.699 -4.17822

Material Boundary

X Y
-1.97704 2.9592
15.364 -1.6416



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 7
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE BOROA
- Analysis: Muro 7
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Are-L	Escollera	Relleno nuevo
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20	20	22	20
Cohesion [kPa]	10	60		200	5
Friction Angle [deg]	25	20		50	28
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]			75000		
nmb			0.485412		
ns			0.000616591		
na			0.506143		
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
8.43122	10
1	10
-1.04546	10

Distributed Load

X	Y
18.1761	10
13.8401	10

External Boundary

X	Y
-2	10
-2	3
-2	0.452546
-2	-7
48	-7
48	-2
48	0
48	0.698902
48	2
32.658	2.499
24.775	2.939
23.336	2.939
23	4
22	7
21	10
19	10
13	10
12	9
10	10
1	10

Material Boundary

X	Y
19	10
20.748	3.133
20.748	1.62542
20.748	1.454

21.5528	1.58897
23.336	1.888
23.336	2.939

Material Boundary

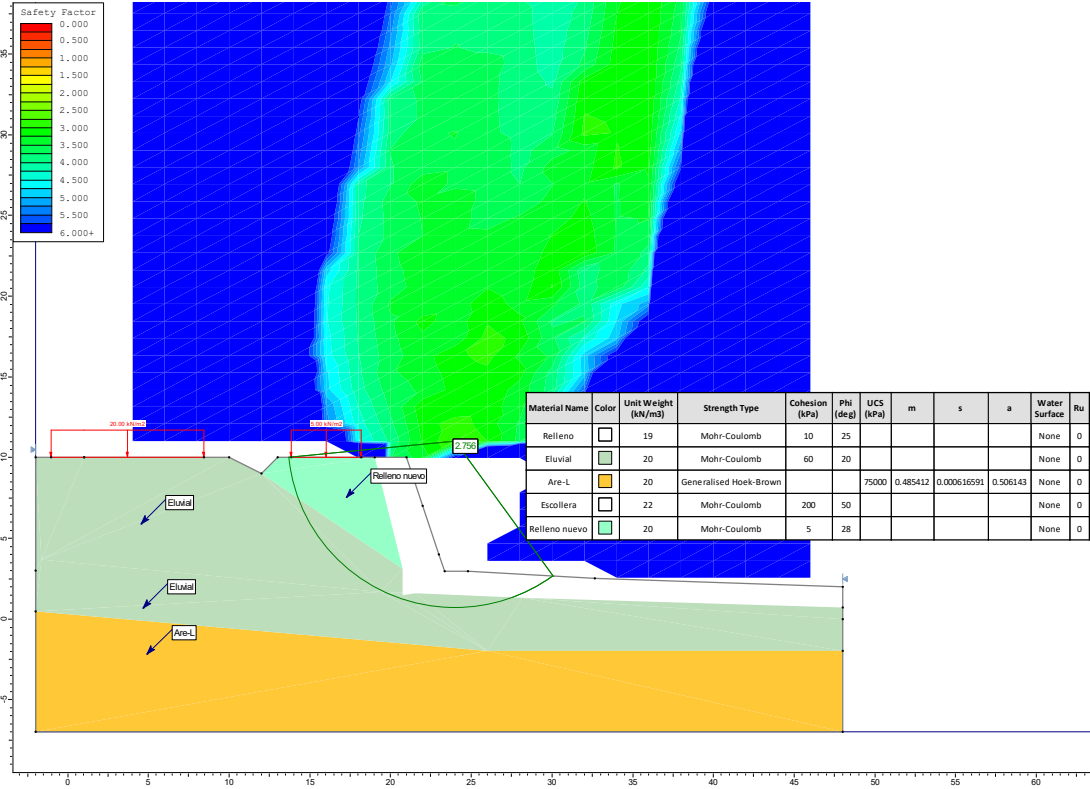
X	Y
12	9
20.748	3.133

Material Boundary

X	Y
-1.634	3.688
19.366	1.688
20.748	1.62542
21.5528	1.58897
28.155	1.29
48	0.698902

Material Boundary

X	Y
-2	0.452546
26	-2
48	-2



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 8
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: MURO 8
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Are-L	Escollera	Relleno nuevo
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20	20	22	20
Cohesion [kPa]	10	60		200	5
Friction Angle [deg]	25	20		50	28
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]			75000		
nmb			0.485412		
ns			0.000616591		
na			0.506143		
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
8.43122	10
1	10
-1.04546	10

Distributed Load

X	Y
18.1761	10
13.8401	10

External Boundary

X	Y
-2	10
-2	6.22951
-2	5.48431
-2	3
-2	0.452546
-2	-7
48	-7
48	-2
48	0
48	0.698902
48	1.04298
48	3.424
25.882	4
23	4
22	7
21	10
19	10
13	10
12	9
10	10
1	10

Material Boundary

X	Y
19	10
20.748	3.133
20.748	2.191

22.709	2.497
23	3.298
23	4

Material Boundary

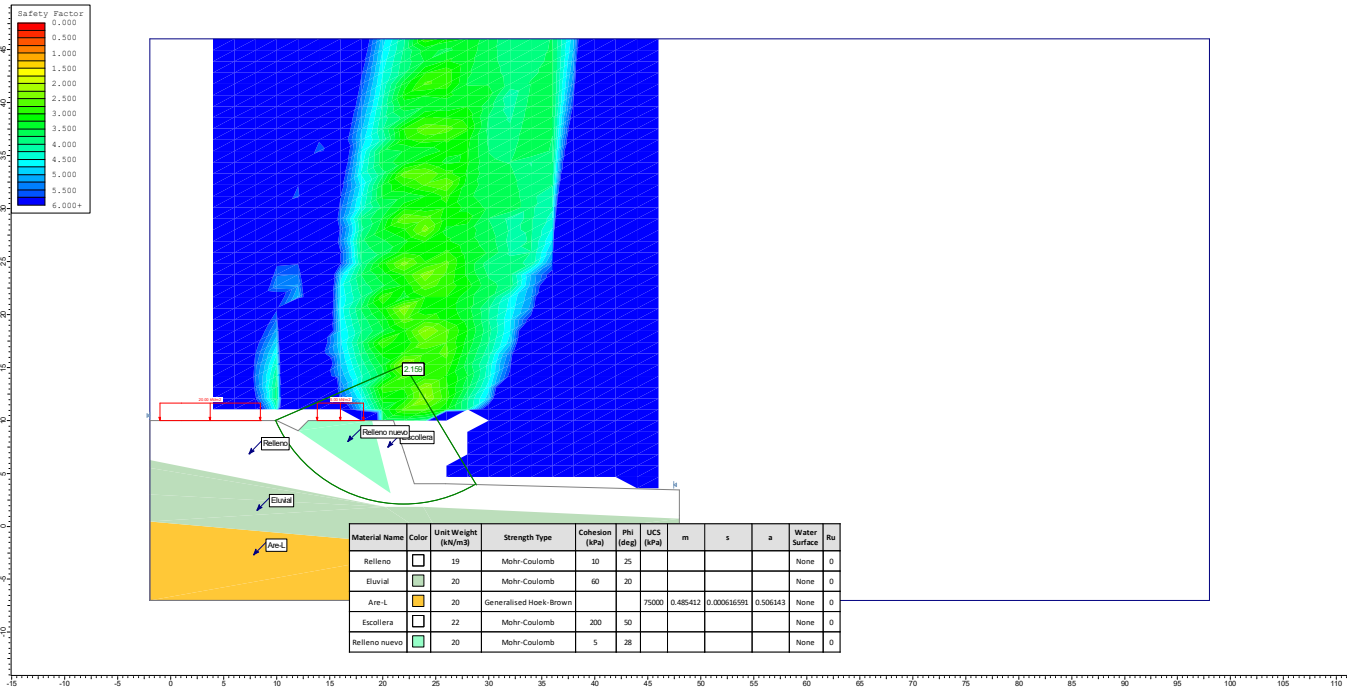
X	Y
12	9
20.748	3.133

Material Boundary

X	Y
-2	0.452546
26	-2
48	-2

Material Boundary

X	Y
-2	6.22951
20.209	1.859
23.841	1.859
48	0.698902



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE-BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 9
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE-BOROA
- Analysis: MJURO 9
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Are-L	Escollera	Relleno nuevo
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20	20	22	20
Cohesion [kPa]	10	60		200	5
Friction Angle [deg]	25	20		50	28
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]			75000		
nmb			0.485412		
ns			0.000616591		
na			0.506143		
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
8.43122	10
1	10
-1.04546	10

Distributed Load

X	Y
18.5556	11.073
13.7304	11.073

External Boundary

X	Y
-2	10
-2	6.22951
-2	5.48431
-2	3
-2	0.452546
-2	-7
62.976	-7
62.976	-3.719
62.976	-1.113
62.976	3.418
56.9522	3.51251
25.882	4
23	4
22	7
20.609	11.073
18.756	11.073
13.36	11.073
11.311	9.338
10	10
1	10

