ANEJO Nº8: ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BARRADO (CÁCERES).

JUNTA DE EXTREMADURA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

seiasa

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ISO 14001:2015

ISO 9001:2015

ESTUDIO GEOTECNICO



OBRA:	PETICIONARIO:
BALSA 02. TM BARRADO. CÁCERES	**TRAGSATEC**
FECHA: MAYO 2023	**INFORME: 23-106**

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

MEMORIA

INDICE

1. ANTECEDENTES. 2

2. INFORMACION PREVIA 2

2.1. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO 2

2.2. CARACTERISTICAS DE LA BALSA 3

2.3. GEOLOGIA DE LA ZONA 3

2.4. CARACTERISTICAS SISMICAS DE LA ZONA 5

3. RESUMEN TRABAJOS REALIZADOS 7

3.1. TRABAJOS DE CAMPO 7

3.1.1 ENSAYO DPSH 7

3.1.2 CALICATAS 10

3.1.3. MEDIDA DEL NIVEL FREATICO 11

3.1.4. SISMICA DE REFRACCIÓN 11

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO 12

4. CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS DISTINTOS NIVELES 13

5. EXPANSIVIDAD 16

6. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL TALUD 18

6.1. ESTABILIDAD EN SUELOS. MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE 18

7. CRITERIOS DE RIPABILIDAD 29

8. APROVECHAMIENTO DE MATERIALES 30

9. RESUMEN Y CONCLUSIONES 31

ANEJOS

-Emplazamiento

-Perfiles de las calicatas

-Ensayos DPSH

-Calculo estabilidad de taludes en suelo

-Ensayos de laboratorio

-Informe geofísica

1. ANTECEDENTES.

TRAGSATEC solicita a ENSAPROC SLL un estudio de la parcela donde se proyecta la construcción de una balsa, denominada BALSA02, perteneciente a la Comunidad de Regantes de Barrado, en Barrado, Cáceres.

El objeto del presente informe es:

- Estudiar las características geotécnicas de la parcela.
- Estudiar la estabilidad de taludes de la balsa.

2. INFORMACION PREVIA

2.1. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La localización de la zona objeto del presente estudio se indica en las figuras siguientes:

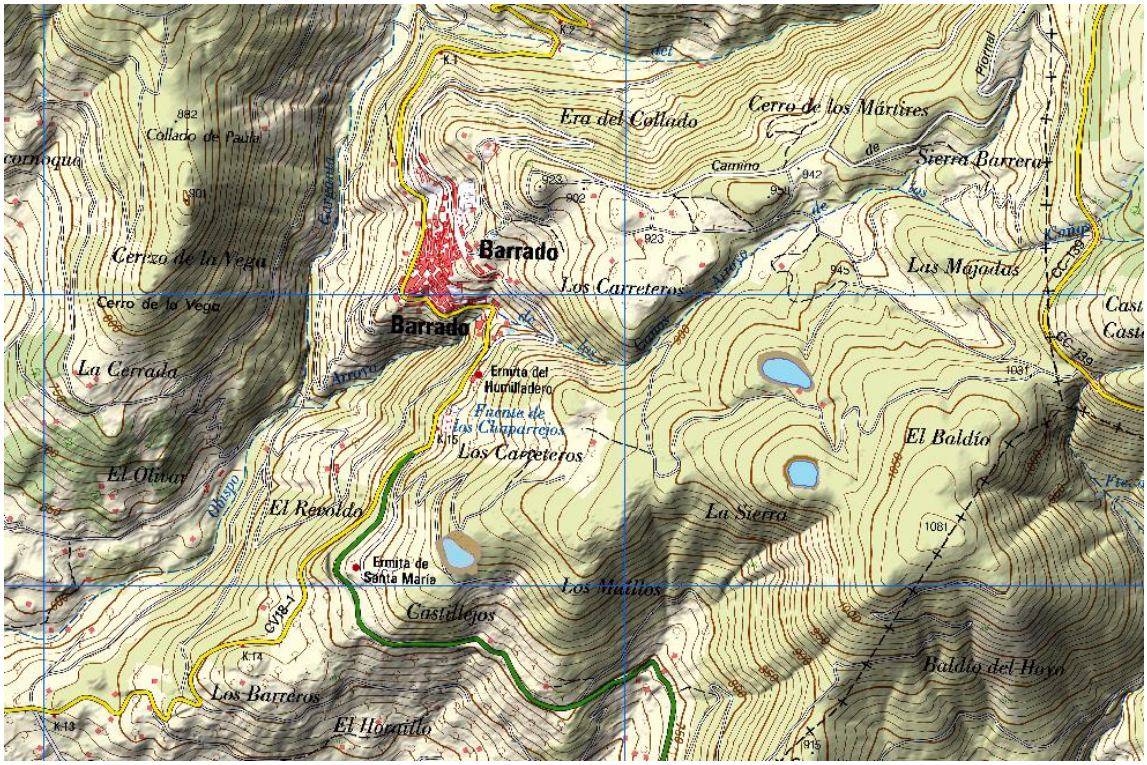


Imagen Nº 1.- plano de localización

2.2. CARACTERISTICAS DE LA BALSA

Según los datos facilitados por el peticionario, las características geométricas de la balsa son:

Localización: X-255449 Y-4439053.

Cota de coronación: 837.414m

Cota de fondo: 830.314 m

Altura: 11.00 m

Taludes exteriores e interiores: 2H:1V.

2.3. GEOLOGIA DE LA ZONA

Según la Hoja 598 PLASENCIA, Mapa Geológico de España E 1:50.000, la zona de estudio se encuadra dentro del Macizo Hespérico y más exactamente en la parte meridional de la Unidad Geológica Centroibérica.
Desde el punto de vista estratigráfico la zona esta ocupada por rocas graníticas y migmatiíticas del área granítica Béjar-Plasencia.

ESTRATIGRAFIA
La zona se caracteriza por la presencia de rocas graníticas y migmatíticas pertenecientes al área de Béjar-Plasencia. Dentro de la masa granítica son de destacar las siguientes facies: granitos de dos micas con carácter porfídico variable, granito biotítico porfídico, leucogranitos y migmatitas.

1.-ROCAS PLUTÓNICAS

1.2- COMPLEJO MIGMATITICO-GRANITICO (10)

Se denomina asi a la franja situada en la zona de Barrado, caracterizada por una amplia variedad petrográfica en la que se incluyen los siguientes tipos de rocas: esquistos y cuarzo-esquistos, migmatitas, leucogranitos, granitos de dos micas y granitos biotíticos porfídicos.

El complejo migmatítico-granítico se encuentra en su borde S en contacto con granitos de dos micas sillimaniticos y granitos biotitico-sillimanitocos+moscovita, porfídidos o no. El límite no es neto y difícil de situar objetivamente.

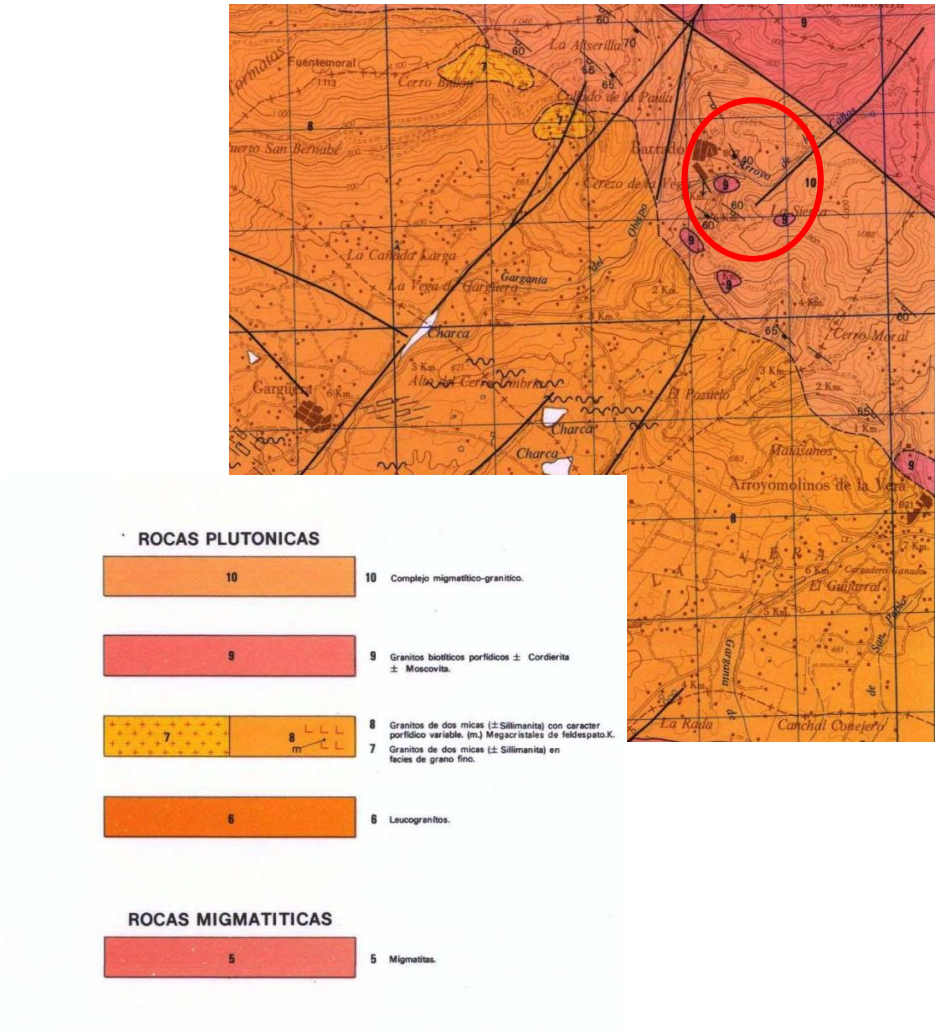


Imagen Nº 2.- Geología de la zona de estudio

2.4. CARACTERISTICAS SISMICAS DE LA ZONA

La Norma de Construcción Sismorresistente se aprobó mediante el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (NCSE-02) y es de aplicación al proyecto, construcción y explotación de edificaciones de nueva planta, así como en casos de reforma o rehabilitación.

La aceleración sísmica de cálculo, $\boldsymbol{a_c}$, se define como el producto:

$$\mathbf{a_c = S*p*a_b}$$

Donde:

$\boldsymbol{a_b}$: Aceleración sísmica básica

p: Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda *ac* en el período de vida para el que se proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

Construcciones de importancia normal p = 1,0

Construcciones de importancia especial p = 1,3

S: Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

Para ρ .*ab* ≤ 0,1 g	S=C/1.25
Para 0,1g < *ab* < 0,4 g	S=(C/1.25)+3.33*(p* a_b -0.1)*(1-(C/1.25))
Para 0,4 g ≤p*a_b	*S* =1,0

C: Coeficiente de terreno.

El terreno es clasificado como:

-Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vS
> 750 m/s.

- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s ≥ vS > 400 m/s.

- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s ≥ vS > 200 m/s.

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vS ≤ 200 m/s.

El coeficiente de suelo C se obtiene de la siguiente tabla:

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

Para obtener el valor del coeficiente *C* de cálculo se determinarán los espesores *e1, e2, e3* y *e4* de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

El coeficiente C no contempla el posible colapso del terreno bajo la estructura durante el terremoto debido a la inestabilidad del terreno como en el caso de arcillas sensibles, densificación de suelos, hundimiento de cavidades subterráneas, movimientos de laderas, etc…Especialmente habrá de analizarse la posibilidad de licuefacción de los suelos susceptibles a la misma. En este caso no se prevé ninguna de las circunstancias anteriormente enumeradas.

Para el caso que nos ocupa los valores característicos están por debajo de 0.04g, de forma que la construcción no requiere de medidas contra los efectos del sismo.

3. RESUMEN TRABAJOS REALIZADOS

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los reconocimientos de campo realizados para la caracterización de la parcela de estudio comprenden 4 ensayos DPSH, 5 calicatas y 3 perfiles sísmicos.

3.1.1 ENSAYO DPSH

Las profundidades y localización de los penetros se resumen en la siguiente tabla:

PENETRO	PROFUNDIDAD	LOCALIZACIÓN
P-1	1.80	Ver plano
P-2	2.40	Ver plano
P-3	2.20	Ver plano
P-4	1.60	Ver plano

Mediante el golpeo con maza de 63.5 Kg. que se deja caer desde 75 cm. de altura, se introduce una puntaza en el suelo.

En este ensayo se contabiliza el número de golpes cada 20 cm. de penetración.

Este ensayo se detiene cuando son necesarios más de 100 golpes para un avance de 20 cm., considerando que se ha obtenido rechazo a dicha profundidad.

Los gráficos de los ensayos de penetración dinámica, se incluyen en los anejos.

Así mismo se incluye en los mismos el cálculo de la tensión admisible en función de la resistencia dinámica del terreno empleado las siguientes formulaciones:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{E\,(M + P)} \cdot \frac{1}{A}$$

Siendo:

R_d = resistencia dinámica (Kg/cm^2)

M = peso de la maza (63.5 Kg)

H = altura de caída (76 cm)

P = peso del varillaje (5,76 Kg/m)

A = sección de la punta (20 cm2)

E = penetración en cm / nº de golpes (20 / N20)

En cimentaciones superficiales la carga de hundimiento será:

$$Qh = Rd / 20$$

Para obtener la carga o presión admisible (Qadm) del terreno en cada tramo de profundidad se aplica a la carga de hundimiento un coeficiente de seguridad (F) de valor 3 con lo que resulta:

$$Q_{adm} = Q_h / F = Q_h / 3$$

CORRELACIÓN ENTRE NB "DPSH" Y NSPT

La siguiente tabla sirve de orientación para correlacionar valores de NDPSH y NSPT, teniendo en cuenta aproximadamente que 1,5 NDPSH = NSPT.

SUELOS COHESIVOS

DPSH	CONSITENCIA	SPT
0-2	MUY BLANDA	0-2
2-4	BLANDA	3-5
4-8	MEDIA	6-15
8-15	FIRME	16-25
>15	DURA	>25

SUELOS GRANULARES

DPSH	COMPACIDAD	SPT
0-2	MUY SUELTA	0-4
2-5	SUELTA	4-10
5-15	MEDIA	10-30
15-25	COMPACTA	30-50
>25	MUY COMPACTA	>50

3.1.2 CALICATAS

Las profundidades y localización de los calicatas se resumen en la siguiente tabla:

PENETRO	PROFUNDIDAD	LOCALIZACIÓN
C-1	0.8	Ver plano
C-2	2.5	Ver plano
C-3	3.0	Ver plano
C-4	1.8	Ver plano
C-5	1.5	Ver plano

Se entienden como calicatas las excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y eventualmente la realización de ensayos in situ. Este tipo de reconocimiento es recomendable en casos de:

a) Profundidad de reconocimiento moderada (< 4m).

b) Terrenos excavables con pala mecánica o manualmente.

c) Ausencia de nivel freático en la profundidad reconocida o cuando existan aportaciones de agua moderadas en terrenos de baja permeabilidad.

d) Terrenos preferentemente cohesivos.

e) Terrenos granulares en los que las perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

El reconocimiento del terreno mediante calicatas es especialmente adecuado cuando:

a) Se puede alcanzar en todos los puntos el estrato firme o resistente con garantía suficiente.

b) No sea necesario realizar pruebas in situ asociadas a sondeos (p.e. ensayos estándar).