Material Boundary

X	Y
18.756	11.073
20.748	3.133
20.748	2.191
22.709	2.497

23	3.298
23	4

Material Boundary

X	Y
11.311	9.338
20.748	3.133

Material Boundary

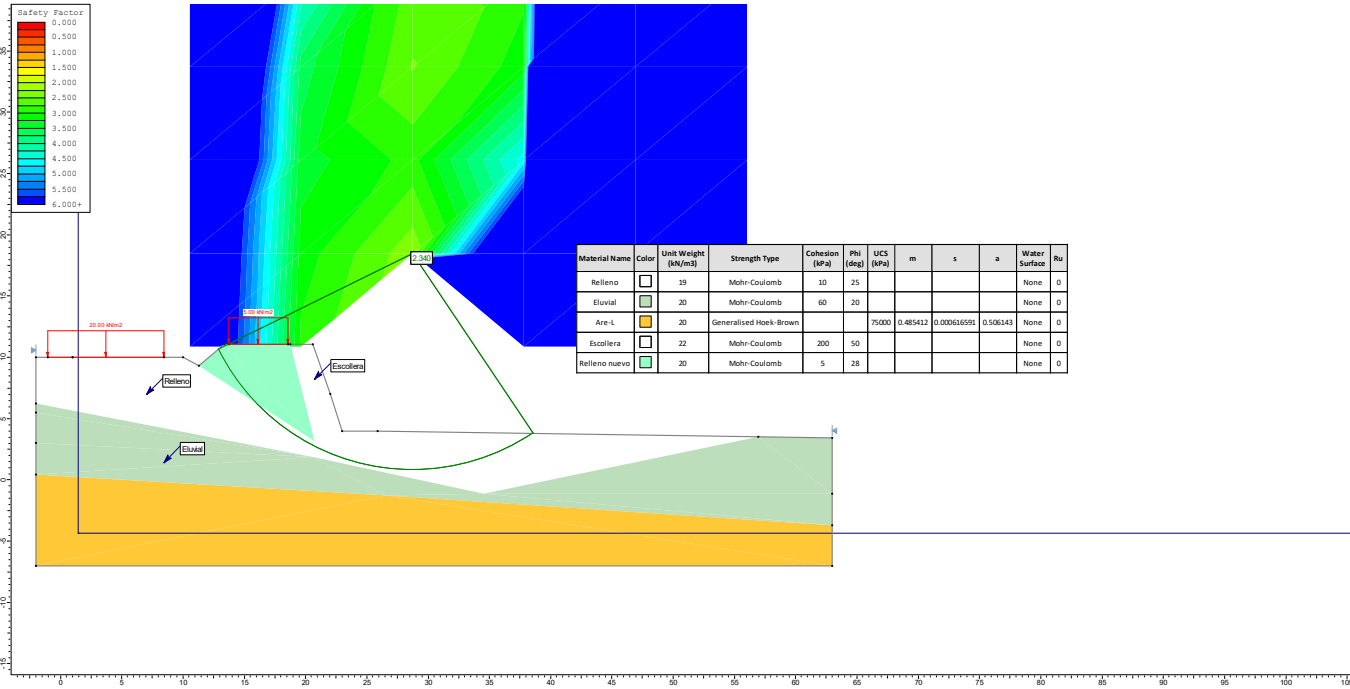
X	Y
-2	0.452546
26.591	-1.269
62.976	-3.719

Material Boundary

X	Y
-2	6.22951
20.618	1.859
34.529	-1.113
62.976	-1.113

Material Boundary

X	Y
34.529	-1.113
56.9522	3.51251



Slide Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE BOROA

Project Summary

- File Name: Muro 10
- Last saved with Slide version: 6.039
- Project Title: BICIPISTA ERLETXE BOROA
- Analysis: MURO 10
- Date Created: 22/05/2023, 12:45:04

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Janbu simplified
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 5
- Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 20
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Relleno	Eluvial	Are-L	Escollera	Relleno nuevo
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Generalised Hoek-Brown	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	20	20	22	20
Cohesion [kPa]	10	60		200	5
Friction Angle [deg]	25	20		50	28
Unconfined Compressive Strength (intact) [kPa]			75000		
nmb			0.485412		
ns			0.000616591		
na			0.506143		
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
18.5556	11.073
13.7304	11.073

Distributed Load

X	Y
5.05666	13.2
-0.898	13.2

External Boundary

X	Y
-2	13.2
-2	6.22951
-2	5.48431
-2	3
-2	0.452546
-2	-7
62.976	-7
62.976	-3.719
62.976	-1.113
62.976	3.418
56.9522	3.51251
30.2871	3.93088
25.882	4
23	4
22	7
20.609	11.073
18.756	11.073
13.36	11.073
11.208	9.354
10.659	9.806
10.4311	9.9763
6.118	13.2
-0.898	13.2

Material Boundary

X	Y
18.756	11.073
20.748	3.133

20.748	2.191
22.773	2.191
23	3.298
23	4

Material Boundary

X	Y
11.208	9.354
20.748	3.133

Material Boundary

X	Y
-2	0.452546
26.591	-1.269
62.976	-3.719

Material Boundary

X	Y
-2	6.22951
20.783	1.17736
23.8086	1.17736
34.598	0.659
62.976	-1.113

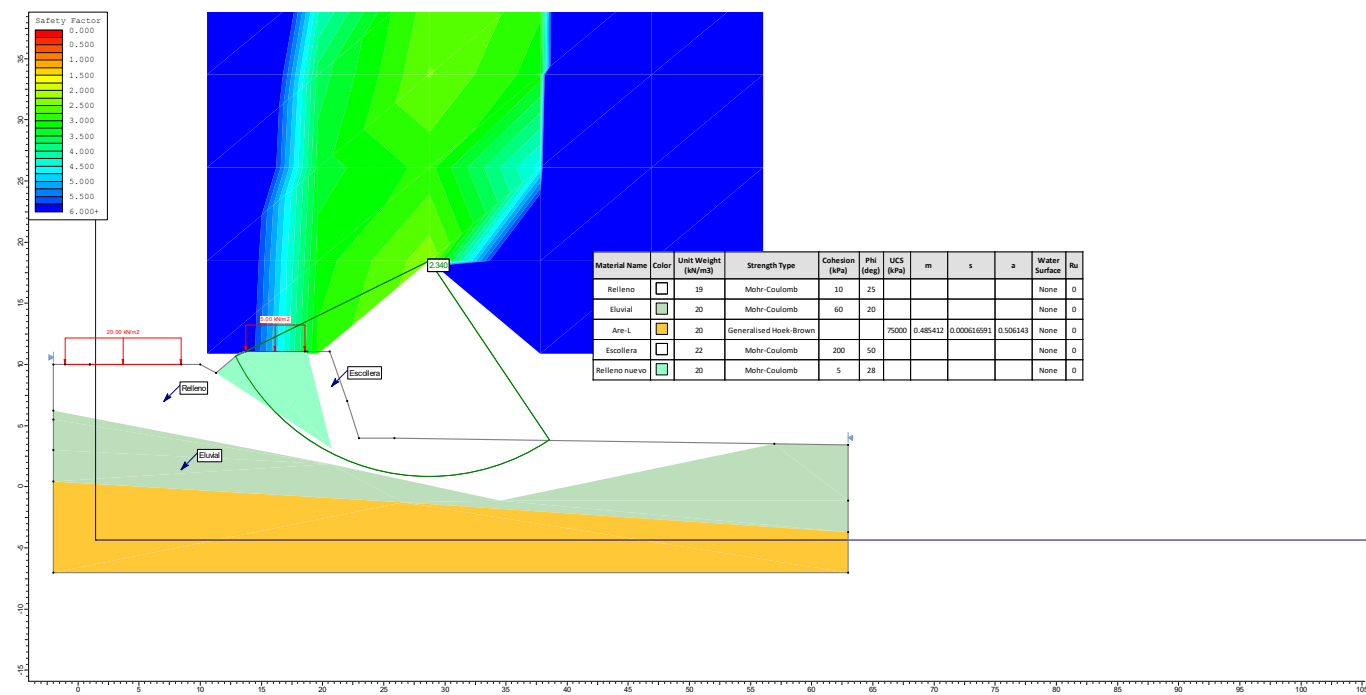
Material Boundary

23.8086	
30.2871	

X

Y

1.1773
3.9308



Swedge Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE BOROA

Document Name:

- Muro 11 con talud 1h-2V

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 12/06/2023, 13:04:05

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.5183
- Wedge height (on slope) [m]: 7.00
- Bench width (on upper face) [m]: 5.48
- Wedge volume [m³]: 128.803
- Wedge weight [tonnes]: 334.887
- Wedge area (joint1) [m²]: 30.51
- Wedge area (joint2) [m²]: 113.73
- Wedge area (slope) [m²]: 90.38
- Wedge area (upper face) [m²]: 58.89

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	165.01	253.78
Effective Normal stress [t/m²]	5.41	2.23
Shear Strength [t/m²]	2.52	1.29
Strength due to Waviness [t/m²]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 147.18
- Resisting force [tonnes]: 223.47

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
32.99	132.31	13.74

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	11.01	5.76
Joint 2	16.65	20.46

Persistence:

- Joint 1 [m]: 13.74

- Joint 2 [m]: 20.46

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	99.42	91.62
Joint 1 & Crest	50.11	72.78
Joint 2 & Crest	30.47	15.60

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	40.00	93.00
Joint Set 2	41.00	174.00
Slope	56.00	160.00
Upper Face	5.00	160.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 25.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 7.00
- Rock unit weight [t/m³]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Bolt Data:

Bolt 1 Data:

Model	active
Trend [deg]	340.00
Plunge [deg]	34.00
Length [m]	21.00
Anch. Length [m]	19.55
Capacity [tonnes]	113.00

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-8.248	2.023	7.000

Point	x	y	z
234	11.869	9.344	7.000
123	-8.519	7.756	7.479

Swedge Analysis Information

BICIPISTA ERLETXE BOROA

Document Name:

- Muro 11 con talud vertical

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 12/06/2023, 13:04:05

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.5017
- Wedge height (on slope) [m]: 7.00
- Bench width (on upper face) [m]: 10.84
- Wedge volume [m³]: 535.668
- Wedge weight [tonnes]: 1392.737
- Wedge area (joint1) [m²]: 64.13
- Wedge area (joint2) [m²]: 239.09
- Wedge area (slope) [m²]: 148.22
- Wedge area (upper face) [m²]: 230.45

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	632.08	964.24
Effective Normal stress [t/m²]	9.86	4.03
Shear Strength [t/m²]	4.60	2.33
Strength due to Waviness [t/m²]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 566.99
- Resisting force [tonnes]: 851.45

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
32.99	132.31	14.60

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	11.45	11.39
Joint 2	34.01	40.47

Persistence:

- Joint 1 [m]: 14.60

- Joint 2 [m]: 40.47

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	130.44	91.62
Joint 1 & Crest	37.68	72.78
Joint 2 & Crest	11.88	15.60

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	40.00	93.00
Joint Set 2	41.00	174.00
Slope	90.00	160.00
Upper Face	5.00	160.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 25.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 7.00
- Rock unit weight [t/m³]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Bolt Data:

Bolt 1 Data:

Model	active
Trend [deg]	340.00
Plunge [deg]	20.00
Length [m]	42.00
Anch. Length [m]	36.57
Capacity [tonnes]	374.00

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-8.516	-3.100	7.000

Point	x	y	z
234	31.278	11.384	7.000
123	-9.054	8.243	7.949

Rellenos



Table of Contents

Project Summary	3
General Settings	4
Analysis Options	5
Groundwater Analysis	6
Random Numbers	7
Surface Options	8
Seismic Loading	9
Materials	10
Global Minimums	11
Method: bishop simplified	11
Method: janbu simplified	11
Valid and Invalid Surfaces	12
Method: bishop simplified	12
Method: janbu simplified	12
Error Code Descriptions	12
Slice Data	13
Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.6086	13
Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52421	15
Interslice Data	17
Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.6086	17
Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52421	18
Entity Information	19
External Boundary	19
Material Boundary	19

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
RELLENO 5
Date Created: 16/03/2022, 11:53:29
Software Version: 9.02

Slide2 Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

Slide2 Modeler Version:	9.02
Compute Time:	00h:00m:00.607s
Date Created:	16/03/2022, 11:53:29

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

Analysis Options

Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
	Janbu simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

Random Numbers

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Grid Search
Radius Increment:	10
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis:

No

Staged pseudostatic analysis:

No

Materials

RELLENOS	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	5
Friction Angle [deg]	35
Water Surface	None
Ru Value	0
ELUVIAL	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21
Cohesion [kPa]	45
Friction Angle [deg]	25
Water Surface	None
Ru Value	0
LIMOLITAS	
Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	26.5
Allow Sliding Along Boundary	Yes
Water Surface	None
Ru Value	0
Ru Value	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS		1.608600
Center:	36.142, 26.968	
Radius:	18.986	
Left Slip Surface Endpoint:	20.884, 15.670	
Right Slip Surface Endpoint:	33.000, 8.244	
Resisting Moment:	5295.2 kN-m	
Driving Moment:	3291.81 kN-m	
Total Slice Area:	16.8014 m2	
Surface Horizontal Width:	12.1159 m	
Surface Average Height:	1.38671 m	

Method: janbu simplified

FS		1.524210
Center:	32.350, 20.900	
Radius:	12.325	
Left Slip Surface Endpoint:	21.186, 15.678	
Right Slip Surface Endpoint:	32.502, 8.576	
Resisting Horizontal Force:	266.506 kN	
Driving Horizontal Force:	174.848 kN	
Total Slice Area:	20.175 m2	
Surface Horizontal Width:	11.3164 m	
Surface Average Height:	1.78282 m	

Global Minimum Support Data

No Supports Present

Valid and Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	6534
Number of Invalid Surfaces:	2727
Error Codes	
Error Code -103 reported for 2 surfaces	
Error Code -106 reported for 11 surfaces	
Error Code -108 reported for 194 surfaces	
Error Code -1000 reported for 2520 surfaces	

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces:	6435
Number of Invalid Surfaces:	2826
Error Codes	
Error Code -103 reported for 2 surfaces	
Error Code -106 reported for 11 surfaces	
Error Code -108 reported for 293 surfaces	
Error Code -1000 reported for 2520 surfaces	

Error Code Descriptions

- The following errors were encountered during the computation:
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
 - 106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
 - 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
 - 1000 = No valid slip surface is generated

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.6086

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [deg]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [deg]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.242319	0.790432	-52.877	RELLENO S	5	35	2.87766	4.62901	-0.529828	0	-0.529828	3.27195	3.27195
2	0.242319	2.33856	-51.6814	RELLENO S	5	35	4.71755	7.58865	3.69696	0	3.69696	9.66643	9.66643
3	0.242319	3.82367	-50.5167	RELLENO S	5	35	6.53381	10.5103	7.86948	0	7.86948	15.8003	15.8003
4	0.242319	5.24499	-49.38	RELLENO S	5	35	8.31922	13.3823	11.9711	0	11.9711	21.6705	21.6705
5	0.242319	6.12308	-48.2691	RELLENO S	5	35	9.48887	15.2638	14.6582	0	14.6582	25.2967	25.2967
6	0.242319	6.63218	-47.1818	RELLENO S	5	35	10.2293	16.4548	16.3591	0	16.3591	27.3987	27.3987
7	0.242319	7.09349	-46.1164	RELLENO S	5	35	10.9209	17.5674	17.9482	0	17.9482	29.3032	29.3032
8	0.242319	7.50974	-45.0712	RELLENO S	5	35	11.565	18.6035	19.4278	0	19.4278	31.0216	31.0216
9	0.242319	7.88339	-44.0448	RELLENO S	5	35	12.1625	19.5646	20.8005	0	20.8005	32.564	32.564
10	0.242319	8.21664	-43.0358	RELLENO S	5	35	12.7144	20.4524	22.0683	0	22.0683	33.9396	33.9396
11	0.242319	8.51147	-42.0433	RELLENO S	5	35	13.2216	21.2683	23.2335	0	23.2335	35.1564	35.1564
12	0.242319	8.76968	-41.066	RELLENO S	5	35	13.685	22.0137	24.2981	0	24.2981	36.222	36.222
13	0.242319	8.99289	-40.103	RELLENO S	5	35	14.1054	22.69	25.2639	0	25.2639	37.1431	37.1431
14	0.242319	9.18257	-39.1534	RELLENO S	5	35	14.4836	23.2983	26.1327	0	26.1327	37.9256	37.9256
15	0.242319	9.3401	-38.2165	RELLENO S	5	35	14.8202	23.8398	26.9061	0	26.9061	38.5754	38.5754
16	0.242319	9.4667	-37.2916	RELLENO S	5	35	15.116	24.3156	27.5856	0	27.5856	39.0974	39.0974
17	0.242319	9.56352	-36.3778	RELLENO S	5	35	15.3716	24.7267	28.1727	0	28.1727	39.4964	39.4964
18	0.242319	9.6316	-35.4747	RELLENO S	5	35	15.5875	25.0741	28.6688	0	28.6688	39.7769	39.7769
19	0.242319	9.67192	-34.5816	RELLENO S	5	35	15.7643	25.3585	29.075	0	29.075	39.9426	39.9426
20	0.242319	9.68537	-33.698	RELLENO S	5	35	15.9026	25.5809	29.3925	0	29.3925	39.9974	39.9974
21	0.242319	9.67278	-32.8235	RELLENO S	5	35	16.0027	25.7419	29.6224	0	29.6224	39.9447	39.9447
22	0.242319	9.63492	-31.9574	RELLENO S	5	35	16.065	25.8422	29.7658	0	29.7658	39.7877	39.7877
23	0.242319	9.57251	-31.0994	RELLENO S	5	35	16.0901	25.8825	29.8234	0	29.8234	39.5293	39.5293
24	0.242319	9.48622	-30.2492	RELLENO S	5	35	16.0783	25.8635	29.7961	0	29.7961	39.1724	39.1724
25	0.242319	9.37667	-29.4062	RELLENO S	5	35	16.0298	25.7855	29.6847	0	29.6847	38.7193	38.7193
26	0.242319	9.24444	-28.5701	RELLENO S	5	35	15.945	25.6491	29.49	0	29.49	38.1727	38.1727
27	0.242319	9.09008	-27.7407	RELLENO S	5	35	15.8242	25.4548	29.2126	0	29.2126	37.5348	37.5348
28	0.242319	8.91409	-26.9175	RELLENO S	5	35	15.6677	25.203	28.8529	0	28.8529	36.8076	36.8076
29	0.242319	8.71696	-26.1003	RELLENO S	5	35	15.4756	24.894	28.4116	0	28.4116	35.9931	35.9931
30	0.242319	8.49912	-25.2887	RELLENO S	5	35	15.2481	24.5281	27.889	0	27.889	35.0931	35.0931