Se excluye esta posibilidad cuando el terreno de apoyo puede deteriorarse con la excavación y afectar a las futuras cimentaciones o crear problemas de inestabilidad para estructuras próximas.

3.1.3. MEDIDA DEL NIVEL FREATICO

La posición del nivel freático resulta imprescindible para el estudio de las condiciones de cimentación, así como para la estabilidad de los posibles taludes que se puedan generar. En el caso de los sondeos se procede a colocar tubería piezométrica que permita hacer un seguimiento de dicho nivel.

No se detecta nivel freático en ningún reconocimiento

3.1.4. SISMICA DE REFRACCIÓN

Se encarga a la empresa PROGEO la realización de 3 perfiles para el estudio de la ripabilidad del terreno, el informe se incluye en el ANEJO XX ESTUDIO GEOFISICO.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio que se han realizado a las diferentes muestras extraídas de las catas son los siguientes:

ENSAYOS DE LABORATORIO	N.º
Ud. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103101: 1995	5
Ud. Determinación de los límites líquido y plástico de un suelo (límites de Atterberg), UNE 103103: 1994 y UNE 103104: 1993	5
Ud. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, UNE 103400: 1993	0
Ud. Ensayo de hinchamiento Lambe	1
Ud. Ensayo de proctor modificado UNE 103501	3
Ud de Ensayo CBR UNE 103502	3
Ud. Ensayo de corte directo en suelos,NO consolidados y NO drenados, UNE 103401: 1998 (incluirá la preparación de las probetas a ensayar)	0
Ud. Ensayo de corte directo en suelos,SI consolidados y SI drenados, UNE 103401: 1998 (incluirá la preparación de las probetas a ensayar)	2
Ud. Contendio en materia orgánica UNE 103204	3
Ud. Cotenido en yesos NLT 115	3
Ud. Contenido en sales solubles NLT 114	3
Ud. De ensayo de hinchamiento libre UNE 103601	3
Ud. De ensayo de colapso NLT 254	3
Ud. Ensayo de acidez de suelos por el método Baumann-Gully, UNE 83962: 2008	1
Agresividad. Ión sulfato, UNE 83963:2008	1

4. CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS DISTINTOS NIVELES

Describiremos a continuación los niveles geotécnicos diferenciados siguiendo el siguiente esquema:

1.- UG01-Jabre

NIVEL UG01.-JABRE

Este nivel se reconoce en la parcela según el cuadro adjunto:

CATA	TECHO (m)	MURO (m)
C-1	0.6	0.8
C-2	1.0	2.5
C-3	0.5	3.0
C-4	0.2	1.8
C-5	0.4	1.5

Se corresponde con un nivel de alteración de la roca granito, se extrae como una arena gruesa, con cantos angulosos dispersos. Este nivel esta coronado por una capa de tierra vegetal con una potencia variable entre 0.2 a 1metros.

El nivel se caracteriza, en resumen, por presentar un porcentaje de finos de 42.5 a 22.7 %, con un valor medio de 33.8. La plasticidad es nula.

Según Casagrande se clasifican principalmente como SM.

Para evaluar las características resistentes de esta formación se cuenta ensayos de cortes directos, además de la información resultante de los ensayos DPSH.

Los golpeos obtenidos de los DSH realizados en esta unidad indican valores desde 15 a rechazo indicando que es un nivel de COMPACIDAD COMPACTA a MUY COMPACTA.

El ángulo de rozamiento interno, determinado en el ensayo de corte directo es de 31.5 y 31.0 º, con valores medios de 31. 3º y de 0.04 Kg/cm^2 de cohesión.

La agresividad de este nivel es NO AGRESIVO para los valores obtenidos de acidez y sulfatos del suelo.

Los ensayos de clasificación de los suelos para su uso en terraplén según PG3 indican que se trata de suelos seleccionados y tolerables.

TABLA RESUMEN DE MATERIALES

CATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
PROFUNDIDAD (m)	0.8	2.5	3.0	1.8	1.5
CLASIFICACION CASAGRANDE	SM	SM	SM	SM	SM
CLASIFICACION H.R.B	A-4	A-1-b	A-4	A-4	A-2-4
% PASA 0,08 UNE	36.5	22.7	38.8	42.5	28.6
LIMITE LIQUIDO	NP	NP	NP	NP	NP
LIMITE PLASTICO	NP	NP	NP	NP	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	NP	NP	NP	NP
HUMEDAD MAXIMA PM(%)		8.0	7.3		7,4
DENSIDAD SECA PM (g/cm^3)		1.98	1,93		1,98
COLAPSO (%)		0.0	0,10		0.0
CBR (100%PM)		12.6	9.0		9.6
HINCHAMIENTO LIBRE (%)		0.0	0.0		
ANGULO (º)		31.5			31,0
COHESION (Kg/cm2)		0,06			0,05
SULFATOS (ppm)	840				
YESOS (%)		0.11	0.01		0.47
MATERIA ORGÁNCIA (%)		0.06	0.1		0.17
SALES SOLUBLES (%)		0.10	0.04		0.31
BAUMANN	10				
CLASIFICACION PG3		SELECCIONADO	TOLERABLE		TOLERABLE

5. EXPANSIVIDAD

Estudiaremos la expansividad del nivel UG01-JABRE.

Todos los suelos arcillosos experimentan variaciones según el grado de humedad, correlativas con variaciones de la tensión capilar y la presión efectiva. La importancia de estas variaciones dependerá de la naturaleza de la arcilla y del clima.

Así para que existan realmente problemas de expansividad es necesario que se den tres circunstancias:

- Cambios de humedad
- Cambio potencial de volumen
- Grado de desecación de la arcilla

Los cambios de humedad se limitan a la zona más superficial del terreno, denominada zona activa. El espesor de la zona activa varía según el clima y la naturaleza de la arcilla.

- **Cambios de humedad**

En general en los climas áridos se dan las condiciones más favorables para fenómenos de expansividad en los suelos arcillosos, ya que el terreno tiene un grado de saturación muy bajo, oscilando con los cambios estaciónales que pueden incrementarse fuertemente, al ser impedida la evaporación por la cobertura suministrada por los edificios o pavimentos.

- **Cambio potencial de volumen**

El grado potencial de volumen de los suelos puede determinarse cualitativamente mediante el límite líquido, el índice de plasticidad, actividad de la arcilla e hinchamiento Lambe y cuantitativamente mediante los ensayos de presión de hinchamiento e hinchamiento libre. En la tabla adjunta se indica un resumen de los criterios más usuales para calificar el potencial expansivo de un suelo.

Para evaluar este efecto contamos con ensayos de hinchamiento libre y lambe1, de los que obtenemos un resultado de potencial expansivo BAJO

CRITERIO PARA EVALUAR EL POTENCIAL EXPANSIVO

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
LIMITE DE RETRACCION	>15	12-16	8-12	0
I. PLASTICIDAD	<18	15-28	25-40	<35
L.LIQUIDO	<30	30-60	40-60	<60
% PASA 0.08 UNE	>30	30-60	60-95	>95
ACTIVIDAD	<0.5	0.5-0.7	0.7-1.0	1.0
LAMBE (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
% 0.001 mm	<15	13-23	20-30	28
$I_{LL}= W/W_L$	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	0.25
$I_D= W/W_P$	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	0.6
PRESION HINCHAMIENTO PROBABLE (Kg/cm^2)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	3.0
HINCHAMIENTO PROBABLE EN SUPERFICIE (cm)	0-1	1-3	3-7	7
%HINCHAMIENTO PROBABLE (Kg/cm^2)	<1	1-5	3-10	10

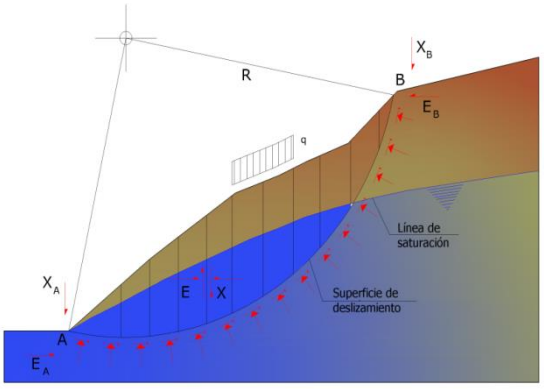
6. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL TALUD

6.1. ESTABILIDAD EN SUELOS. MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (□) y se comparan con la resistencia disponible (□f), calculada según el criterio de rotura de Coulomb: De tal comparación deriva la primera indicación de estabilidad, con el coeficiente de seguridad:

$$F = \tau_f / \tau$$

Entre los métodos del equilibrio último hay algunos que consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman) mientras que otros, por falta de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas y consideran el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbu, etc.). A continuación se discuten los métodos del equilibrio último de las rebanadas.



Método de las rebanadas.

La masa susceptible al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de rebanadas es igual a *n*, el problema presenta las siguientes incógnitas:

- n valores de las fuerzas normales N_i en la base de cada rebanada
- n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T
- (n-1) fuerzas normales E_i en la conexión de las rebanadas
- (n-1) fuerzas tangenciales X_i en la conexión de las rebanadas
- n valores de la coordenada del punto de aplicación de las E_i
- (n-1) valores de la coordenada del punto de aplicación de las X_i
- una incógnita constituida por el factor de seguridad F.

En total las incógnitas son (6n-2).

Mientras las ecuaciones a disposición son:

- ecuaciones de equilibrio de momentos n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal n
- ecuaciones del criterio de rotura n

Total número de ecuaciones 4n

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

El grado de indeterminación se reduce a (n-2). Al asumir que N_i se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales están distribuidas uniformemente. Los diferentes métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las (n-2) indeterminaciones.

Búsqueda de la superficie de deslizamiento crítica.

En presencia de suelos homogéneos no se dispone de métodos para individuar la superficie de deslizamiento crítica y se debe examinar un elevado número de superficies potenciales. En caso de superficies de forma circular la búsqueda se hace más sencilla, ya que después de haber colocado una malla centros de m líneas y n columnas, se examinan todas las superficies cuyo centro sea el nudo genérico de la malla m□n con radio variable dentro un determinado rango de valores, de forma tal que se examinan superficies cinemáticamente admisibles.

Método de Bishop (1955).

Con este método se toman en cuenta todas las fuerzas actuantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.
Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \qquad \text{Criterio de rotura}$$

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Los valores de F y de ΔX que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema. Como primera aproximación conviene plantear ΔX= 0 e iterar para el cálculo del factor de seguridad. Este procedimiento se conoce como método de **Bishop ordinario** y los errores con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

6.1.1.1 DATOS DE PARTIDA

Se han considerado las secciones críticas más desfavorables según la información topográfica y la geológico geotécnica. Los análisis realizados han sido:

- Estabilidad de la zona de desmonte.
- Estabilidad del conjunto dique-cimiento.

En ambos casos se han calculado las siguientes hipótesis:

- Final construcción
- Situación de embalse lleno
- Rotura de lámina

Los factores de seguridad (FS) según el “Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas” publicado por el Cedex.

HÍPOTESIS DE CÁLCULO	FS
Durante construcción	1.3
Embalse lleno	1.3
Rotura de impermeabilización	1.3

No se han considerado la presencia de nivel freático, ya que en las investigaciones realizadas en campo no se ha detectado.

No se ha considerado la existencia de presiones intersticiales en el interior del cuerpo del dique en las hipótesis de fase de construcción del mismo, ni en la de balsa llena, al entender que el paramento aguas arriba queda totalmente impermeabilizado por la lámina dispuesta para este fin.

En las hipótesis de rotura del elemento de impermeabilización exterior, sí se considera la existencia de presiones intersticiales en el cuerpo del dique.

La inclinación de los taludes de los diques es 2H/1V, conforme a las indicaciones del proyectista, tanto en el paramento de aguas arriba como en el de aguas abajo, al igual que en las secciones en terraplén y en desmonte.

Para definir los parámetros resistentes se han considerado los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, complementados con los valores recomendados en tabla 3,2 de la GUIA DE CIMENTACIONES DE CARRETERAS, del Minsterio de Fomento y en LAS RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS del Ministerio de Fomento tabla 2,4,3

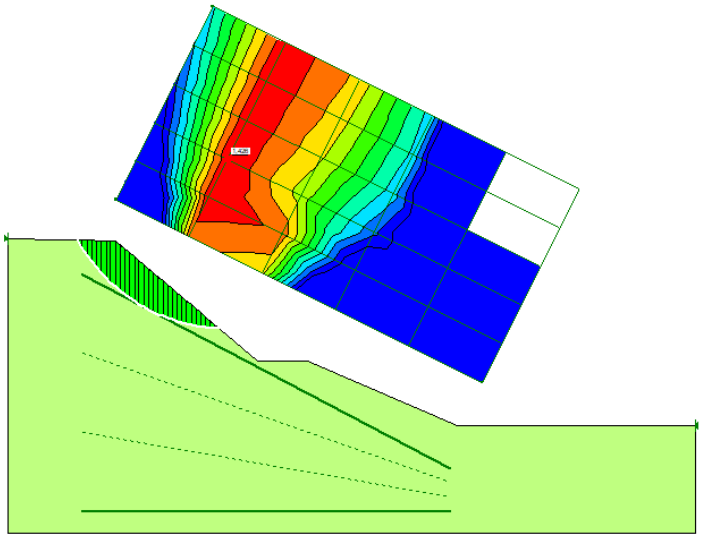
UNIDAD GEOTECNICA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 COMPACTADA	21	4	31
UG01 IN SITU	22	10	30

TALUD EN DESMONTE FINAL DE CONSTRUCCIÓN UNIDAD UG01 IN SITU

UNIDAD GEOTECNICA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 IN SITU	22	10	30

TALUD 2H:1V

FS 1.426

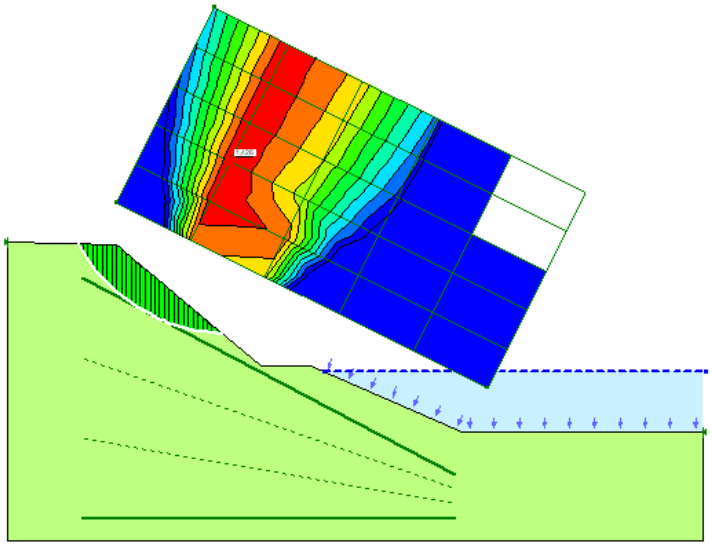


TALUD EN DESMONTE EMBALSE LLENO UNIDAD UG01 IN SITU

UNIDAD GEOTECNICA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 IN SITU	22	10	30