31	0.242319	8.261	-24.4826	RELLENO S	5	35	14.9855	24.1056	27.2856	0	27.2856	34.1094	34.1094
32	0.242319	8.00299	-23.6816	RELLENO S	5	35	14.6878	23.6268	26.6018	0	26.6018	33.0436	33.0436
33	0.242319	7.72546	-22.8854	RELLENO S	5	35	14.3552	23.0918	25.8377	0	25.8377	31.8973	31.8973
34	0.242319	7.42876	-22.0939	RELLENO S	5	35	13.9878	22.5008	24.9938	0	24.9938	30.6719	30.6719
35	0.242319	7.11322	-21.3069	RELLENO S	5	35	13.5857	21.854	24.07	0	24.07	29.3687	29.3687
36	0.242319	6.77913	-20.524	RELLENO S	5	35	13.1489	21.1514	23.0666	0	23.0666	27.989	27.989
37	0.242319	6.4268	-19.7451	RELLENO S	5	35	12.6775	20.3931	21.9836	0	21.9836	26.534	26.534
38	0.242319	6.05648	-18.97	RELLENO S	5	35	12.1715	19.579	20.821	0	20.821	25.0049	25.0049
39	0.242319	5.66844	-18.1985	RELLENO S	5	35	11.6308	18.7093	19.5789	0	19.5789	23.4026	23.4026
40	0.242319	5.26291	-17.4303	RELLENO S	5	35	11.0555	17.7838	18.2571	0	18.2571	21.7281	21.7281
41	0.242319	4.84013	-16.6654	RELLENO S	5	35	10.4454	16.8024	16.8555	0	16.8555	19.9824	19.9824
42	0.242319	4.40029	-15.9036	RELLENO S	5	35	9.80045	15.765	15.374	0	15.374	18.1664	18.1664
43	0.242319	3.9436	-15.1446	RELLENO S	5	35	9.12067	14.6715	13.8124	0	13.8124	16.2809	16.2809
44	0.242319	3.47024	-14.3883	RELLENO S	5	35	8.40586	13.5217	12.1702	0	12.1702	14.3267	14.3267
45	0.242319	2.98039	-13.6346	RELLENO S	5	35	7.65589	12.3153	10.4473	0	10.4473	12.3043	12.3043
46	0.242319	2.4742	-12.8833	RELLENO S	5	35	6.87058	11.052	8.64317	0	8.64317	10.2146	10.2146
47	0.242319	1.95183	-12.1342	RELLENO S	5	35	6.04976	9.73165	6.7575	0	6.7575	8.05824	8.05824
48	0.242319	1.41342	-11.3873	RELLENO S	5	35	5.19321	8.3538	4.78974	0	4.78974	5.83567	5.83567
49	0.242319	0.859102	-10.6423	RELLENO S	5	35	4.3007	6.9181	2.73933	0	2.73933	3.54746	3.54746
50	0.242319	0.28899	-9.89906	RELLENO S	5	35	3.37195	5.42412	0.605705	0	0.605705	1.19415	1.19415

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52421													
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [deg]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [deg]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.226327	1.05117	-63.7422	RELLENO S	5	35	2.80242	4.27147	-1.04045	0	-1.04045	4.64035	4.64035
2	0.226327	3.05671	-61.4522	RELLENO S	5	35	5.14074	7.83556	4.0496	0	4.0496	13.4989	13.4989
3	0.226327	4.87648	-59.3203	RELLENO S	5	35	7.42497	11.3172	9.02192	0	9.02192	21.5371	21.5371
4	0.226327	6.09662	-57.315	RELLENO S	5	35	9.12032	13.9013	12.7123	0	12.7123	26.9269	26.9269
5	0.226327	6.95491	-55.414	RELLENO S	5	35	10.4377	15.9093	15.5801	0	15.5801	30.7184	30.7184
6	0.226327	7.70964	-53.6007	RELLENO S	5	35	11.659	17.7707	18.2384	0	18.2384	34.0526	34.0526
7	0.226327	8.37385	-51.8623	RELLENO S	5	35	12.7891	19.4933	20.6986	0	20.6986	36.987	36.987
8	0.226327	8.95781	-50.1887	RELLENO S	5	35	13.8329	21.0843	22.9708	0	22.9708	39.567	39.567
9	0.226327	9.46983	-48.572	RELLENO S	5	35	14.7947	22.5503	25.0644	0	25.0644	41.8292	41.8292
10	0.226327	9.9167	-47.0054	RELLENO S	5	35	15.6782	23.8969	26.9876	0	26.9876	43.8036	43.8036
11	0.226327	10.3041	-45.4836	RELLENO S	5	35	16.4868	25.1294	28.7477	0	28.7477	45.5153	45.5153
12	0.226327	10.6368	-44.0019	RELLENO S	5	35	17.2235	26.2523	30.3515	0	30.3515	46.9852	46.9852
13	0.226327	10.9188	-42.5564	RELLENO S	5	35	17.8912	27.2699	31.8047	0	31.8047	48.2314	48.2314
14	0.226327	11.1536	-41.1436	RELLENO S	5	35	18.4921	28.1858	33.1128	0	33.1128	49.2693	49.2693
15	0.226327	11.3444	-39.7607	RELLENO S	5	35	19.0285	29.0034	34.2803	0	34.2803	50.1121	50.1121
16	0.226327	11.4936	-38.405	RELLENO S	5	35	19.5024	29.7257	35.3118	0	35.3118	50.772	50.772
17	0.226327	11.6038	-37.0743	RELLENO S	5	35	19.9154	30.3552	36.2111	0	36.2111	51.259	51.259
18	0.226327	11.6768	-35.7666	RELLENO S	5	35	20.2692	30.8945	36.9813	0	36.9813	51.582	51.582
19	0.226327	11.7146	-34.4801	RELLENO S	5	35	20.5653	31.3458	37.6255	0	37.6255	51.7491	51.7491
20	0.226327	11.7187	-33.2131	RELLENO S	5	35	20.8047	31.7108	38.147	0	38.147	51.768	51.768
21	0.226327	11.6908	-31.9642	RELLENO S	5	35	20.9888	31.9914	38.5477	0	38.5477	51.6448	51.6448
22	0.226327	11.6319	-30.7321	RELLENO S	5	35	21.1185	32.189	38.83	0	38.83	51.3853	51.3853
23	0.226327	11.5435	-29.5156	RELLENO S	5	35	21.1947	32.3051	38.9957	0	38.9957	50.9947	50.9947
24	0.226327	11.4264	-28.3135	RELLENO S	5	35	21.2181	32.3409	39.0469	0	39.0469	50.4782	50.4782
25	0.226327	11.2818	-27.1248	RELLENO S	5	35	21.1896	32.2974	38.9847	0	38.9847	49.8396	49.8396
26	0.226327	11.1105	-25.9487	RELLENO S	5	35	21.1096	32.1755	38.8106	0	38.8106	49.083	49.083
27	0.226327	10.9133	-24.7842	RELLENO S	5	35	20.9787	31.9759	38.5256	0	38.5256	48.2121	48.2121
28	0.226327	10.6909	-23.6305	RELLENO S	5	35	20.7973	31.6994	38.1308	0	38.1308	47.2301	47.2301
29	0.226327	10.4441	-22.487	RELLENO S	5	35	20.5657	31.3465	37.6267	0	37.6267	46.1399	46.1399
30	0.226327	10.1734	-21.3528	RELLENO S	5	35	20.2843	30.9176	37.0142	0	37.0142	44.9443	44.9443
31	0.226327	9.87942	-20.2273	RELLENO S	5	35	19.9533	30.413	36.2936	0	36.2936	43.6458	43.6458
32	0.226327	9.56265	-19.1099	RELLENO S	5	35	19.5727	29.8329	35.4651	0	35.4651	42.2465	42.2465
33	0.226327	9.22358	-18	RELLENO S	5	35	19.1426	29.1774	34.529	0	34.529	40.7488	40.7488