TALUD 2H:1V

FS 1.426



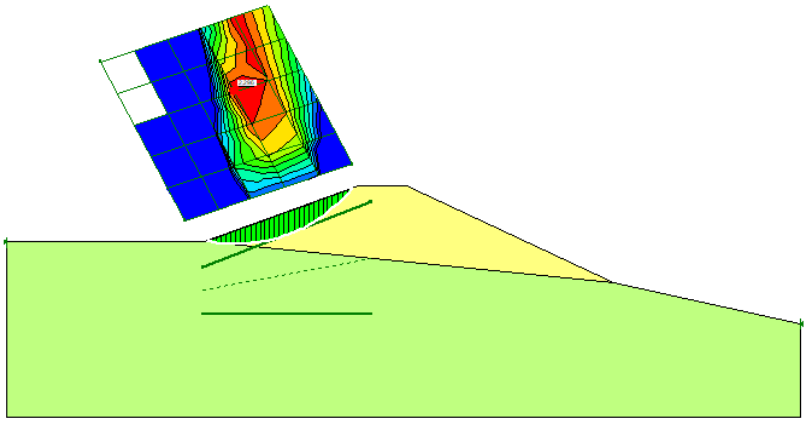
TALUD TERRAPLEN FINAL DE CONSTRUCCIÓN CONSTRUCCION

UNIDAD GEOTECNICA	LEYENDA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 COMPACTADA		21	4	31
UG01 IN SITU		22	10	30

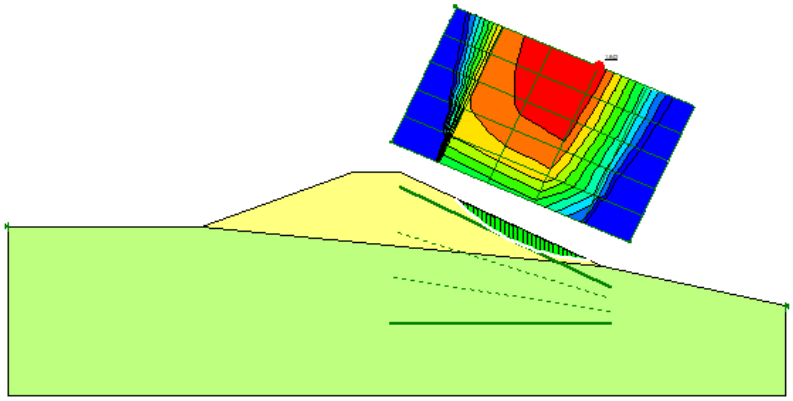
TALUD INTERIOR 2H:1V

TALUD EXTERIOR 2H:1V

FS 2.296 TALUD INTERIOR



FS 1.842 TALUD EXTERIOR



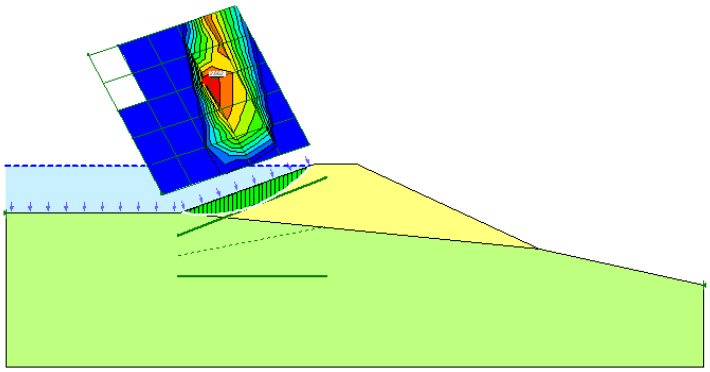
TALUD TERRAPLEN EMBALSE LLENO

UNIDAD GEOTECNICA	LEYENDA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 COMPACTADA		21	4	31
UG01 IN SITU		22	10	30

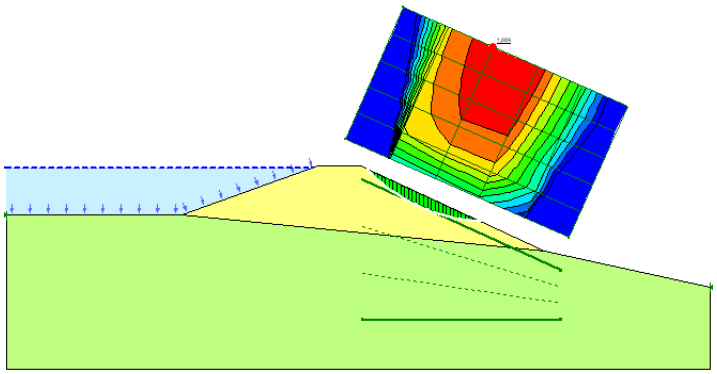
TALUD INTERIOR 2H:1V

TALUD EXTERIOR 2H:1V

FS 2.662 TALUD INTERIOR



FS 1.889 TALUD EXTERIOR



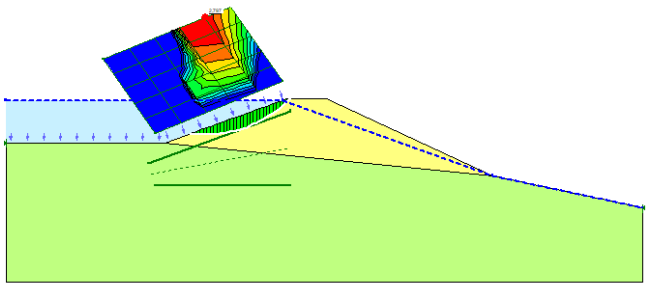
TALUD TERRAPLEN ROTURA LÁMINA IMPERMEABILIZANTE

UNIDAD GEOTECNICA	LEYENDA	DENSIDAD (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ANGULO (º)
UG01 COMPACTADA		21	4	31
UG01 IN SITU		22	10	30

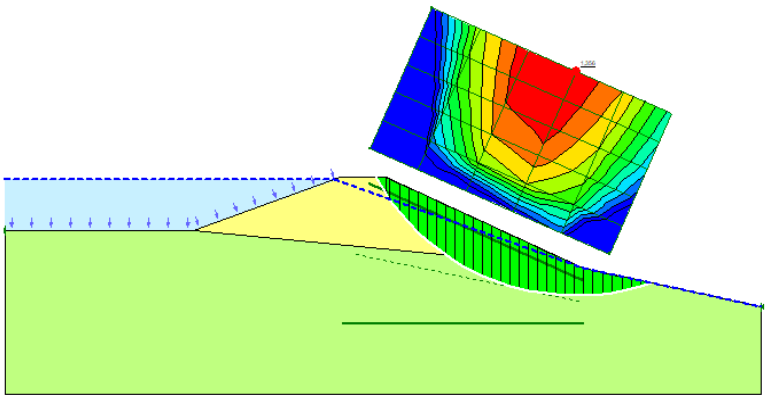
TALUD INTERIOR 2H:1V

TALUD EXTERIOR 2H:1V

FS 2.797 TALUD EXTERIOR



FS 1.356 TALUD EXTERIOR



RESUMEN ESTABILIDAD DE TALUDES					
SITUACIÓN	**TALUD**	**SISMO**	**FS**	**FS EXIGIDO**	**VALORACIÓN**
Desmonte en construcción	2H:1V	NO	1.43	1.3	estable
Desmonte lleno	2H:1V	NO	1.43	1.3	estable
Terraplen interior en construcción	2H:1V	NO	2.30	1.3	estable
Terraplen exterior en construcción	2H:1V	NO	1.84	1.3	estable
Terraplen interior balsa llena	2H:1V	NO	2.66	1.3	estable
Terraplen exterior balsa llena	2H:1V	NO	1.89	1.3	estable
Terraplen interior rotura lámina	2H:1V	NO	2.80	1.3	estable
Terraplen exterior rotura lámina	2H:1V	NO	1.36	1.3	estable

7. CRITERIOS DE RIPABILIDAD

Los criterios de ripabilidad se han definido mediante las Tablas de Rendimiento de Desgarradores Caterpillar para distintos modelos de Bulldozer de un vástago o vástagos múltiples.

La clasificación de los tractores correspondería, según a la potencia del mismo expresada en Kilovatios, y el peso en toneladas, a:

TRACTOR	CLASE	POTENCIA (w)	PESO (t)
Pequeño		<100	<15
Ligero	1	100-150	15-25
Medio	2	150-220	25-35
pesado	3	220-350	35-55
Muy pesado	4	>350	>55

Estos criterios se establecen para un escarificado con rendimiento óptimo, pudiendo ser posible el mismo con un tractor más pequeño a bajo rendimiento.

En el estudio geofísico se describe la profundidad media a la que se sitúan los límites de ripabilidad determinados en cada uno de los perfiles sísmicos. De estos valores, se han tomado los que sitúan la profundidad máxima ripable con tractores de tipo medio (ripabilidad moderada), y se han ubicado sobre el mapa de cada balsa. Su tratamiento estadístico mediante el método de distancia ponderada inversa (IDW), se ha plasmado en mapas de isoáreas, que reflejan las profundidades que se prevé posible alcanzar mediante ripado con tractores de tipo medio. Estos mapas se incluyen en anexo a este informe.
De la observación de estos mapas se obtienen las siguientes estimaciones.

La balsa 02 de Barrado es ripable fácil hasta los 5-8 metros de profundidad, a partir de la velocidad 1400 m/s habrá zonas de ripabilidad moderada-difícil.

8. APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

En este apartado se caracterizan los materiales procedentes de la excavación de la balsa de cara a su utilización en la construcción de los diques.

Como se ha definido en apartados anteriores, el nivel predominante es el denominado UG01-JABRE, compuesto por unas gravas arenosas, los cantos son heterométricos y angulosos. Según los datos obtenidos de las muestras y los valores de CBR, el material se clasifica como SUELO SELECCIONADO y SUELO TOLERABLE.

El material presente unos parámetros correctos para la construcción del terraplén que forma los diques.

Previamente a la utilización del material se deberá retirar la capa de tierra vegetal.

9. RESUMEN Y CONCLUSIONES

TRAGSATEC solicita a ENSAPROC SLL un estudio de la parcela donde se proyecta la construcción de una balsa, denominada BALSA02, perteneciente a la Comunidad de Regantes de Barrado, en Barrado, Cáceres.

Los ensayos de campo comprenden 5 calicatas, 4 ensayo de DPSH y 3 perfiles sísmicos.

Según la NCSE-02 los valores característicos están por debajo de 0.04g, de forma que la construcción no requiere de medidas contra los efectos del sismo.

En la parcela aflora principalmente la unidad definida como UG01-JABRE, compuesta por unas gravas arenosas no plásticas, presentando un potencial expansivo bajo.

No se ha detectado nivel freático.

Los ensayos DPSH indican que es un nivel de COMPACIDAD COMPACTA a MUY COMPACTA.

La balsa 02 de Barrado es ripable fácil hasta los 5-8 metros de profundidad, a partir de la velocidad 1400 m/s habrá zonas de ripabilidad moderada-difícil.

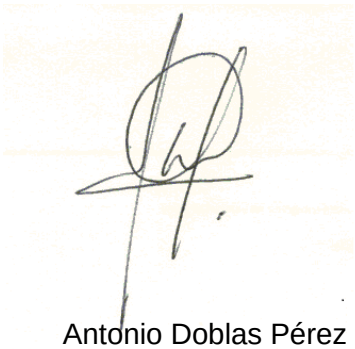
Como se ha definido en apartados anteriores, el nivel predominante es el denominado UG01-JABRE, compuesto por unas gravas arenosas, los cantos son heterométricos y angulosos. Según los datos obtenidos de las muestras y los valores de CBR, el material se clasifica como SUELO SELECCIONADO y SUELO TOLERABLE. El material presente unos parámetros correctos para la construcción del terraplén que forma los diques.

Es estudio los taludes de la balsa se resume en la siguiente tabla:

RESUMEN ESTABILIDAD DE TALUDES					
SITUACIÓN	**TALUD**	**SISMO**	**FS**	**FS EXIGIDO**	**VALORACIÓN**
Desmonte en construcción	2H:1V	NO	1.43	1.3	estable
Desmonte lleno	2H:1V	NO	1.43	1.3	estable
Terraplen interior en construcción	2H:1V	NO	2.30	1.3	estable
Terraplen exterior en construcción	2H:1V	NO	1.84	1.3	estable
Terraplen interior balsa llena	2H:1V	NO	2.66	1.3	estable
Terraplen exterior balsa llena	2H:1V	NO	1.89	1.3	estable
Terraplen interior rotura lámina	2H:1V	NO	2.80	1.3	estable
Terraplen exterior rotura lámina	2H:1V	NO	1.36	1.3	estable