34	0.226327	8.86262	-16.897	RELLENO S	5	35	18.6631	28.4465	33.4851	0	33.4851	39.1544	39.1544
35	0.226327	8.48019	-15.8005	RELLENO S	5	35	18.134	27.6401	32.3334	0	32.3334	37.465	37.465
36	0.226327	8.07663	-14.7099	RELLENO S	5	35	17.5553	26.7579	31.0735	0	31.0735	35.6823	35.6823
37	0.226327	7.65227	-13.6247	RELLENO S	5	35	16.9266	25.7997	29.705	0	29.705	33.8077	33.8077
38	0.226327	7.20741	-12.5444	RELLENO S	5	35	16.2477	24.7649	28.2273	0	28.2273	31.8425	31.8425
39	0.226327	6.74232	-11.4687	RELLENO S	5	35	15.5183	23.6532	26.6395	0	26.6395	29.7879	29.7879
40	0.226327	6.25724	-10.3971	RELLENO S	5	35	14.7379	22.4637	24.9408	0	24.9408	27.6449	27.6449
41	0.226327	5.75239	-9.32909	RELLENO S	5	35	13.9062	21.1959	23.1301	0	23.1301	25.4146	25.4146
42	0.226327	5.22795	-8.26438	RELLENO S	5	35	13.0224	19.8488	21.2062	0	21.2062	23.0977	23.0977
43	0.226327	4.68409	-7.20253	RELLENO S	5	35	12.0858	18.4213	19.1677	0	19.1677	20.695	20.695
44	0.226327	4.12097	-6.14317	RELLENO S	5	35	11.0959	16.9125	17.0129	0	17.0129	18.2071	18.2071
45	0.226327	3.5387	-5.08591	RELLENO S	5	35	10.0518	15.3211	14.7401	0	14.7401	15.6347	15.6347
46	0.226327	2.93739	-4.03039	RELLENO S	5	35	8.9526	13.6456	12.3472	0	12.3472	12.978	12.978
47	0.226327	2.31712	-2.97623	RELLENO S	5	35	7.79723	11.8846	9.83225	0	9.83225	10.2376	10.2376
48	0.226327	1.67796	-1.92309	RELLENO S	5	35	6.58461	10.0363	7.19261	0	7.19261	7.4137	7.4137
49	0.226327	1.01995	-0.87059	RELLENO S	5	35	5.31353	8.09893	4.42574	0	4.42574	4.50648	4.50648
50	0.226327	0.34312	0.181613	RELLENO S	5	35	3.98264	6.07038	1.52867	0	1.52867	1.51604	1.51604

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.6086

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [deg]
1	20.8836	15.6703	0	0	0
2	21.1259	15.3502	-0.865095	0	0
3	21.3682	15.0435	-0.871657	0	0
4	21.6106	14.7494	-0.136095	0	0
5	21.8529	14.4669	1.23538	0	0
6	22.0952	14.1952	2.9244	0	0
7	22.3375	13.9337	4.73032	0	0
8	22.5798	13.6817	6.61299	0	0
9	22.8221	13.4388	8.53737	0	0
10	23.0645	13.2044	10.4729	0	0
11	23.3068	12.9782	12.3931	0	0
12	23.5491	12.7597	14.2745	0	0
13	23.7914	12.5485	16.0973	0	0
14	24.0337	12.3445	17.844	0	0
15	24.2761	12.1472	19.4996	0	0
16	24.5184	11.9564	21.0515	0	0
17	24.7607	11.7718	22.4889	0	0
18	25.003	11.5933	23.8029	0	0
19	25.2453	11.4206	24.9863	0	0
20	25.4877	11.2536	26.0334	0	0
21	25.73	11.092	26.9397	0	0
22	25.9723	10.9357	27.7022	0	0
23	26.2146	10.7845	28.3192	0	0
24	26.4569	10.6383	28.7899	0	0
25	26.6993	10.497	29.1146	0	0
26	26.9416	10.3605	29.2947	0	0
27	27.1839	10.2285	29.3324	0	0
28	27.4262	10.1011	29.2308	0	0
29	27.6685	9.97804	28.994	0	0
30	27.9108	9.85933	28.6266	0	0
31	28.1532	9.74484	28.1343	0	0
32	28.3955	9.6345	27.5234	0	0
33	28.6378	9.52822	26.8008	0	0
34	28.8801	9.42594	25.9742	0	0
35	29.1224	9.32757	25.0522	0	0
36	29.3648	9.23306	24.0436	0	0
37	29.6071	9.14235	22.9582	0	0
38	29.8494	9.05537	21.8064	0	0
39	30.0917	8.97207	20.5991	0	0
40	30.334	8.89241	19.3478	0	0
41	30.5764	8.81633	18.0649	0	0
42	30.8187	8.74379	16.7632	0	0
43	31.061	8.67475	15.4561	0	0
44	31.3033	8.60916	14.1577	0	0
45	31.5456	8.547	12.8827	0	0
46	31.7879	8.48822	11.6465	0	0
47	32.0303	8.4328	10.465	0	0
48	32.2726	8.3807	9.35495	0	0
49	32.5149	8.33189	8.33361	0	0
50	32.7572	8.28636	7.41894	0	0
51	32.9995	8.24407	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52421

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [deg]
1	21.1855	15.6778	0	0	0
2	21.4119	15.2191	-1.11207	0	0
3	21.6382	14.803	-0.591713	0	0
4	21.8645	14.4216	1.16832	0	0
5	22.0908	14.0688	3.58685	0	0
6	22.3172	13.7406	6.33699	0	0
7	22.5435	13.4336	9.29535	0	0
8	22.7698	13.1453	12.3652	0	0
9	22.9962	12.8738	15.4696	0	0
10	23.2225	12.6173	18.5468	0	0
11	23.4488	12.3746	21.5471	0	0
12	23.6751	12.1444	24.4302	0	0
13	23.9015	11.9258	27.1633	0	0
14	24.1278	11.718	29.7201	0	0
15	24.3541	11.5203	32.0796	0	0
16	24.5804	11.332	34.225	0	0
17	24.8068	11.1525	36.1434	0	0
18	25.0331	10.9815	37.8252	0	0
19	25.2594	10.8185	39.2635	0	0
20	25.4858	10.6631	40.454	0	0
21	25.7121	10.5149	41.3945	0	0
22	25.9384	10.3737	42.0847	0	0
23	26.1647	10.2391	42.5263	0	0
24	26.3911	10.111	42.7224	0	0
25	26.6174	9.98903	42.6778	0	0
26	26.8437	9.87309	42.3985	0	0
27	27.07	9.76295	41.8918	0	0
28	27.2964	9.65845	41.1663	0	0
29	27.5227	9.55943	40.2317	0	0
30	27.749	9.46574	39.0989	0	0
31	27.9754	9.37726	37.7797	0	0
32	28.2017	9.29387	36.2872	0	0
33	28.428	9.21545	34.6352	0	0
34	28.6543	9.14191	32.8387	0	0
35	28.8807	9.07316	30.9138	0	0
36	29.107	9.00911	28.8774	0	0
37	29.3333	8.9497	26.7476	0	0
38	29.5596	8.89484	24.5434	0	0
39	29.786	8.84448	22.2849	0	0
40	30.0123	8.79856	19.9934	0	0
41	30.2386	8.75704	17.6911	0	0
42	30.4649	8.71985	15.4015	0	0
43	30.6913	8.68698	13.1491	0	0
44	30.9176	8.65838	10.96	0	0
45	31.1439	8.63402	8.86132	0	0
46	31.3703	8.61388	6.88157	0	0
47	31.5966	8.59793	5.05079	0	0
48	31.8229	8.58616	3.40048	0	0
49	32.0492	8.57856	1.96378	0	0
50	32.2756	8.57512	0.77553	0	0
51	32.5019	8.57584	0	0	0

Discharge Sections

Entity Information

External Boundary

X	Y
3.655	16.084
3.655	15.3701
3.655	13.8285
3.655	4.19999
38.0199	4.19999
38.0199	5.68214
38.0199	7.57599
36.5224	7.666
33.1907	8.19999
33.0199	8.2305
22.2443	15.4143
21.825	15.6938
15.825	15.5438
13.655	15.6478
13.1502	15.9916
11.8887	16.073

Material Boundary

X	Y
3.655	15.3701
18.0639	11.9544
19.825	11.5219
21.0236	11.2551
21.825	11.1259
22.2443	11.0204
24.0671	10.4667
25.6753	9.53249
26.2374	9.41109
26.4632	9.249
26.5314	9.15069
26.9011	9.0973
27.0146	9.18639
27.2404	9.252
27.4329	9.34859
29.9947	8.76909
33.0199	8.2305

Material Boundary

X	Y
13.655	15.6478
15.8582	14.0124
16.2408	13.2
17.2325	12.3647
17.455	12.2691
17.9193	12.156
18.0639	11.9544

Material Boundary

X	Y
3.655	13.8285
17.7179	10.4948
38.0199	5.68214



Table of Contents

Project Summary	3
General Settings	4
Analysis Options	5
Groundwater Analysis	6
Random Numbers	7
Surface Options	8
Seismic Loading	9
Materials	10
Entity Information	11
Group 1	11
Shared Entities	11

R6
BIDEGORRI ERLETXE - BOROA
Date Created: 16/03/2022, 12:15:12
Software Version: 9.02

Slide2 Analysis Information

R6

Project Summary

File Name:	R6.slmd
Last saved with Slide2 version:	9.02
Project Title:	BIDEGORRI ERLETXE - BOROA
Analysis:	RELLENO 3+130 - 3+160
Date Created:	16/03/2022, 12:15:12

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

Analysis Options

Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
	Janbu simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

Random Numbers

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Grid Search
Radius Increment:	10
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Materials

RELLENOS	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	5
Friction Angle [deg]	35
Water Surface	None
Ru Value	0
ELUVIAL	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21
Cohesion [kPa]	45
Friction Angle [deg]	25
Water Surface	None
Ru Value	0
LIMOLITAS	
Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	26.5
Allow Sliding Along Boundary	Yes
Water Surface	None
Ru Value	0
Ru Value	0

Entity Information

◆ **Group 1**

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
External Boundary	5.2955, 13.3673 5.2955, 12.2955 5.2955, 4.19999 34.3929, 4.19999 34.3929, 5.77207 34.3929, 7.30359 34.1513, 7.35339 33.588, 7.43709 32.9875, 7.56639 32.3193, 7.67729 32.1467, 7.69999 30.5043, 7.94026 29.3929, 8.09779 21.825, 13.1431 15.825, 12.9931 15.5577, 12.9209 15.325, 12.9931 14.808, 13.134 13.6998, 13.278 13.3998, 13.0963 12.2672, 13.3399 11.3804, 13.3673
Material Boundary	5.2955, 12.2955 15.5448, 11.4209 16.2213, 11.3616 24.9989, 7.09999 31.9351, 6.21499 33.3196, 5.9605 34.3929, 5.77207
Material Boundary	15.5577, 12.9209 16.8161, 12.8179 20.3145, 9.71819 21.3695, 9.69219 21.594, 10.0735 22.4756, 10.0735 23.4901, 9.59369 24.2875, 8.63379 24.8888, 8.61179 25.3211, 8.58069 28.5615, 8.19999 29.3929, 8.09779



Table of Contents

Project Summary	3
General Settings	4
Analysis Options	5
Groundwater Analysis	6
Random Numbers	7
Surface Options	8
Seismic Loading	9
Materials	10
Global Minimums	11
Method: bishop simplified	11
Method: janbu simplified	11
Valid and Invalid Surfaces	12
Method: bishop simplified	12
Method: janbu simplified	12
Error Code Descriptions	12
Slice Data	13
Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.60685	13
Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52158	15
Interslice Data	17
Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.60685	17
Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52158	18
Entity Information	19
External Boundary	19
Material Boundary	19

BIDEGORRI ERLETXE - BOROA
Date Created: 16/03/2022, 12:35:03
Software Version: 9.02

Slide2 Analysis Information

BIDEGORRI ERLETXE - BOROA

Project Summary

Slide2 Modeler Version:	9.02
Compute Time:	00h:00m:00.569s
Date Created:	16/03/2022, 12:35:03

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

Analysis Options

Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
	Janbu simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

Random Numbers

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Grid Search
Radius Increment:	10
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Materials

RELLENOS	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	5
Friction Angle [deg]	35
Water Surface	None
Ru Value	0
ELUVIAL	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21
Cohesion [kPa]	45
Friction Angle [deg]	25
Water Surface	None
Ru Value	0
LIMOLITAS	
Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	26.5
Allow Sliding Along Boundary	Yes
Water Surface	None
Ru Value	0
Ru Value	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS		1.606850
Center:	31.851, 24.206	
Radius:	16.625	
Left Slip Surface Endpoint:	18.019, 14.983	
Right Slip Surface Endpoint:	30.126, 7.671	
Resisting Moment:	5182.27 kN-m	
Driving Moment:	3225.12 kN-m	
Total Slice Area:	19.2105 m2	
Surface Horizontal Width:	12.1073 m	
Surface Average Height:	1.58669 m	

Method: janbu simplified

FS		1.521580
Center:	30.669, 21.865	
Radius:	14.129	
Left Slip Surface Endpoint:	18.325, 14.991	
Right Slip Surface Endpoint:	30.004, 7.752	
Resisting Horizontal Force:	260.014 kN	
Driving Horizontal Force:	170.885 kN	
Total Slice Area:	19.5212 m2	
Surface Horizontal Width:	11.6791 m	
Surface Average Height:	1.67146 m	

Global Minimum Support Data

No Supports Present

Valid and Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	7454
Number of Invalid Surfaces:	1618
Error Codes	
Error Code -102 reported for 1 surface	
Error Code -103 reported for 84 surfaces	
Error Code -106 reported for 57 surfaces	
Error Code -108 reported for 237 surfaces	
Error Code -1000 reported for 1239 surfaces	

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces:	7334
Number of Invalid Surfaces:	1738
Error Codes	
Error Code -102 reported for 1 surface	
Error Code -103 reported for 84 surfaces	
Error Code -106 reported for 57 surfaces	
Error Code -108 reported for 357 surfaces	
Error Code -1000 reported for 1239 surfaces	

Error Code Descriptions

- The following errors were encountered during the computation:
- 102 = Two surface / slope intersections, but resulting arc is actually outside soil region.
 - 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
 - 106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
 - 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
 - 1000 = No valid slip surface is generated

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.60685

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [deg]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [deg]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.242145	0.869962	-55.5679	RELLENO S	5	35	2.86231	4.5993	-0.572254	0	-0.572254	3.60303	3.60303
2	0.242145	2.56512	-54.118	RELLENO S	5	35	4.82721	7.7566	3.93683	0	3.93683	10.6098	10.6098
3	0.242145	4.17514	-52.7173	RELLENO S	5	35	6.76351	10.8679	8.38029	0	8.38029	17.2642	17.2642
4	0.242145	5.70808	-51.3602	RELLENO S	5	35	8.66975	13.931	12.7548	0	12.7548	23.5997	23.5997
5	0.242145	7.08203	-50.0422	RELLENO S	5	35	10.44	16.7755	16.8172	0	16.8172	29.2777	29.2777
6	0.242145	7.78394	-48.7595	RELLENO S	5	35	11.4449	18.3902	19.1232	0	19.1232	32.1779	32.1779
7	0.242145	8.31112	-47.5088	RELLENO S	5	35	12.2537	19.6898	20.9792	0	20.9792	34.3559	34.3559
8	0.242145	8.7827	-46.2873	RELLENO S	5	35	13.0043	20.8959	22.7018	0	22.7018	36.3039	36.3039
9	0.242145	9.20243	-45.0924	RELLENO S	5	35	13.6985	22.0115	24.2949	0	24.2949	38.0377	38.0377
10	0.242145	9.57355	-43.9221	RELLENO S	5	35	14.3379	23.0389	25.7622	0	25.7622	39.5705	39.5705
11	0.242145	9.89891	-42.7743	RELLENO S	5	35	14.9239	23.9804	27.1069	0	27.1069	40.9141	40.9141
12	0.242145	10.181	-41.6475	RELLENO S	5	35	15.4578	24.8383	28.3321	0	28.3321	42.079	42.079
13	0.242145	10.4222	-40.54	RELLENO S	5	35	15.9408	25.6145	29.4406	0	29.4406	43.0746	43.0746
14	0.242145	10.6243	-39.4506	RELLENO S	5	35	16.3742	26.3109	30.4351	0	30.4351	43.9092	43.9092
15	0.242145	10.7894	-38.3779	RELLENO S	5	35	16.7589	26.929	31.3179	0	31.3179	44.5903	44.5903
16	0.242145	10.919	-37.3209	RELLENO S	5	35	17.0959	27.4706	32.0914	0	32.0914	45.1248	45.1248
17	0.242145	11.0146	-36.2787	RELLENO S	5	35	17.3862	27.937	32.7574	0	32.7574	45.5189	45.5189
18	0.242145	11.0775	-35.2501	RELLENO S	5	35	17.6305	28.3296	33.3181	0	33.3181	45.7782	45.7782
19	0.242145	11.1091	-34.2345	RELLENO S	5	35	17.8297	28.6496	33.7751	0	33.7751	45.9078	45.9078
20	0.242145	11.1104	-33.2309	RELLENO S	5	35	17.9843	28.8981	34.13	0	34.13	45.9125	45.9125
21	0.242145	11.0826	-32.2388	RELLENO S	5	35	18.0951	29.0761	34.3843	0	34.3843	45.7964	45.7964
22	0.242145	11.0265	-31.2573	RELLENO S	5	35	18.1627	29.1847	34.5393	0	34.5393	45.5638	45.5638
23	0.242145	10.943	-30.286	RELLENO S	5	35	18.1874	29.2245	34.5962	0	34.5962	45.2182	45.2182
24	0.242145	10.833	-29.3242	RELLENO S	5	35	18.17	29.1965	34.5562	0	34.5562	44.7629	44.7629
25	0.242145	10.6972	-28.3714	RELLENO S	5	35	18.1108	29.1014	34.4203	0	34.4203	44.2011	44.2011
26	0.242145	10.5364	-27.4271	RELLENO S	5	35	18.0101	28.9396	34.1893	0	34.1893	43.5357	43.5357
27	0.242145	10.3511	-26.4908	RELLENO S	5	35	17.8684	28.7119	33.8641	0	33.8641	42.7694	42.7694
28	0.242145	10.1419	-25.562	RELLENO S	5	35	17.686	28.4187	33.4453	0	33.4453	41.9046	41.9046
29	0.242145	9.90955	-24.6404	RELLENO S	5	35	17.463	28.0604	32.9337	0	32.9337	40.9437	40.9437
30	0.242145	9.65439	-23.7256	RELLENO S	5	35	17.1997	27.6374	32.3296	0	32.3296	39.8889	39.8889