Córdoba, mayo de 2023





Manuel Alejandro Domínguez Mora
Ldo. Ciencias Geológicas

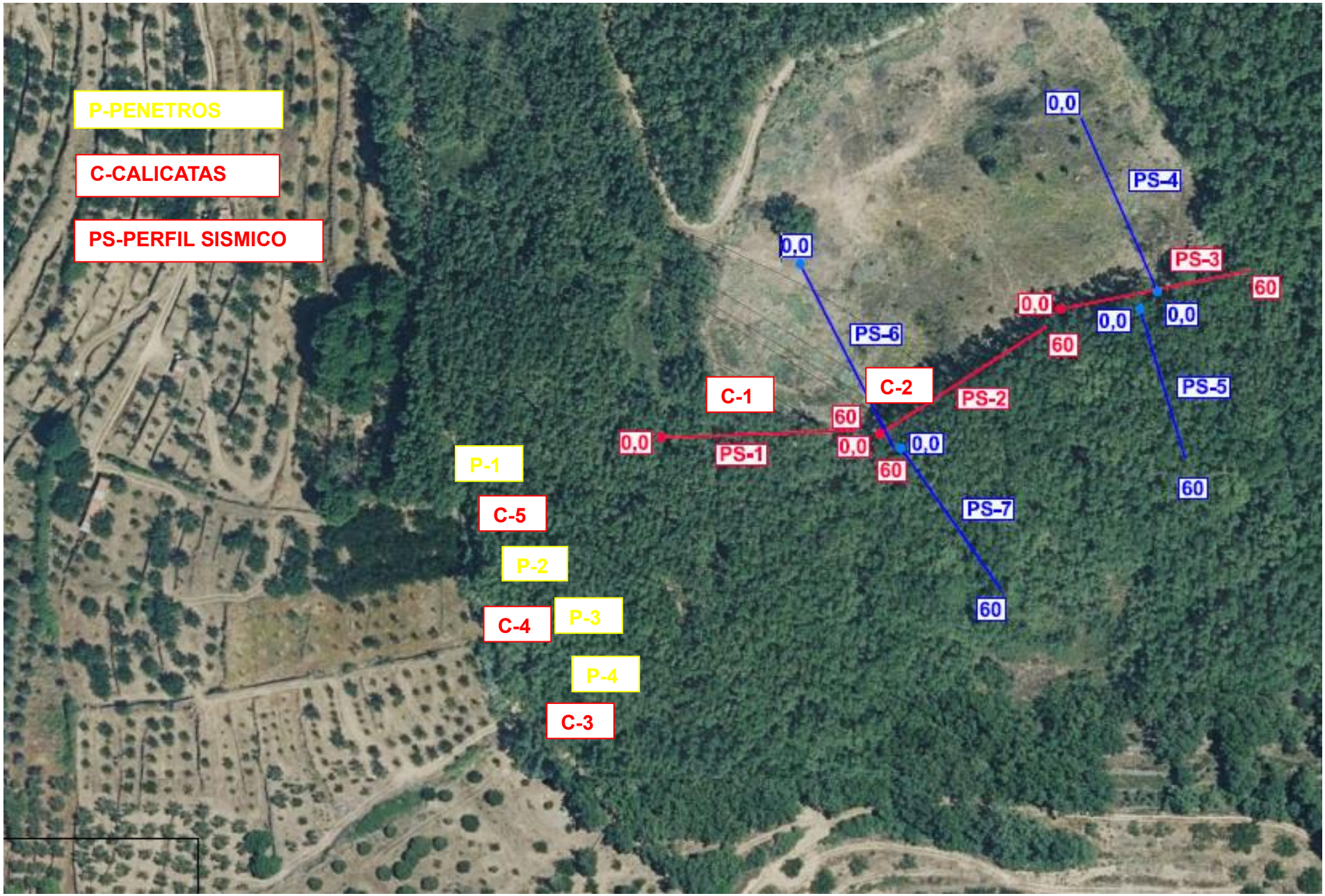
Antonio Doblas Pérez
I.C.C.P.

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJOS

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 1.- EMPLAZAMIENTO


P-PENETROS
C-CALICATAS
PS-PERFIL SISMICO
P-1
C-5
P-2
C-4
P-3
P-4
C-3
C-1
C-2
PS-1
PS-2
PS-3
PS-4
PS-5
PS-6
PS-7
0,0
60

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 2.- PERFILES CALICATAS

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCION DE BALSA02 EN EL T.M. BARRADO (CÁCERES)	CALICATA Nº: C-1
LOCALIDAD (Provincia): CABRERO (CACERES) LOCALIZACIÓN DE LA CALICATA: COORDENADAS (X,Y,Z):	OBSERVACIONES:

Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (º)	Orientación de las capas: Buzamiento (º)	Columna estratigráfica (1a)	DESCRIPCION LITOLOGICA	REPORTAJE FOTOGRAFICO
0,00							
0,50	0,7	0,7				0-0,7 TIERRA VEGETAL	
	0,8	0,1				0,7-0,8 M JABRE Se extrae como grava angulosa con matriz arenosa de color amarillento.	
1,00							
1,50						La retro tiene dificultades para seguir por la presencia de bolos	
2,00							
2,50							
3,00							
3,50							
4,00							





ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCION DE BALSA02 EN EL T.M. BARRADO (CÁCERES)	CALICATA Nº: C-2
LOCALIDAD (Provincia): CABRERO (CACERES) LOCALIZACIÓN DE LA CALICATA: COORDENADAS (X,Y,Z):	OBSERVACIONES:

Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (º)	Orientación de las capas: Buzamiento (º)	Columna estratigráfica (1a)	DESCRIPCION LITOLOGICA	REPORTAJE FOTOGRAFICO
0,00							
0,50							
1,00	1	1				0-1,0 TIERRA VEGETAL	
1,50						1,0-1,5 M JABRE Se extrae como grava angulosa con matriz arenosa de color amarillento. Las paredes permanecen estables	
2,00							
2,50	2,5	1,5					
3,00							
3,50							
4,00							





ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCION DE BALSA02 EN EL T.M. BARRADO (CÁCERES)	CALICATA Nº: C-3
LOCALIDAD (Provincia): CABRERO (CACERES) LOCALIZACIÓN DE LA CALICATA: COORDENADAS (X,Y,Z):	OBSERVACIONES:

Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (º)	Orientación de las capas: Buzamiento (º)	Columna estratigráfica (1a)	DESCRIPCION LITOLOGICA	REPORTAJE FOTOGRAFICO
0,00							
0,50	0,5	0,5				0-0,5 TIERRA VEGETAL	
1,00						0,5-3,0 M JABRE Se extrae como grava angulosa con matriz arenosa de color amarillento. Las paredes permanecen estables	
1,50							
2,00							
2,50							
3,00	3	2,5					
3,50							
4,00							





ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCION DE BALSA02 EN EL T.M. BARRADO (CÁCERES)	CALICATA Nº: C-5
LOCALIDAD (Provincia): CABRERO (CACERES) LOCALIZACIÓN DE LA CALICATA: COORDENADAS (X,Y,Z):	OBSERVACIONES:

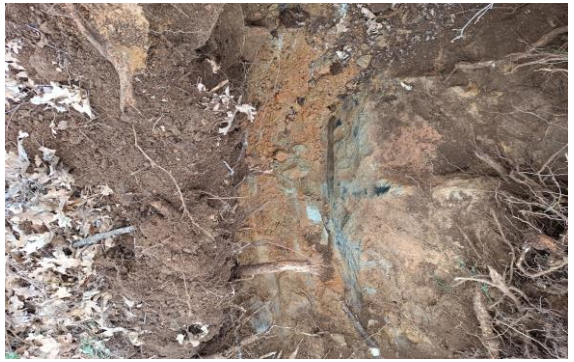
Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (º)	Orientación de las capas: Buzamiento (º)	Columna estratigráfica (1a)	DESCRIPCION LITOLOGICA	REPORTAJE FOTOGRAFICO
0,00						0-0,2 TIERRA VEGETAL	
0,50						0,2-1,8 M JABRE Se extrae como grava angulosa con matriz arenosa de color rojizo, con pasasdas grisaceas. Las paredes permanecen estables	
1,00							
1,50	1,8	1,6					
2,00						La retro tiene dificultades para seguir por la presencia de bolos	
2,50							
3,00							
3,50							
4,00							

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCION DE BALSA02 EN EL T.M. BARRADO (CÁCERES)	CALICATA Nº: C-5
LOCALIDAD (Provincia): CABRERO (CACERES) LOCALIZACIÓN DE LA CALICATA: COORDENADAS (X,Y,Z):	OBSERVACIONES:

Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (º)	Orientación de las capas: Buzamiento (º)	Columna estratigráfica (1a)	DESCRIPCION LITOLOGICA	REPORTAJE FOTOGRAFICO
0,00							
	0,4	0,4				0-0,4 TIERRA VEGETAL	
0,50							
1,00						0,4-1,5 M JABRE Se extrae como grava angulosa con matriz arenosa de color amarillento. Las paredes permanecen estables	
	1,5	0,9					
1,50						La retro tiene dificultades para seguir por la presencia de bolos	
2,00							
2,50							
3,00							
3,50							
4,00							





ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 3.- ENSAYOS DPSH

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

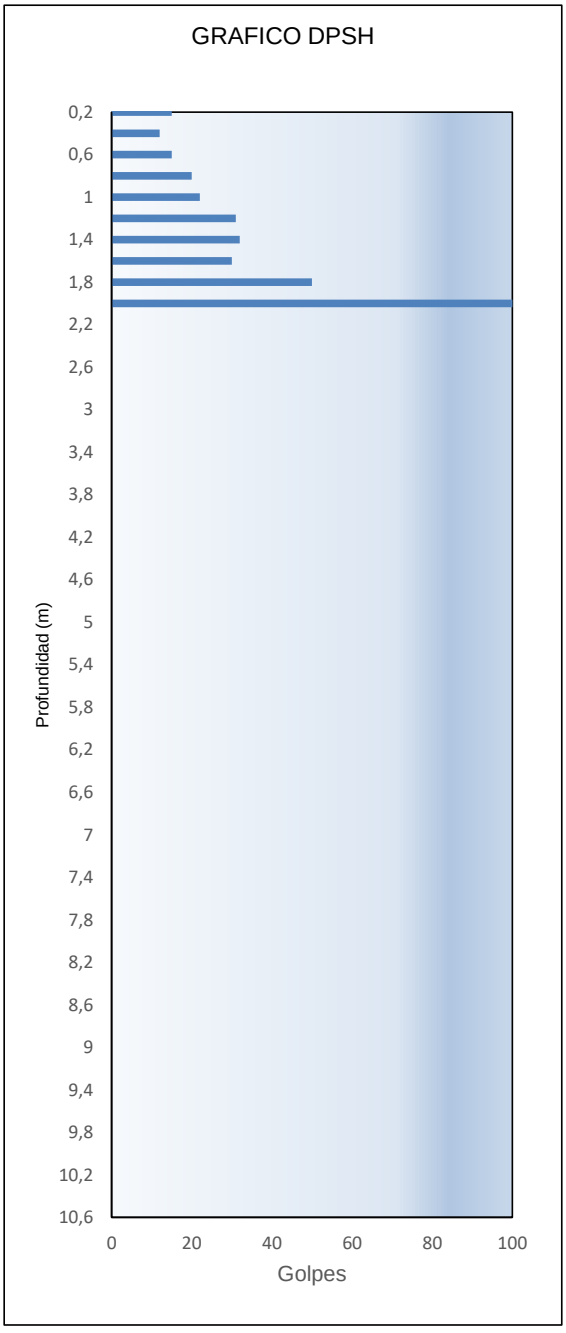
Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADO	**Nº INFORME**	23-106
Tipo de muestra :	P-1	**REF : ENSAYO**	DPSH
Fecha de petición:	19/04/2023	**Fecha de entrega :**	19/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

x Sondeo penetrométrico DPSH, UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:4

RESULTADOS OBTENIDOS

COTA (m)	GOLPEO	TENSION ADMISIBLE (Kg/cm2)
0,2	15	2,77
0,4	12	2,21
0,6	15	2,77
0,8	20	3,69
1	22	3,74
1,2	31	5,28
1,4	32	5,45
1,6	30	5,11
1,8	50	8,51
2	100	17,02
2,2		
2,4		
2,6		
2,8		
3		
3,2		
3,4		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,4		
4,6		
4,8		
5		
5,2		
5,4		
5,6		
5,8		
6		
6,2		
6,4		
6,6		
6,8		
7		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10		
10,2		



DIRECTOR TECNICO

Fdo.: Manuel Domínguez Mora
Geólogo

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

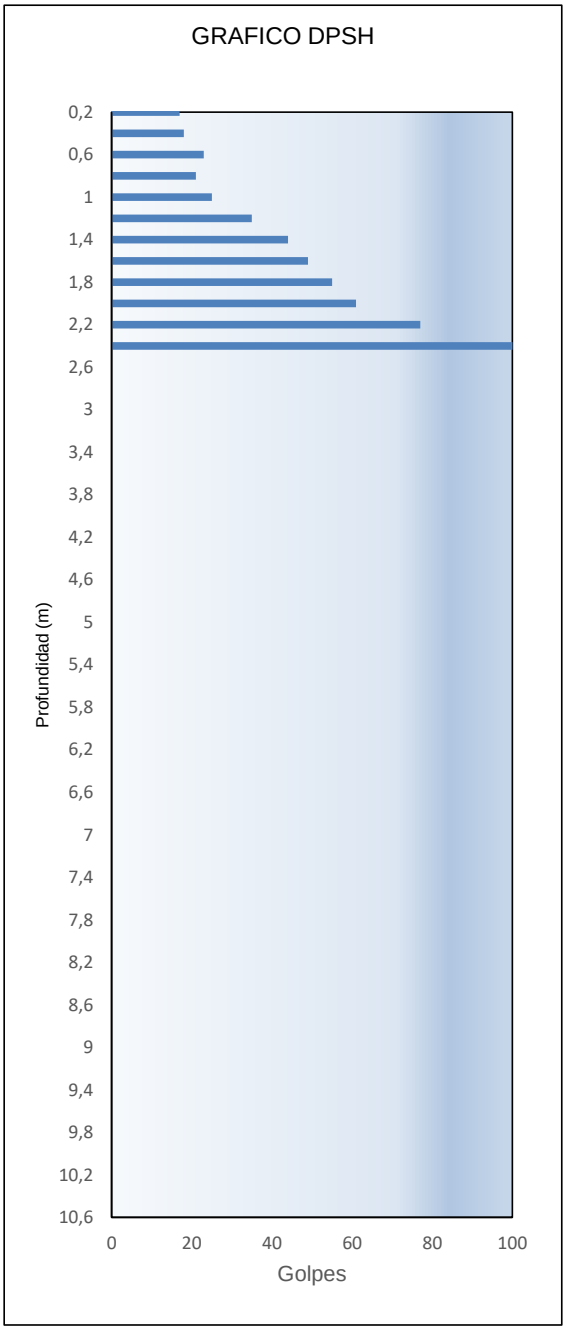
Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADO	**Nº INFORME**	23-106
Tipo de muestra :	P-2	**REF : ENSAYO**	DPSH
Fecha de petición:	19/04/2023	**Fecha de entrega :**	19/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

x Sondeo penetrométrico DPSH, UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:4

RESULTADOS OBTENIDOS

COTA (m)	GOLPEO	TENSION ADMISIBLE (Kg/cm2)
0,2	17	3,13
0,4	18	3,32
0,6	23	4,24
0,8	21	3,87
1	25	4,26
1,2	35	5,96
1,4	44	7,49
1,6	49	8,34
1,8	55	9,36
2	61	10,38
2,2	77	12,17
2,4		
2,6		
2,8		
3		
3,2		
3,4		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,4		
4,6		
4,8		
5		
5,2		
5,4		
5,6		
5,8		
6		
6,2		
6,4		
6,6		
6,8		
7		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10		
10,2		