31	0.242145	9.37697	-22.8171	RELLENO S	5	35	16.8965	27.1501	31.6336	0	31.6336	38.7421	38.7421
32	0.242145	9.07774	-21.9147	RELLENO S	5	35	16.5533	26.5986	30.846	0	30.846	37.5053	37.5053
33	0.242145	8.7571	-21.0179	RELLENO S	5	35	16.1703	25.9832	29.967	0	29.967	36.18	36.18
34	0.242145	8.41547	-20.1265	RELLENO S	5	35	15.7475	25.3039	28.997	0	28.997	34.7681	34.7681
35	0.242145	8.05319	-19.2402	RELLENO S	5	35	15.2852	24.561	27.936	0	27.936	33.2709	33.2709
36	0.242145	7.67062	-18.3586	RELLENO S	5	35	14.7832	23.7544	26.784	0	26.784	31.6899	31.6899
37	0.242145	7.26806	-17.4815	RELLENO S	5	35	14.2416	22.8841	25.5411	0	25.5411	30.0264	30.0264
38	0.242145	6.84582	-16.6086	RELLENO S	5	35	13.6603	21.95	24.2071	0	24.2071	28.2816	28.2816
39	0.242145	6.40416	-15.7397	RELLENO S	5	35	13.0392	20.952	22.7818	0	22.7818	26.4567	26.4567
40	0.242145	5.94334	-14.8744	RELLENO S	5	35	12.3782	19.8899	21.265	0	21.265	24.5527	24.5527
41	0.242145	5.4636	-14.0126	RELLENO S	5	35	11.6772	18.7635	19.6564	0	19.6564	22.5705	22.5705
42	0.242145	4.96516	-13.1541	RELLENO S	5	35	10.936	17.5725	17.9554	0	17.9554	20.5112	20.5112
43	0.242145	4.44822	-12.2985	RELLENO S	5	35	10.1544	16.3166	16.1618	0	16.1618	18.3755	18.3755
44	0.242145	3.91296	-11.4457	RELLENO S	5	35	9.33212	14.9953	14.2748	0	14.2748	16.1642	16.1642
45	0.242145	3.35955	-10.5955	RELLENO S	5	35	8.46889	13.6082	12.2938	0	12.2938	13.8781	13.8781
46	0.242145	2.78816	-9.74762	RELLENO S	5	35	7.56438	12.1548	10.2182	0	10.2182	11.5176	11.5176
47	0.242145	2.19893	-8.9019	RELLENO S	5	35	6.61826	10.6346	8.04697	0	8.04697	9.08358	9.08358
48	0.242145	1.59198	-8.05813	RELLENO S	5	35	5.63011	9.04675	5.77936	0	5.77936	6.57645	6.57645
49	0.242145	0.967428	-7.21612	RELLENO S	5	35	4.59951	7.39073	3.41431	0	3.41431	3.99668	3.99668
50	0.242145	0.325384	-6.37567	RELLENO S	5	35	3.52598	5.66572	0.950741	0	0.950741	1.34473	1.34473

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52158													
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [deg]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [deg]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.233582	0.956373	-59.94	RELLENO S	5	35	2.87943	4.38128	-0.883627	0	-0.883627	4.09165	4.09165
2	0.233582	2.80288	-58.0982	RELLENO S	5	35	5.06306	7.70385	3.86149	0	3.86149	11.9951	11.9951
3	0.233582	4.52621	-56.3473	RELLENO S	5	35	7.21388	10.9765	8.53531	0	8.53531	19.3714	19.3714
4	0.233582	6.00154	-54.6735	RELLENO S	5	35	9.15935	13.9367	12.7629	0	12.7629	25.6864	25.6864
5	0.233582	6.82657	-53.0662	RELLENO S	5	35	10.3785	15.7917	15.4122	0	15.4122	29.218	29.218
6	0.233582	7.51128	-51.5169	RELLENO S	5	35	11.4515	17.4244	17.7438	0	17.7438	32.149	32.149
7	0.233582	8.12078	-50.0187	RELLENO S	5	35	12.4492	18.9425	19.912	0	19.912	34.7582	34.7582
8	0.233582	8.66208	-48.5658	RELLENO S	5	35	13.3747	20.3507	21.923	0	21.923	37.0754	37.0754
9	0.233582	9.14096	-47.1537	RELLENO S	5	35	14.2305	21.6529	23.7828	0	23.7828	39.1255	39.1255
10	0.233582	9.56235	-45.7781	RELLENO S	5	35	15.0192	22.8529	25.4966	0	25.4966	40.9294	40.9294
11	0.233582	9.93046	-44.4357	RELLENO S	5	35	15.743	23.9542	27.0695	0	27.0695	42.5053	42.5053
12	0.233582	10.2489	-43.1235	RELLENO S	5	35	16.4039	24.9599	28.5057	0	28.5057	43.8688	43.8688
13	0.233582	10.5209	-41.8389	RELLENO S	5	35	17.0038	25.8727	29.8094	0	29.8094	45.0333	45.0333
14	0.233582	10.7492	-40.5796	RELLENO S	5	35	17.5445	26.6954	30.9843	0	30.9843	46.0109	46.0109
15	0.233582	10.9363	-39.3435	RELLENO S	5	35	18.0275	27.4303	32.0338	0	32.0338	46.812	46.812
16	0.233582	11.0844	-38.129	RELLENO S	5	35	18.4542	28.0795	32.9609	0	32.9609	47.4459	47.4459
17	0.233582	11.1953	-36.9344	RELLENO S	5	35	18.8258	28.645	33.7685	0	33.7685	47.921	47.921
18	0.233582	11.2709	-35.7582	RELLENO S	5	35	19.1437	29.1286	34.4592	0	34.4592	48.2448	48.2448
19	0.233582	11.3127	-34.5992	RELLENO S	5	35	19.4087	29.5319	35.0351	0	35.0351	48.4239	48.4239
20	0.233582	11.3221	-33.4562	RELLENO S	5	35	19.622	29.8564	35.4986	0	35.4986	48.4645	48.4645
21	0.233582	11.3004	-32.328	RELLENO S	5	35	19.7843	30.1034	35.8513	0	35.8513	48.372	48.372
22	0.233582	11.2488	-31.2137	RELLENO S	5	35	19.8965	30.2741	36.0951	0	36.0951	48.1514	48.1514
23	0.233582	11.1684	-30.1124	RELLENO S	5	35	19.9593	30.3696	36.2315	0	36.2315	47.8073	47.8073
24	0.233582	11.0601	-29.0232	RELLENO S	5	35	19.9732	30.3908	36.2619	0	36.2619	47.3438	47.3438
25	0.233582	10.9247	-27.9455	RELLENO S	5	35	19.9389	30.3386	36.1873	0	36.1873	46.7647	46.7647
26	0.233582	10.7632	-26.8784	RELLENO S	5	35	19.8569	30.2138	36.0091	0	36.0091	46.0736	46.0736
27	0.233582	10.5763	-25.8212	RELLENO S	5	35	19.7275	30.0169	35.7279	0	35.7279	45.2736	45.2736
28	0.233582	10.3646	-24.7734	RELLENO S	5	35	19.5511	29.7486	35.3447	0	35.3447	44.3676	44.3676
29	0.233582	10.1288	-23.7344	RELLENO S	5	35	19.3281	29.4093	34.8601	0	34.8601	43.3584	43.3584
30	0.233582	9.86951	-22.7037	RELLENO S	5	35	19.0587	28.9994	34.2747	0	34.2747	42.2486	42.2486
31	0.233582	9.58721	-21.6806	RELLENO S	5	35	18.7431	28.5191	33.5888	0	33.5888	41.0402	41.0402
32	0.233582	9.28242	-20.6647	RELLENO S	5	35	18.3814	27.9688	32.8029	0	32.8029	39.7357	39.7357
33	0.233582	8.9556	-19.6556	RELLENO S	5	35	17.9738	27.3485	31.917	0	31.917	38.3368	38.3368

34	0.233582	8.60717	-18.6528	RELLENO S	5	35	17.5201	26.6583	30.9312	0	30.9312	36.8454	36.8454
35	0.233582	8.23753	-17.6559	RELLENO S	5	35	17.0205	25.8981	29.8456	0	29.8456	35.2631	35.2631
36	0.233582	7.84703	-16.6645	RELLENO S	5	35	16.475	25.068	28.66	0	28.66	33.5916	33.5916
37	0.233582	7.436	-15.6782	RELLENO S	5	35	15.8832	24.1676	27.3742	0	27.3742	31.8322	31.8322
38	0.233582	7.00476	-14.6966	RELLENO S	5	35	15.2452	23.1968	25.9877	0	25.9877	29.9863	29.9863
39	0.233582	6.55358	-13.7195	RELLENO S	5	35	14.5607	22.1552	24.5002	0	24.5002	28.0549	28.0549
40	0.233582	6.08272	-12.7464	RELLENO S	5	35	13.8294	21.0425	22.911	0	22.911	26.0394	26.0394
41	0.233582	5.59241	-11.777	RELLENO S	5	35	13.0509	19.858	21.2195	0	21.2195	23.9405	23.9405
42	0.233582	5.08287	-10.811	RELLENO S	5	35	12.2251	18.6014	19.4248	0	19.4248	21.7593	21.7593
43	0.233582	4.55429	-9.84811	RELLENO S	5	35	11.3513	17.2719	17.526	0	17.526	19.4965	19.4965
44	0.233582	4.00684	-8.88804	RELLENO S	5	35	10.4291	15.8687	15.5221	0	15.5221	17.153	17.153
45	0.233582	3.44069	-7.93047	RELLENO S	5	35	9.45799	14.3911	13.4119	0	13.4119	14.7294	14.7294
46	0.233582	2.85596	-6.97513	RELLENO S	5	35	8.43735	12.8381	11.194	0	11.194	12.2263	12.2263
47	0.233582	2.25278	-6.02173	RELLENO S	5	35	7.36652	11.2088	8.867	0	8.867	9.64407	9.64407
48	0.233582	1.63126	-5.07001	RELLENO S	5	35	6.24475	9.50188	6.42936	0	6.42936	6.98339	6.98339
49	0.233582	0.991482	-4.11968	RELLENO S	5	35	5.07122	7.71627	3.87923	0	3.87923	4.24449	4.24449
50	0.233582	0.333519	-3.17049	RELLENO S	5	35	3.84506	5.85057	1.21474	0	1.21474	1.42773	1.42773

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.60685

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [deg]
1	18.0192	14.9833	0	0	0
2	18.2613	14.63	-0.893517	0	0
3	18.5034	14.2953	-0.741736	0	0
4	18.7456	13.9772	0.289986	0	0
5	18.9877	13.6743	2.05922	0	0
6	19.2299	13.3853	4.39779	0	0
7	19.472	13.1091	6.91525	0	0
8	19.7142	12.8448	9.50097	0	0
9	19.9563	12.5915	12.1097	0	0
10	20.1985	12.3486	14.7027	0	0
11	20.4406	12.1154	17.2472	0	0
12	20.6828	11.8914	19.715	0	0
13	20.9249	11.676	22.0824	0	0
14	21.167	11.4689	24.3292	0	0
15	21.4092	11.2697	26.4385	0	0
16	21.6513	11.0779	28.3962	0	0
17	21.8935	10.8933	30.191	0	0
18	22.1356	10.7155	31.8135	0	0
19	22.3778	10.5444	33.2567	0	0
20	22.6199	10.3796	34.5152	0	0
21	22.8621	10.221	35.5856	0	0
22	23.1042	10.0683	36.4658	0	0
23	23.3463	9.9213	37.1552	0	0
24	23.5885	9.77988	37.6546	0	0
25	23.8306	9.64386	37.966	0	0
26	24.0728	9.51309	38.0926	0	0
27	24.3149	9.38743	38.0385	0	0
28	24.5571	9.26675	37.8092	0	0
29	24.7992	9.15093	37.4108	0	0
30	25.0414	9.03986	36.8506	0	0
31	25.2835	8.93344	36.1366	0	0
32	25.5257	8.83156	35.2779	0	0
33	25.7678	8.73415	34.2844	0	0
34	26.0099	8.64111	33.1665	0	0
35	26.2521	8.55237	31.9359	0	0
36	26.4942	8.46786	30.6048	0	0
37	26.7364	8.3875	29.1862	0	0
38	26.9785	8.31124	27.694	0	0
39	27.2207	8.23901	26.1428	0	0
40	27.4628	8.17077	24.548	0	0
41	27.705	8.10645	22.9257	0	0
42	27.9471	8.04602	21.2929	0	0
43	28.1893	7.98943	19.6674	0	0
44	28.4314	7.93664	18.0678	0	0
45	28.6735	7.88762	16.5135	0	0
46	28.9157	7.84232	15.0247	0	0
47	29.1578	7.80072	13.6226	0	0
48	29.4	7.7628	12.3292	0	0
49	29.6421	7.72851	11.1674	0	0
50	29.8843	7.69786	10.1611	0	0
51	30.1264	7.6708	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.52158

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [deg]
1	18.3253	14.9909	0	0	0
2	18.5589	14.5873	-1.02958	0	0
3	18.7925	14.2121	-0.763889	0	0
4	19.026	13.8612	0.544925	0	0
5	19.2596	13.5316	2.61064	0	0
6	19.4932	13.2209	4.97394	0	0
7	19.7268	12.9271	7.51128	0	0
8	19.9604	12.6485	10.1484	0	0
9	20.194	12.3839	12.824	0	0
10	20.4275	12.1321	15.4876	0	0
11	20.6611	11.892	18.097	0	0
12	20.8947	11.663	20.6172	0	0
13	21.1283	11.4443	23.0194	0	0
14	21.3619	11.2351	25.2795	0	0
15	21.5954	11.0351	27.3779	0	0
16	21.829	10.8436	29.2985	0	0
17	22.0626	10.6602	31.0287	0	0
18	22.2962	10.4846	32.5586	0	0
19	22.5298	10.3164	33.8808	0	0
20	22.7634	10.1553	34.9901	0	0
21	22.9969	10.001	35.8833	0	0
22	23.2305	9.85314	36.5592	0	0
23	23.4641	9.7116	37.0181	0	0
24	23.6977	9.57613	37.2617	0	0
25	23.9313	9.44653	37.2933	0	0
26	24.1648	9.32261	37.1174	0	0
27	24.3984	9.20422	36.7399	0	0
28	24.632	9.0912	36.1675	0	0
29	24.8656	8.9834	35.4083	0	0
30	25.0992	8.8807	34.4713	0	0
31	25.3328	8.78297	33.3667	0	0
32	25.5663	8.69011	32.1053	0	0
33	25.7999	8.60201	30.6993	0	0
34	26.0335	8.51858	29.1615	0	0
35	26.2671	8.43973	27.5057	0	0
36	26.5007	8.36538	25.7468	0	0
37	26.7342	8.29546	23.9004	0	0
38	26.9678	8.2299	21.983	0	0
39	27.2014	8.16864	20.0121	0	0
40	27.435	8.11161	18.0063	0	0
41	27.6686	8.05877	15.9848	0	0
42	27.9022	8.01007	13.968	0	0
43	28.1357	7.96547	11.9774	0	0
44	28.3693	7.92492	10.0351	0	0
45	28.6029	7.88839	8.16471	0	0
46	28.8365	7.85585	6.39068	0	0
47	29.0701	7.82728	4.73868	0	0
48	29.3036	7.80264	3.23553	0	0
49	29.5372	7.78191	1.90931	0	0
50	29.7708	7.76509	0.789378	0	0
51	30.0044	7.75215	0	0	0

Discharge Sections

Entity Information

External Boundary

X	Y
1.44667	15.4864
1.44667	14.3249
1.44667	12.789
1.44667	3.79999
35.1533	3.79999
35.1533	5.47617
35.1533	6.99609
34.4665	7.05179
30.1533	7.65289
19.536	14.7312
19.1167	15.0107
13.1167	14.8607
11.4467	14.9247
10.6046	15.4812

Material Boundary

X	Y
11.4467	14.9247
17.1167	11.33
17.9445	10.8
18.2338	10.6281
21.474	9.8967
27.5229	7.99709
30.1533	7.65289

Material Boundary

X	Y
1.44667	14.3249
18.2338	10.6281

Material Boundary

X	Y
1.44667	12.789
17.9112	9.16319
19.3944	8.83655
21.0684	8.4509
27.2009	6.52634
34.2988	5.56047
35.032	5.501
35.1533	5.47617