DIRECTOR TECNICO

Fdo.: Manuel Domínguez Mora
Geólogo

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

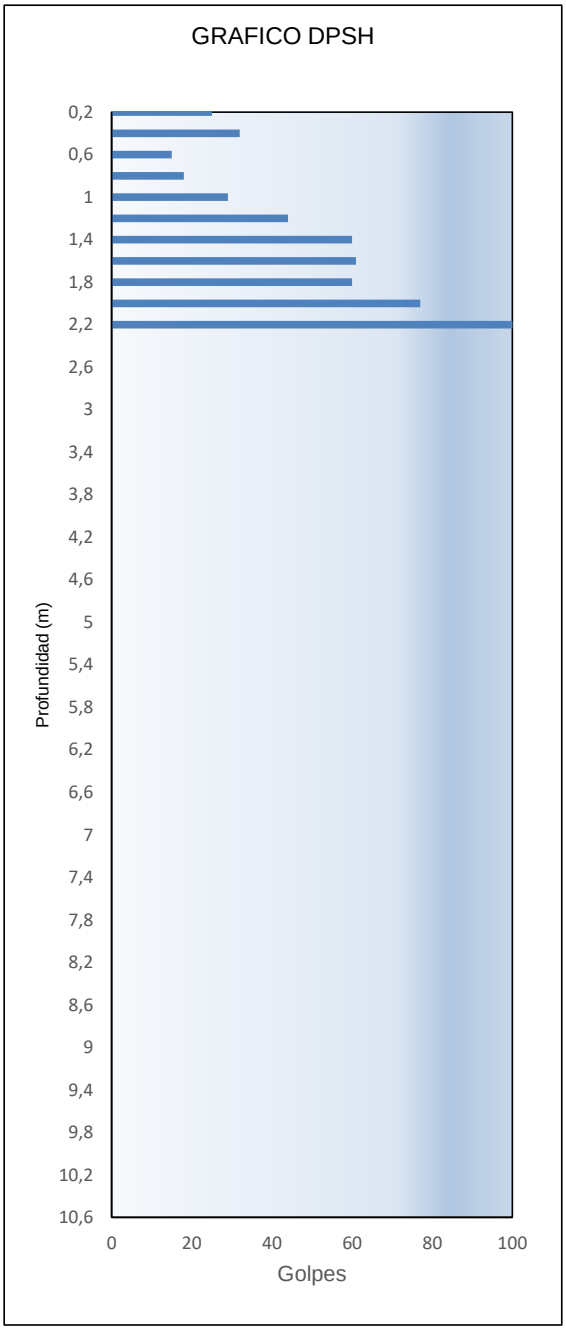
Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADO	**Nº INFORME**	23-106
Tipo de muestra :	P-3	**REF : ENSAYO**	DPSH
Fecha de petición:	19/04/2023	**Fecha de entrega :**	19/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

x Sondeo penetrométrico DPSH, UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:4

RESULTADOS OBTENIDOS

COTA (m)	GOLPEO	TENSION ADMISIBLE (Kg/cm2)
0,2	25	4,61
0,4	32	5,90
0,6	15	2,77
0,8	18	3,32
1	29	4,94
1,2	44	7,49
1,4	60	10,21
1,6	61	10,38
1,8	60	10,21
2	77	13,11
2,2	100	15,81
2,4		
2,6		
2,8		
3		
3,2		
3,4		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,4		
4,6		
4,8		
5		
5,2		
5,4		
5,6		
5,8		
6		
6,2		
6,4		
6,6		
6,8		
7		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10		
10,2		



DIRECTOR TECNICO

Fdo.: Manuel Domínguez Mora
Geólogo

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

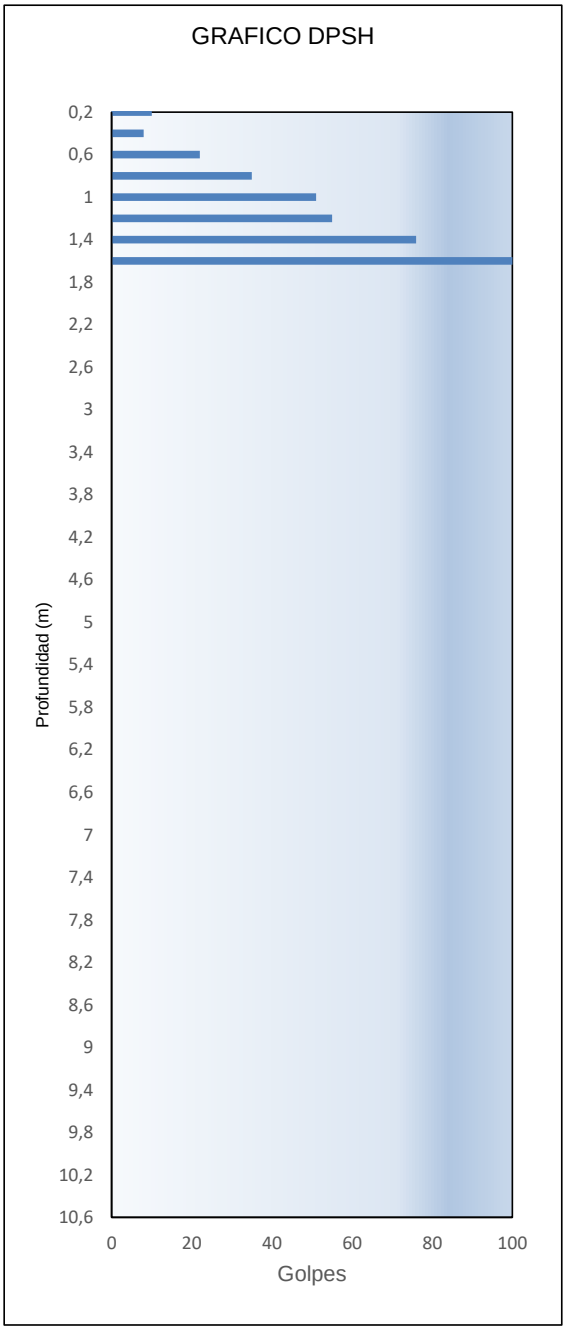
Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADO	**Nº INFORME**	23-106
Tipo de muestra :	P-4	**REF : ENSAYO**	DPSH
Fecha de petición:	19/04/2023	**Fecha de entrega :**	19/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

x Sondeo penetrométrico DPSH, UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:4

RESULTADOS OBTENIDOS

COTA (m)	GOLPEO	TENSION ADMISIBLE (Kg/cm2)
0,2	10	1,84
0,4	8	1,47
0,6	22	4,06
0,8	35	6,45
1	51	8,68
1,2	55	9,36
1,4	76	12,94
1,6	100	17,02
1,8		
2		
2,2		
2,4		
2,6		
2,8		
3		
3,2		
3,4		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,4		
4,6		
4,8		
5		
5,2		
5,4		
5,6		
5,8		
6		
6,2		
6,4		
6,6		
6,8		
7		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10		
10,2		



DIRECTOR TECNICO

Fdo.: Manuel Domínguez Mora
Geólogo

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 4.-CÁLCULO ESTABILIDAD DE TALUDES

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD DESMONTE CONSTRUCCIÓN FINAL

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Morgenstern-Price
Configuración
- Función lateral
  - Opción de función de fuerza entre rebanadas: Medio-Seno
- Condiciones PWP de: (ninguna/o)
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Izquierda a Rerecha
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001
- Configuración de lambda
  - Método de búsqueda: Buscador de raíz
  - Diferencia tolerable entre FS inicial o de convergencia FS: 3
  - Máximo de iteraciones para calcular lambda convergente: 20
  - Lambda absoluto máximo: 2

Materiales

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa

Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (19; 49) m
Inferior Izquierda: (10; 31) m
Inferior derecha: (44; 14) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (7; 24) m
Coordenada superior derecha: (41; 6) m
Coordenada inferior izquierda: (7; 2) m
Coordenada inferior derecha: (41; 2) m
Número de incrementos: 3
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 27,428218) m
Coordenada derecha: (63,692023; 10) m

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	0 m	0 m
Punto 2	0 m	27,428218 m
Punto 3	9,996731 m	27,172557 m
Punto 4	23,193735 m	16 m
Punto 5	27,816686 m	16 m
Punto 6	41,6829 m	10 m
Punto 7	63,692023 m	10 m
Punto 8	63,692023 m	0 m

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;2;3;4;5;6;7;8	1.032,1 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 82 de 144 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 53
Factor de Seguridad: 1,426
Volumen: 35,203928 m³
Peso: 774,48642 kN
Momento Resistente: 8.828,1672 kN·m
Momento Activante: 6.191,6117 kN·m
Fuerza Resistente: 468,44284 kN
Fuerza Deslizante: 328,54543 kN
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 144
Salida: (19,646157; 19,003372) m
Entrada: (6,4974452; 27,262049) m
Radios: 15,814605 m
Centro: (20,4; 34,8) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base
Dovela 1	6,7161506 m	26,883989 m	0 kPa	-1,9449055 kPa	-1,1228917 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 2	7,1535613 m	26,170222 m	0 kPa	8,1562251 kPa	4,7089987 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 3	7,590972 m	25,532242 m	0 kPa	16,93468 kPa	9,7772422 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 4	8,0283827 m	24,955131 m	0 kPa	24,813232 kPa	14,325926 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 5	8,4657935 m	24,428632 m	0 kPa	32,094886 kPa	18,529991 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 6	8,9032042 m	23,945327 m	0 kPa	39,006557 kPa	22,520446 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 7	9,3406149 m	23,499642 m	0 kPa	45,724102 kPa	26,398823 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 8	9,7780256 m	23,087262 m	0 kPa	52,387186 kPa	30,245756 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 9	10,216036 m	22,704281 m	0 kPa	56,575051 kPa	32,663621 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ

Dovela 10	10,654646 m	22,348002 m	0 kPa	58,202029 kPa	33,602957 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 11	11,093257 m	22,016703 m	0 kPa	59,77338 kPa	34,510177 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 12	11,531867 m	21,708484 m	0 kPa	61,269897 kPa	35,374192 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 13	11,970477 m	21,421746 m	0 kPa	62,656134 kPa	36,174536 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 14	12,409088 m	21,155131 m	0 kPa	63,880589 kPa	36,881476 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 15	12,847698 m	20,907478 m	0 kPa	64,876064 kPa	37,456213 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 16	13,286308 m	20,67779 m	0 kPa	65,560596 kPa	37,851428 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 17	13,724918 m	20,4652 m	0 kPa	65,839451 kPa	38,012425 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 18	14,163529 m	20,268957 m	0 kPa	65,608596 kPa	37,87914 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 19	14,602139 m	20,088407 m	0 kPa	64,760019 kPa	37,389214 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 20	15,040749 m	19,922977 m	0 kPa	63,189025 kPa	36,482201 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 21	15,47936 m	19,772167 m	0 kPa	60,803286 kPa	35,104794 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 22	15,91797 m	19,63554 m	0 kPa	57,532974 kPa	33,216678 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 23	16,35658 m	19,512717 m	0 kPa	53,34079 kPa	30,796319 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 24	16,79519 m	19,403366 m	0 kPa	48,230294 kPa	27,845773 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 25	17,233801 m	19,307201 m	0 kPa	42,250797 kPa	24,393509 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 26	17,672411 m	19,223979 m	0 kPa	35,497357 kPa	20,494409 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 27	18,111021 m	19,153493 m	0 kPa	28,105158 kPa	16,22652 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 28	18,549632 m	19,095571 m	0 kPa	20,238598 kPa	11,68476 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 29	18,988242 m	19,050073 m	0 kPa	12,076543 kPa	6,9723952 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 30	19,426852 m	19,016894 m	0 kPa	3,7959936 kPa	2,1916179 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD DESMONTE CONSTRUCCIÓN LLENO

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Morgenstern-Price
Configuración
- Función lateral
  - Opción de función de fuerza entre rebanadas: Medio-Seno
- Condiciones PWP de: Línea piezométrica
- Aplicar corrección freática: No
- Usar descenso súbito del nivel del agua en etapas: No
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Izquierda a Rerecha
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001
- Configuración de lambda
  - Método de búsqueda: Buscador de raíz
  - Diferencia tolerable entre FS inicial o de convergencia FS: 3
  - Máximo de iteraciones para calcular lambda convergente: 20
  - Lambda absoluto máximo: 2

Materiales

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb

Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
Línea piezométrica: 1

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (19; 49) m
Inferior Izquierda: (10; 31) m
Inferior derecha: (44; 14) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (7; 24) m
Coordenada superior derecha: (41; 6) m
Coordenada inferior izquierda: (7; 2) m
Coordenada inferior derecha: (41; 2) m
Número de incrementos: 3
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 27,428218) m
Coordenada derecha: (63,692023; 10) m

Líneas piezométricas

Línea piezométrica 1

Coordenadas

	X	Y
Coordenadas 1	29 m	15,487972 m
Coordenadas 2	64 m	15,487972 m

Geometría

Nombre: Geometría 2D

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	0 m	0 m
Punto 2	0 m	27,428218 m
Punto 3	9,996731 m	27,172557 m
Punto 4	23,193735 m	16 m
Punto 5	27,816686 m	16 m
Punto 6	41,6829 m	10 m
Punto 7	63,692023 m	10 m
Punto 8	63,692023 m	0 m

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;2;3;4;5;6;7;8	1.032,1 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 82 de 144 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 53
Factor de Seguridad: 1,426
Volumen: 35,203928 m³
Peso: 774,48642 kN
Momento Resistente: 8.828,1672 kN·m
Momento Activante: 6.191,6117 kN·m
Fuerza Resistente: 468,44284 kN
Fuerza Deslizante: 328,54543 kN
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 144
Salida: (19,646157; 19,003372) m
Entrada: (6,4974452; 27,262049) m
Radios: 15,814605 m
Centro: (20,4; 34,8) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base
Dovela 1	6,7161506 m	26,883989 m	0 kPa	-1,9449055 kPa	-1,1228917 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ

Dovela 2	7,1535613 m	26,170222 m	0 kPa	8,1562251 kPa	4,7089987 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 3	7,590972 m	25,532242 m	0 kPa	16,93468 kPa	9,7772422 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 4	8,0283827 m	24,955131 m	0 kPa	24,813232 kPa	14,325926 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 5	8,4657935 m	24,428632 m	0 kPa	32,094886 kPa	18,529991 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 6	8,9032042 m	23,945327 m	0 kPa	39,006557 kPa	22,520446 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 7	9,3406149 m	23,499642 m	0 kPa	45,724102 kPa	26,398823 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 8	9,7780256 m	23,087262 m	0 kPa	52,387186 kPa	30,245756 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 9	10,216036 m	22,704281 m	0 kPa	56,575051 kPa	32,663621 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 10	10,654646 m	22,348002 m	0 kPa	58,202029 kPa	33,602957 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 11	11,093257 m	22,016703 m	0 kPa	59,77338 kPa	34,510177 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 12	11,531867 m	21,708484 m	0 kPa	61,269897 kPa	35,374192 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 13	11,970477 m	21,421746 m	0 kPa	62,656134 kPa	36,174536 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 14	12,409088 m	21,155131 m	0 kPa	63,880589 kPa	36,881476 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 15	12,847698 m	20,907478 m	0 kPa	64,876064 kPa	37,456213 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 16	13,286308 m	20,67779 m	0 kPa	65,560596 kPa	37,851428 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 17	13,724918 m	20,4652 m	0 kPa	65,839451 kPa	38,012425 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 18	14,163529 m	20,268957 m	0 kPa	65,608596 kPa	37,87914 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 19	14,602139 m	20,088407 m	0 kPa	64,760019 kPa	37,389214 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 20	15,040749 m	19,922977 m	0 kPa	63,189025 kPa	36,482201 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 21	15,47936 m	19,772167 m	0 kPa	60,803286 kPa	35,104794 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 22	15,91797 m	19,63554 m	0 kPa	57,532974 kPa	33,216678 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 23	16,35658 m	19,512717 m	0 kPa	53,34079 kPa	30,796319 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 24	16,79519 m	19,403366 m	0 kPa	48,230294 kPa	27,845773 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 25	17,233801 m	19,307201 m	0 kPa	42,250797 kPa	24,393509 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela	17,672411	19,223979	0 kPa	35,497357	20,494409	10 kPa	0 kPa	Jabre in

26	m	m		kPa	kPa			situ
Dovela 27	18,111021 m	19,153493 m	0 kPa	28,105158 kPa	16,22652 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 28	18,549632 m	19,095571 m	0 kPa	20,238598 kPa	11,68476 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 29	18,988242 m	19,050073 m	0 kPa	12,076543 kPa	6,9723952 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 30	19,426852 m	19,016894 m	0 kPa	3,7959936 kPa	2,1916179 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD TERRAPLEN INTERIOR CONSTRUCCIÓN

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Bishop
Configuración
- Condiciones PWP de: (ninguna/o)
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Derecha a Izquierda
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001

Materiales

Jabre

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 21 kN/m³
Cohesión efectiva: 4 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 31 °
Phi -B: 0 °

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³

Cohesión efectiva: 10 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (10; 38) m
Inferior Izquierda: (19; 21) m
Inferior derecha: (37; 27) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (21; 16) m
Coordenada superior derecha: (39; 23) m
Coordenada inferior izquierda: (21; 11) m
Coordenada inferior derecha: (39; 11) m
Número de incrementos: 2
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 18,7) m
Coordenada derecha: (85,08592; 10) m

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	21,174181 m	18,7 m
Punto 2	37,691083 m	24,7 m
Punto 3	42,751809 m	24,7 m
Punto 4	65,031552 m	14,340209 m
Punto 5	85,08592 m	10 m
Punto 6	85,08592 m	0 m
Punto 7	0 m	0 m

Punto 8	0 m	18,7 m

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;4;5;6;7;8	1.364,5 m²
Región 2	Jabre	2;3;4;1	193,79 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 90 de 108 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 64
Factor de Seguridad: 2,296
Volumen: 25,251886 m³
Peso: 530,2896 kN
Momento Resistente: 6.209,1285 kN·m
Momento Activante: 2.704,1282 kN·m
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 108
Salida: (21,413148; 18,786808) m
Entrada: (36,968229; 24,437413) m
Radios: 16,289371 m
Centro: (24,4; 34,8) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base
Dovela 1	21,6724 m	18,74277 m	0 kPa	3,3471971 kPa	2,0111989 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 2	22,190902 m	18,66324 m	0 kPa	9,092231 kPa	5,4631636 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 3	22,709405 m	18,600693 m	0 kPa	14,371219 kPa	8,6350996 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 4	23,227908 m	18,554932 m	0 kPa	19,20158 kPa	11,537473 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 5	23,74641 m	18,525815 m	0 kPa	23,59821 kPa	14,179235 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 6	24,264913 m	18,513253 m	0 kPa	27,573782 kPa	16,568 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 7	24,783416 m	18,517207 m	0 kPa	31,138988 kPa	18,710191 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 8	25,301919 m	18,53769 m	0 kPa	34,302733 kPa	20,611161 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 9	25,820421 m	18,574764 m	0 kPa	37,072292 kPa	22,27528 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

Dovela 10	26,338924 m	18,628544 m	0 kPa	39,453427 kPa	23,70601 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 11	26,857427 m	18,699197 m	0 kPa	41,450483 kPa	24,905963 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 12	27,375929 m	18,786946 m	0 kPa	43,066455 kPa	25,876937 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 13	27,894432 m	18,892075 m	0 kPa	44,30303 kPa	26,619946 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 14	28,412935 m	19,014931 m	0 kPa	45,160609 kPa	27,135232 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 15	28,931437 m	19,155933 m	0 kPa	45,638315 kPa	27,422266 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 16	29,44994 m	19,315578 m	0 kPa	45,733969 kPa	27,479741 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 17	29,968443 m	19,494448 m	0 kPa	45,44405 kPa	27,30554 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 18	30,486945 m	19,693228 m	0 kPa	44,763638 kPa	26,896707 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 19	31,005448 m	19,912717 m	0 kPa	43,68632 kPa	26,249389 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 20	31,523951 m	20,153847 m	0 kPa	42,204077 kPa	25,358768 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 21	32,042454 m	20,417709 m	0 kPa	40,307137 kPa	24,218972 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 22	32,560956 m	20,705581 m	0 kPa	37,983787 kPa	22,822962 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 23	33,079459 m	21,018973 m	0 kPa	35,220139 kPa	21,162395 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 24	33,597962 m	21,359672 m	0 kPa	31,999855 kPa	19,227453 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 25	34,116464 m	21,729822 m	0 kPa	28,303795 kPa	17,006636 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 26	34,634967 m	22,13201 m	0 kPa	24,109607 kPa	14,486513 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 27	35,15347 m	22,569411 m	0 kPa	19,391241 kPa	11,651433 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 28	35,671972 m	23,045971 m	0 kPa	14,118405 kPa	8,4831935 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 29	36,190475 m	23,5667 m	0 kPa	8,2560073 kPa	4,9607096 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 30	36,708978 m	24,138112 m	0 kPa	1,7637507 kPa	1,0597683 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD TERRAPLEN EXTERIOR CONSTRUCCIÓN

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Bishop
Configuración
- Condiciones PWP de: (ninguna/o)
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Izquierda a Rerecha
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001

Materiales

Jabre

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 21 kN/m³
Cohesión efectiva: 4 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 31 °
Phi -B: 0 °

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa

Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (49; 43) m
Inferior Izquierda: (42; 28) m
Inferior derecha: (68; 17) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (43; 23) m
Coordenada superior derecha: (66; 12) m
Coordenada inferior izquierda: (42; 8) m
Coordenada inferior derecha: (66; 8) m
Número de incrementos: 3
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 18,7) m
Coordenada derecha: (85,08592; 10) m

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	21,174181 m	18,7 m
Punto 2	37,691083 m	24,7 m
Punto 3	42,751809 m	24,7 m
Punto 4	65,031552 m	14,340209 m
Punto 5	85,08592 m	10 m
Punto 6	85,08592 m	0 m
Punto 7	0 m	0 m
Punto 8	0 m	18,7 m

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;4;5;6;7;8	1.364,5 m²
Región 2	Jabre	2;3;4;1	193,79 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 135 de 144 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 133
Factor de Seguridad: 1,842
Volumen: 17,22551 m³
Peso: 361,73571 kN
Momento Resistente: 5.747,8031 kN·m
Momento Activante: 3.119,7665 kN·m
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 144
Salida: (63,57733; 15,016403) m
Entrada: (48,908147; 21,837383) m
Radios: 21,408037 m
Centro: (64,6; 36,4) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base
Dovela 1	49,152634 m	21,582503 m	0 kPa	0,52405044 kPa	0,31488127 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 2	49,641607 m	21,088772 m	0 kPa	4,882749 kPa	2,9338516 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 3	50,130579 m	20,625658 m	0 kPa	8,8665047 kPa	5,3275335 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 4	50,619552 m	20,190531 m	0 kPa	12,488284 kPa	7,5037178 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 5	51,108525 m	19,781186 m	0 kPa	15,760075 kPa	9,4696086 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 6	51,597498 m	19,395757 m	0 kPa	18,692848 kPa	11,231797 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 7	52,08647 m	19,03265 m	0 kPa	21,296565 kPa	12,796267 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 8	52,575443 m	18,690489 m	0 kPa	23,580219 kPa	14,168425 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 9	53,064416 m	18,36808 m	0 kPa	25,551896 kPa	15,353128 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 10	53,553389 m	18,06438 m	0 kPa	27,218823 kPa	16,354719 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

Dovela 11	54,042361 m	17,778471 m	0 kPa	28,587431 kPa	17,177062 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 12	54,531334 m	17,509545 m	0 kPa	29,663408 kPa	17,823574 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 13	55,020307 m	17,256886 m	0 kPa	30,451744 kPa	18,297254 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 14	55,50928 m	17,019857 m	0 kPa	30,956775 kPa	18,600707 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 15	55,998252 m	16,79789 m	0 kPa	31,182224 kPa	18,736171 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 16	56,487225 m	16,590478 m	0 kPa	31,131231 kPa	18,705531 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 17	56,976198 m	16,397169 m	0 kPa	30,80638 kPa	18,510341 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 18	57,465171 m	16,217556 m	0 kPa	30,209724 kPa	18,151833 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 19	57,954143 m	16,051278 m	0 kPa	29,342801 kPa	17,630933 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 20	58,443116 m	15,898008 m	0 kPa	28,20665 kPa	16,948265 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 21	58,932089 m	15,757457 m	0 kPa	26,801822 kPa	16,104159 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 22	59,421062 m	15,629368 m	0 kPa	25,128381 kPa	15,098655 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 23	59,910034 m	15,513509 m	0 kPa	23,185912 kPa	13,931502 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 24	60,399007 m	15,40968 m	0 kPa	20,973517 kPa	12,60216 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 25	60,88798 m	15,317701 m	0 kPa	18,489806 kPa	11,109796 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 26	61,376953 m	15,237418 m	0 kPa	15,732892 kPa	9,4532754 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 27	61,865925 m	15,168699 m	0 kPa	12,700377 kPa	7,6311562 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 28	62,354898 m	15,111432 m	0 kPa	9,389328 kPa	5,6416774 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 29	62,843871 m	15,065523 m	0 kPa	5,7962606 kPa	3,4827448 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 30	63,332844 m	15,030901 m	0 kPa	1,9171068 kPa	1,151914 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD TERRAPLEN INTERIOR LLENO

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Bishop
Configuración
- Condiciones PWP de: Línea piezométrica
- Aplicar corrección freática: No
- Usar descenso súbito del nivel del agua en etapas: No
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Derecha a Izquierda
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001

Materiales

Jabre

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 21 kN/m³
Cohesión efectiva: 4 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 31 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
- Línea piezométrica: 1

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
Línea piezométrica: 1

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (10; 38) m
Inferior Izquierda: (19; 21) m
Inferior derecha: (37; 27) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (21; 16) m
Coordenada superior derecha: (39; 23) m
Coordenada inferior izquierda: (21; 11) m
Coordenada inferior derecha: (39; 11) m
Número de incrementos: 2
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 18,7) m
Coordenada derecha: (85,08592; 10) m

Líneas piezométricas

Línea piezométrica 1

Coordenadas

	X	Y
Coordenadas 1	0 m	24,448954 m
Coordenadas 2	37 m	24,448954 m

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	21,174181 m	18,7 m
Punto 2	37,691083 m	24,7 m
Punto 3	42,751809 m	24,7 m
Punto 4	65,031552 m	14,340209 m
Punto 5	85,08592 m	10 m
Punto 6	85,08592 m	0 m
Punto 7	0 m	0 m
Punto 8	0 m	18,7 m

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;4;5;6;7;8	1.364,5 m²
Región 2	Jabre	2;3;4;1	193,79 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 88 de 108 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 64
Factor de Seguridad: 2,662
Volumen: 25,251886 m³
Peso: 530,2896 kN
Momento Resistente: 3.834,7642 kN·m
Momento Activante: 1.440,722 kN·m
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 108
Salida: (21,413148; 18,786808) m
Entrada: (36,968229; 24,437413) m
Radios: 16,289371 m
Centro: (24,4; 34,8) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base

Dovela 1	21,6724 m	18,74277 m	55,960547 kPa	57,834716 kPa	1,1261142 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 2	22,190902 m	18,66324 m	56,740493 kPa	61,643173 kPa	2,9458272 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 3	22,709405 m	18,600693 m	57,353893 kPa	65,045709 kPa	4,6217094 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 4	23,227908 m	18,554932 m	57,802673 kPa	68,052259 kPa	6,1585726 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 5	23,74641 m	18,525815 m	58,088223 kPa	70,671024 kPa	7,5605097 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 6	24,264913 m	18,513253 m	58,21142 kPa	72,908629 kPa	8,8309741 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 7	24,783416 m	18,517207 m	58,172639 kPa	74,770239 kPa	9,9728442 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 8	25,301919 m	18,53769 m	57,971763 kPa	76,259654 kPa	10,988473 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 9	25,820421 m	18,574764 m	57,608177 kPa	77,379369 kPa	11,87973 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 10	26,338924 m	18,628544 m	57,080761 kPa	78,130617 kPa	12,64803 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 11	26,857427 m	18,699197 m	56,387871 kPa	78,513392 kPa	13,294354 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 12	27,375929 m	18,786946 m	55,527314 kPa	78,526439 kPa	13,819268 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 13	27,894432 m	18,892075 m	54,496314 kPa	78,167241 kPa	14,222928 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 14	28,412935 m	19,014931 m	53,29146 kPa	77,431969 kPa	14,505081 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 15	28,931437 m	19,155933 m	51,908652 kPa	76,315411 kPa	14,66506 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 16	29,44994 m	19,315578 m	50,343023 kPa	74,810884 kPa	14,701774 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 17	29,968443 m	19,494448 m	48,588843 kPa	72,910099 kPa	14,613685 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 18	30,486945 m	19,693228 m	46,639406 kPa	70,603001 kPa	14,39878 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 19	31,005448 m	19,912717 m	44,486879 kPa	67,877559 kPa	14,054538 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 20	31,523951 m	20,153847 m	42,122116 kPa	64,7195 kPa	13,577878 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 21	32,042454 m	20,417709 m	39,534424 kPa	61,111971 kPa	12,965098 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 22	32,560956 m	20,705581 m	36,711257 kPa	57,03511 kPa	12,211803 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 23	33,079459 m	21,018973 m	33,637827 kPa	52,465495 kPa	11,312804 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 24	33,597962 m	21,359672 m	30,296584 kPa	47,375428 kPa	10,262005 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela	34,116464	21,729822	26,666529	41,732	9,0522481	4 kPa	0 kPa	Jabre

25	m	m	kPa	kPa	kPa			
Dovela 26	34,634967 m	22,13201 m	22,722265 kPa	35,495837 kPa	7,6751365 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 27	35,15347 m	22,569411 m	18,432681 kPa	28,619404 kPa	6,120801 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 28	35,671972 m	23,045971 m	13,759058 kPa	21,044645 kPa	4,3776217 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 29	36,190475 m	23,5667 m	8,6522672 kPa	12,699615 kPa	2,4318921 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 30	36,708978 m	24,138112 m	3,0484319 kPa	3,4935324 kPa	0,26744333 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD TERRAPLEN EXTERIOR ROTURA

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Bishop
Configuración
- Condiciones PWP de: Línea piezométrica
- Aplicar corrección freática: No
- Usar descenso súbito del nivel del agua en etapas: No
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Izquierda a Rerecha
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001

Materiales

Jabre

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 21 kN/m³
Cohesión efectiva: 4 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 31 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
- Línea piezométrica: 1

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
Línea piezométrica: 1

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (48; 44) m
Inferior Izquierda: (41; 28) m
Inferior derecha: (68; 16) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (41; 24) m
Coordenada superior derecha: (65; 13) m
Coordenada inferior izquierda: (38; 8) m
Coordenada inferior derecha: (65; 8) m
Número de incrementos: 2
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 18,7) m
Coordenada derecha: (85,08592; 10) m

Líneas piezométricas

Línea piezométrica 1

Coordenadas

	X	Y
Coordenadas 1	0 m	24,448954 m
Coordenadas 2	37 m	24,448954 m
Coordenadas 3	65,031552 m	14,340209 m
Coordenadas 4	85,08592 m	10 m

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	21,174181 m	18,7 m
Punto 2	37,691083 m	24,7 m
Punto 3	42,751809 m	24,7 m
Punto 4	65,031552 m	14,340209 m
Punto 5	85,08592 m	10 m
Punto 6	85,08592 m	0 m
Punto 7	0 m	0 m
Punto 8	0 m	18,7 m

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;4;5;6;7;8	1.364,5 m²
Región 2	Jabre	2;3;4;1	193,79 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 99 de 108 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 101
Factor de Seguridad: 1,356
Volumen: 124,02077 m³
Peso: 2.655,4503 kN
Momento Resistente: 31.187,667 kN·m
Momento Activante: 22.997,761 kN·m
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 108
Salida: (72,637985; 12,694009) m
Entrada: (41,708037; 24,7) m
Radios: 25,540133 m
Centro: (64,2; 36,8) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base

Dovela 1	42,229923 m	23,816864 m	-12,297252 kPa	7,7476204 kPa	4,65524 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 2	42,999436 m	22,564932 m	-2,7410199 kPa	22,910799 kPa	13,766197 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 3	43,77232 m	21,495069 m	5,0177408 kPa	35,424126 kPa	18,269999 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 4	44,822834 m	20,181551 m	14,184168 kPa	51,79746 kPa	22,600345 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 5	45,873349 m	19,027465 m	21,787032 kPa	65,591311 kPa	26,320267 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 6	46,923863 m	18,003071 m	28,118015 kPa	77,20165 kPa	29,492424 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 7	47,974378 m	17,087954 m	33,377312 kPa	86,908791 kPa	32,164957 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 8	49,024892 m	16,267394 m	37,709292 kPa	94,919421 kPa	34,375314 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 9	50,066196 m	15,53618 m	41,197627 kPa	99,82188 kPa	33,846728 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 10	51,098289 m	14,884661 m	43,936977 kPa	105,41069 kPa	35,491863 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 11	52,130383 m	14,299337 m	46,027137 kPa	109,6715 kPa	36,74509 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 12	53,162476 m	13,775144 m	47,517793 kPa	112,67919 kPa	37,620948 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 13	54,19457 m	13,307977 m	48,449202 kPa	114,49331 kPa	38,130582 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 14	55,226664 m	12,894482 m	48,854243 kPa	115,16096 kPa	38,282201 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 15	56,258757 m	12,531909 m	48,759889 kPa	114,71881 kPa	38,081398 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 16	57,290851 m	12,218 m	48,188287 kPa	113,19453 kPa	37,53137 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 17	58,322944 m	11,950907 m	47,157564 kPa	110,60787 kPa	36,633049 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 18	59,355038 m	11,729131 m	45,682422 kPa	106,97132 kPa	35,385161 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 19	60,387131 m	11,551474 m	43,774594 kPa	102,29058 kPa	33,78422 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 20	61,419225 m	11,41701 m	41,443181 kPa	96,564747 kPa	31,824451 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 21	62,451318 m	11,325052 m	38,694903 kPa	89,786324 kPa	29,497646 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 22	63,483412 m	11,275142 m	35,534272 kPa	81,941005 kPa	26,79294 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 23	64,515505 m	11,267031 m	31,96371 kPa	73,007256 kPa	23,696502 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela	65,574869	11,302704	28,635645	65,481464	21,272944	10 kPa	0 kPa	Jabre in

24	m	m	kPa	kPa	kPa			situ
Dovela 25	66,661502 m	11,384622 m	25,525954 kPa	59,371604 kPa	19,540796 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 26	67,748135 m	11,513479 m	21,955923 kPa	52,087825 kPa	17,396662 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 27	68,834768 m	11,690001 m	17,918451 kPa	43,572808 kPa	14,811549 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 28	69,921402 m	11,915202 m	13,403573 kPa	33,754954 kPa	11,749875 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 29	71,008035 m	12,190423 m	8,3981547 kPa	22,544974 kPa	8,1676698 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ
Dovela 30	72,094668 m	12,517368 m	2,8854799 kPa	9,8311371 kPa	4,010077 kPa	10 kPa	0 kPa	Jabre in situ

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

TALUD TERRAPLEN INTERIOR ROTURA

Ajustes del proyecto

Sistema de Unidades: Unidades del Sistema Internacional (SI)

Configuración de análisis

Estabilidad de Taludes

Clase: SLOPE/W
Tipo de análisis: Bishop
Configuración
- Condiciones PWP de: Línea piezométrica
- Aplicar corrección freática: No
- Usar descenso súbito del nivel del agua en etapas: No
- Análisis de superficie de deslizamiento crítico: (ninguna/o)
- Peso unitario del agua: 9,807 kN/m³

Superficie de deslizamiento
- Dirección de movimiento: Derecha a Izquierda
- Use el modo pasivo: No
- Opción superficie de deslizamiento: Grilla y radio
- Superficies de deslizamiento crítico guardadas: 1
- Optimizar la ubicación de la superficie de deslizamiento crítica: No
- Opción de fisura de tensión: (ninguna/o)

Distribución
- FS Opción de cálculo: Constante

Avanzado
- Parámetros de geometría
  - Profundidad mínim de superficie de deslizamiento: 0,1 m
  - Número de dovelas: 30
- Factor de Seguridad Configuración convergencia FSD
  - Número máximo de iteraciones: 100
  - FS tolerancia FS: 0,001

Materiales

Jabre

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 21 kN/m³
Cohesión efectiva: 4 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 31 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
- Línea piezométrica: 1

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Jabre in situ

Modelo Constitutivo: Mohr-Coulomb
Peso unitario: 22 kN/m³
Cohesión efectiva: 10 kPa
Ángulo de Fricción Efectivo: 30 °
Phi -B: 0 °
Presión de poros
Línea piezométrica: 1

Grilla de superficie de deslizamiento

Superior Izquierda: (13; 30) m
Inferior Izquierda: (20; 20) m
Inferior derecha: (37; 27) m
Incremento horizontal de cuadrícula: 5
incremento vertical de cuadrícula: 5

Radio de superficie de deslizamiento

Superior izquierda coordenada: (19; 16) m
Coordenada superior derecha: (38; 23) m
Coordenada inferior izquierda: (20; 13) m
Coordenada inferior derecha: (38; 13) m
Número de incrementos: 2
Utilice proyección a la izquierda: No
Ángulo de proyección izquierdo: 135 °
Utilice proyección a la derecha: No
Ángulo de proyección derecho: 45 °

Límites de superficie de deslizamiento

Coordenada izquierda: (0; 18,7) m
Coordenada derecha: (85,08592; 10) m

Líneas piezométricas

Línea piezométrica 1

Coordenadas

	X	Y
Coordenadas 1	0 m	24,448954 m
Coordenadas 2	37 m	24,448954 m
Coordenadas 3	65,031552 m	14,340209 m
Coordenadas 4	85,08592 m	10 m

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

Geometría

Nombre: Geometría 2D

Configuración

Ver: 2D
Elemento grueso: 1 m

Puntos

	X	Y
Punto 1	21,174181 m	18,7 m
Punto 2	37,691083 m	24,7 m
Punto 3	42,751809 m	24,7 m
Punto 4	65,031552 m	14,340209 m
Punto 5	85,08592 m	10 m
Punto 6	85,08592 m	0 m
Punto 7	0 m	0 m
Punto 8	0 m	18,7 m

Regiones

	Material	Puntos	Área
Región 1	Jabre in situ	1;4;5;6;7;8	1.364,5 m²
Región 2	Jabre	2;3;4;1	193,79 m²

Resultados de deslizamiento

Superficies de deslizamiento analizadas: 99 de 108 convergido

Superficie de deslizamiento actual

Superficie de deslizamiento: 103
Factor de Seguridad: 2,797
Volumen: 16,742308 m³
Peso: 351,58846 kN
Momento Resistente: 2.668,5246 kN·m
Momento Activante: 954,2275 kN·m
Rango FS (Análisis): Superficies de deslizamiento 1 de 108
Salida: (24,638256; 19,958375) m
Entrada: (37,988542; 24,7) m
Radios: 15,764164 m
Centro: (26,6; 35,6) m

Dovelas de deslizamiento

	X	Y	Presión de agua intersticial	Esfuerzo Normal de Base	Resistencia Friccional	Resistencia Cohesiva	Resistencia por Succión	Material base

Dovela 1	24,859002 m	19,933843 m	44,279693 kPa	45,643338 kPa	0,81936043 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 2	25,300493 m	19,89105 m	44,69936 kPa	48,328403 kPa	2,1805487 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 3	25,741983 m	19,860756 m	44,996461 kPa	50,721914 kPa	3,4401989 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 4	26,183474 m	19,842887 m	45,171703 kPa	52,828537 kPa	4,6006901 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 5	26,624965 m	19,837401 m	45,2255 kPa	54,652077 kPa	5,6640587 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 6	27,066456 m	19,844286 m	45,15798 kPa	56,195525 kPa	6,6320263 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 7	27,507947 m	19,863558 m	44,968983 kPa	57,461103 kPa	7,5060233 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 8	27,949438 m	19,895262 m	44,658061 kPa	58,450289 kPa	8,2872067 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 9	28,390928 m	19,939474 m	44,224474 kPa	59,163837 kPa	8,9764746 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 10	28,832419 m	19,9963 m	43,667179 kPa	59,601785 kPa	9,5744774 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 11	29,27391 m	20,065879 m	42,984815 kPa	59,763457 kPa	10,081625 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 12	29,715401 m	20,148384 m	42,175693 kPa	59,647451 kPa	10,498091 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 13	30,156892 m	20,244022 m	41,237767 kPa	59,251622 kPa	10,823816 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 14	30,598382 m	20,353042 m	40,168612 kPa	58,573051 kPa	11,058503 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 15	31,039873 m	20,475732 m	38,965386 kPa	57,608007 kPa	11,201617 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 16	31,481364 m	20,61243 m	37,624794 kPa	56,351887 kPa	11,252373 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 17	31,922855 m	20,763522 m	36,143036 kPa	54,799159 kPa	11,20973 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 18	32,364346 m	20,929453 m	34,515745 kPa	52,943269 kPa	11,072373 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 19	32,805837 m	21,110735 m	32,737915 kPa	50,776538 kPa	10,838698 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 20	33,247327 m	21,307952 m	30,80381 kPa	48,290036 kPa	10,506784 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 21	33,688818 m	21,521774 m	28,706856 kPa	45,473421 kPa	10,074369 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 22	34,130309 m	21,752972 m	26,439496 kPa	42,314745 kPa	9,5388122 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 23	34,5718 m	22,002434 m	23,993024 kPa	38,80021 kPa	8,8970544 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 24	35,013291 m	22,271186 m	21,357368 kPa	34,913864 kPa	8,1455644 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela	35,454781	22,560425	18,520807	30,637224	7,280278	4 kPa	0 kPa	Jabre

25	m	m	kPa	kPa	kPa			
Dovela 26	35,896272 m	22,871548 m	15,469616 kPa	25,948791 kPa	6,2965233 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 27	36,337763 m	23,20621 m	12,187594 kPa	20,823424 kPa	5,1889304 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 28	36,779254 m	23,566378 m	8,6554254 kPa	15,23153 kPa	3,9513225 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 29	37,271639 m	24,003072 m	3,4120867 kPa	9,0123658 kPa	3,3649872 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 30	37,61718 m	24,325252 m	-0,96957424 kPa	4,8831629 kPa	2,9341003 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre
Dovela 31	37,839812 m	24,548733 m	-3,9486176 kPa	1,4131347 kPa	0,849097 kPa	4 kPa	0 kPa	Jabre

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 5.- ENSAYOS DELABORATORIO

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-107**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 1**	**REF : ENSAYO**	**Granulometria**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Granulometría de suelos por tamizado (según UNE - 103.101-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRIA	
TAMIZ UNE	% PASA
100	
80	
63	
50	100,0
40	94,7
25	89,0
20	86,8
12,5	80,7
10	78,9
6,3	75,1
5	73,4
2	68,4
0,4	46,2
0,08	36,5

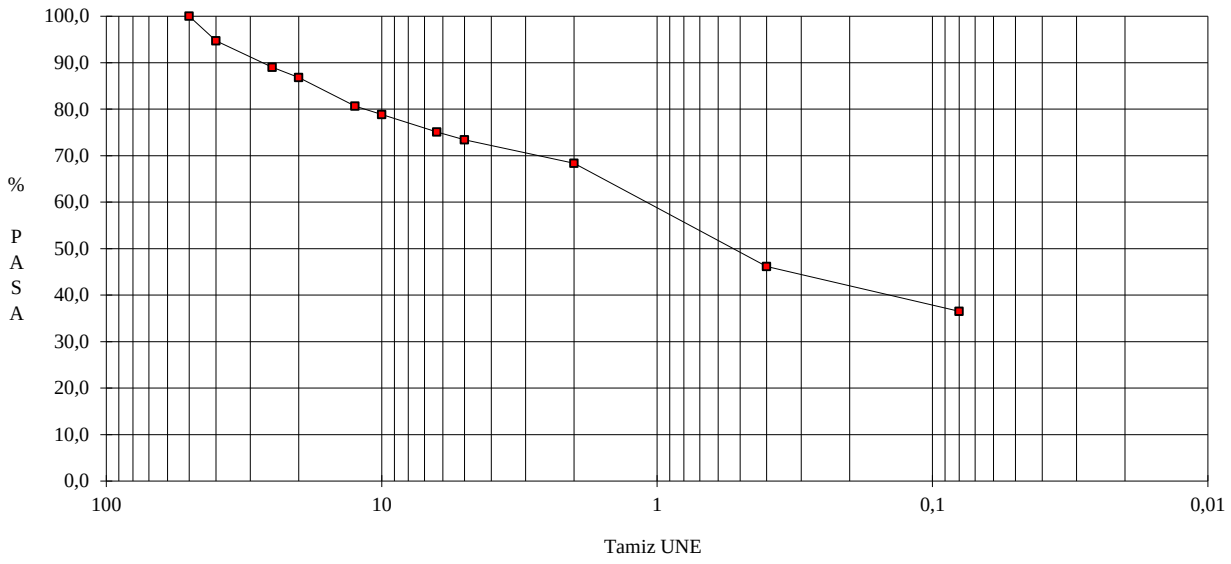
CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA

% GRAVAS	31,6
% ARENA GRUESA	22,2
% ARENA FINA	9,7
% TOTAL ARENA	31,9
% FINOS	36,5

CASAGRANDE	SM
H.R.B.	A-4
I.G.	0

Densidad gr/cm3 seca	
Humedad %	
P. Específico gr/cm3	

Curva Granulométrica



Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

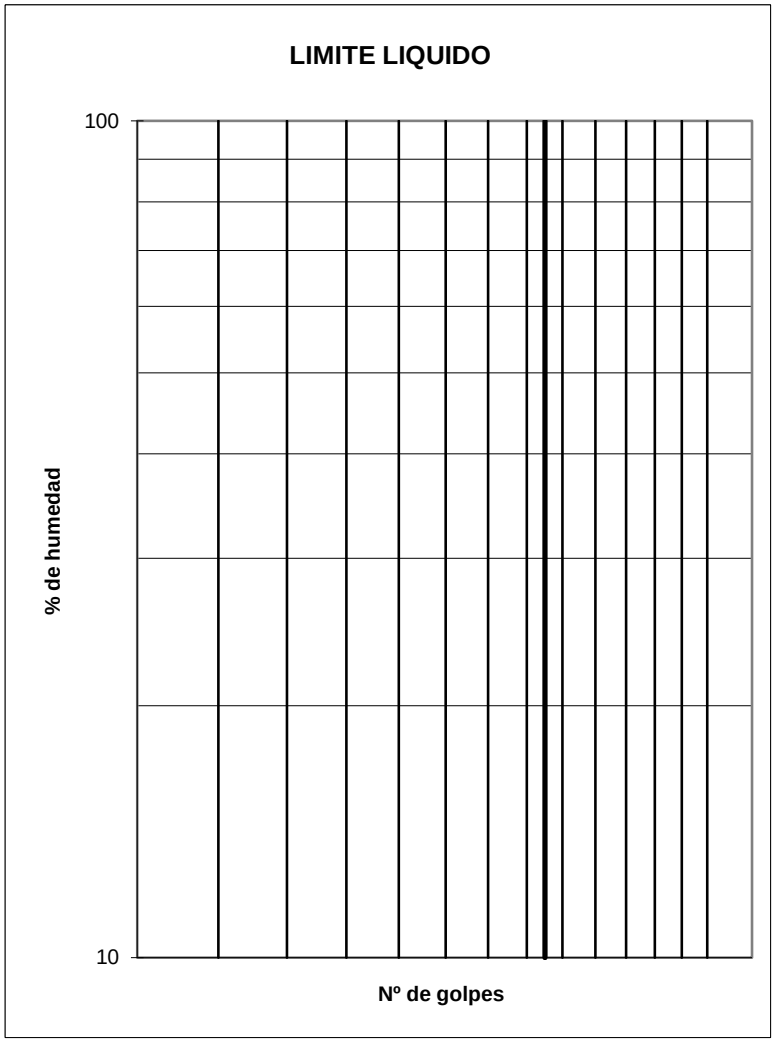
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-107**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 1**	**REF : ENSAYO**	**L. Atterberg**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Límites de Atterberg : UNE EN 17892-12:19

RESULTADOS OBTENIDOS



RESULTADOS:

Límite líquido:	
Límite plástico:	**N.P.**
Indice de plasticidad:	**N.P.**

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	**Nº INFORME**	**23-107**
Tipo de muestra :	**CATA 1**	**REF : ENSAYO**	**Suelo Agr.**
Fecha de petición	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Contenido de ión sulfato expresado en SO4= UNE 83963:2008
* Grado de acidez Baumann-Gully UNE 83962:2008

RESULTADOS OBTENIDOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	AGRESIVIDAD		
			DEBIL	MEDIO	FUERTE
SULFATO	UNE 83963:2008	840 mg/Kg	2000-3000	3000-12000	>12000
BAUMANN-GULLY	UNE 83962:2008	10 ml/Kg	>= 200		

EVALUACIÓN	NO AGRESIVO

Vº Bº Director Técnico



Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo. Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-108**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 2**	**REF : ENSAYO**	**Granulometria**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Granulometría de suelos por tamizado (según UNE - 103.101-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRIA	
TAMIZ UNE	% PASA
100	
80	100,0
63	73,4
50	73,4
40	73,4
25	73,4
20	73,4
12,5	73,2
10	72,3
6,3	69,8
5	68,2
2	62,0
0,4	32,1
0,08	22,7

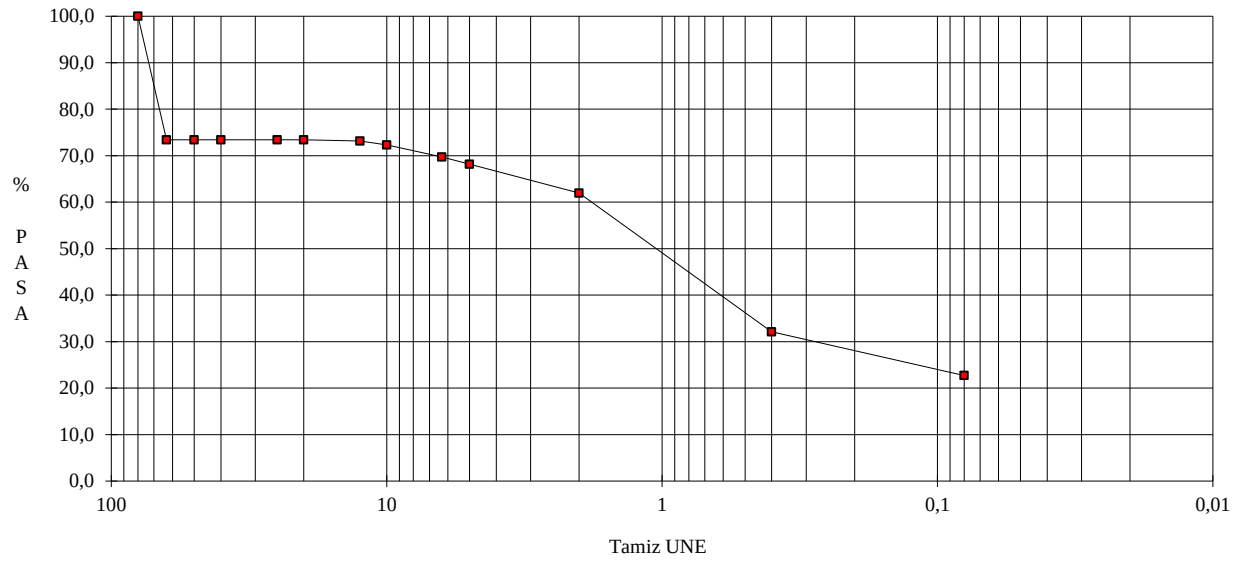
CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA

% GRAVAS	38,0
% ARENA GRUESA	29,9
% ARENA FINA	9,4
% TOTAL ARENA	39,3
% FINOS	22,7

CASAGRANDE	SM
H.R.B.	A-1-b
I.G.	0

Densidad gr/cm3 seca	
Humedad %	
P. Específico gr/cm3	

Curva Granulométrica



Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

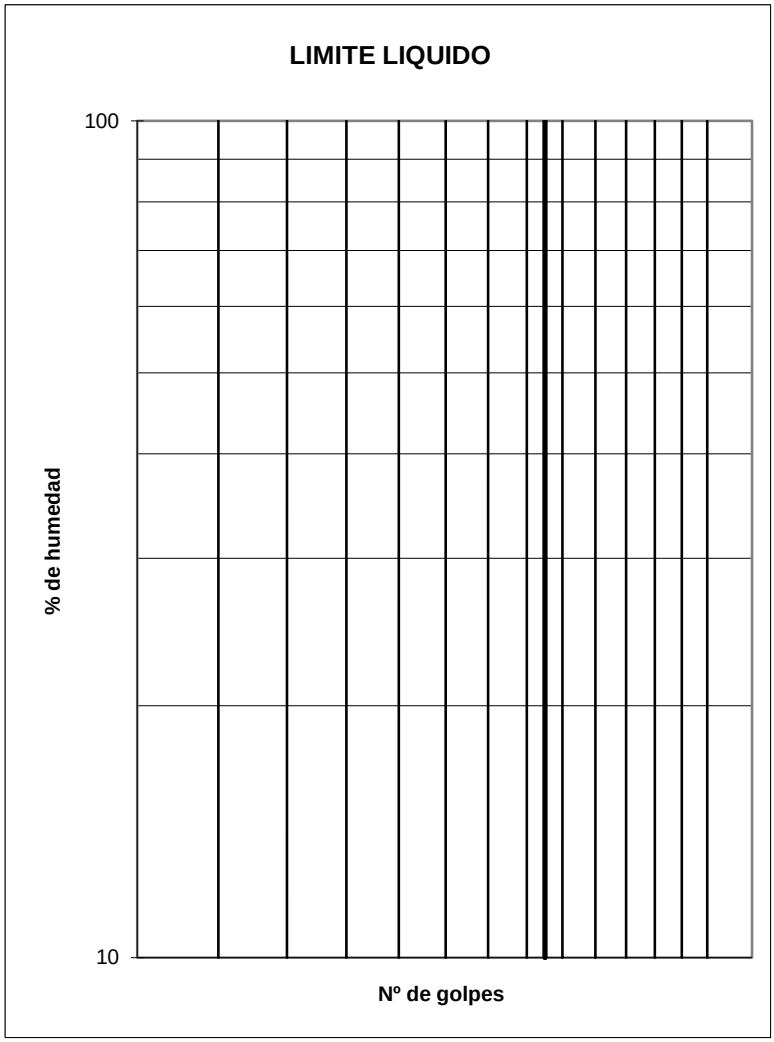
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-108**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 2**	**REF : ENSAYO**	**L. Atterberg**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Límites de Atterberg : UNE EN 17892-12:19

RESULTADOS OBTENIDOS



RESULTADOS:

Límite líquido:	
Límite plástico:	**N.P.**
Indice de plasticidad:	**N.P.**

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

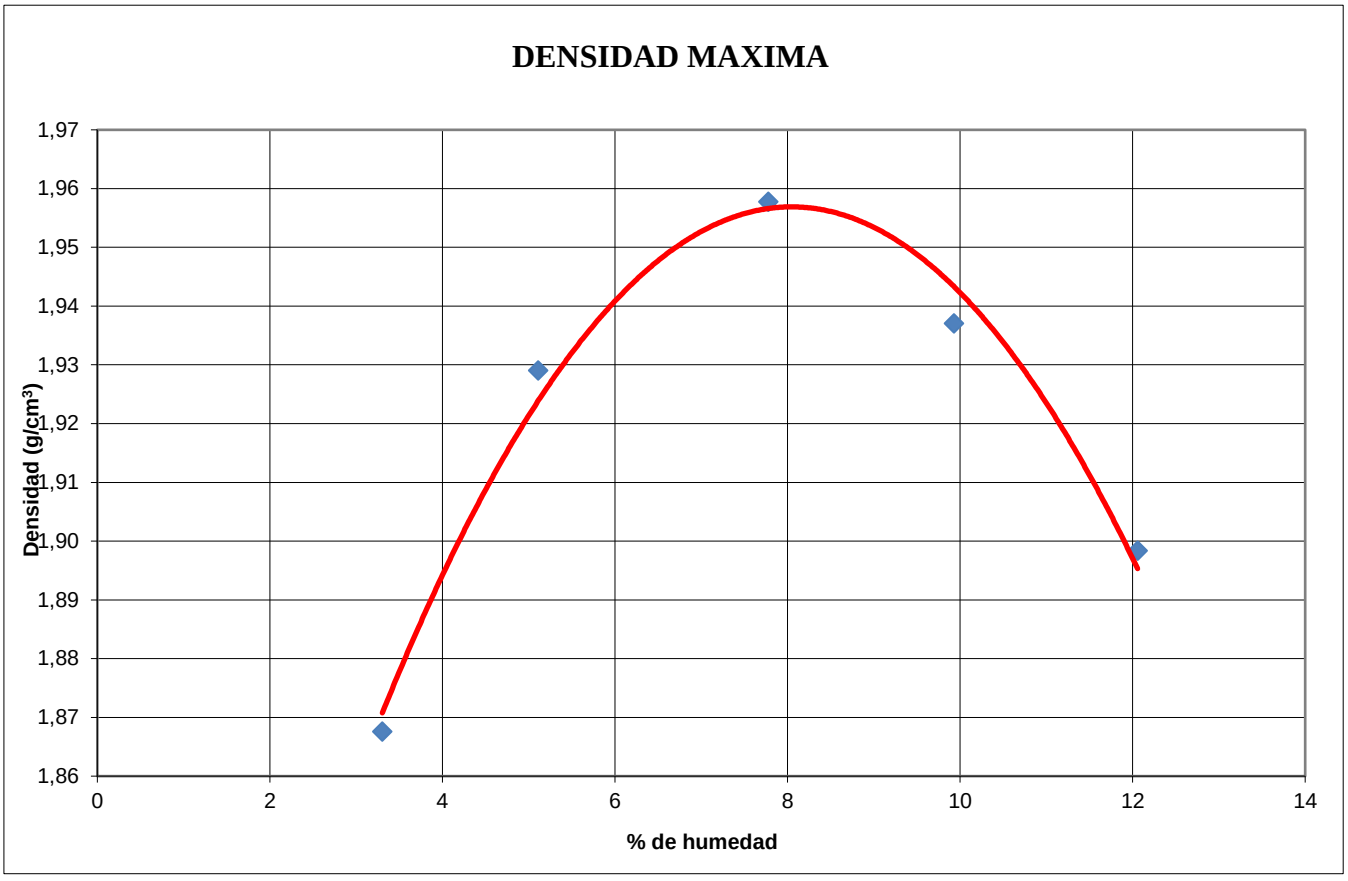
Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	**Nº INFORME**	**23-108**
Tipo de muestra :	**CATA 2**	**REF : ENSAYO**	**P. Normal**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

X Proctor Modificado (UNE - 103.501 -94)

RESULTADOS OBTENIDOS

Punto :	1	2	3	4	5
Humedad (%)	3,3	5,1	7,8	9,9	12,1
Densidad (g/cm^3)	1,87	1,93	1,96	1,94	1,90



Densidad máxima (g/cm^3):	**1,96**	**Humedad óptima (%):**	**8,0**

Vº Bº Director Técnico

Fdo : Antonio Doblas Pérez
I.C.C.P.

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	Nº INFORME	**23-108**
Tipo de muestra :	**CATA 2**	REF : ENSAYO	**PROCTOR-CBR**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	Fecha de entrega :	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Índice C.B.R en laboratorio (UNE - 103.502-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

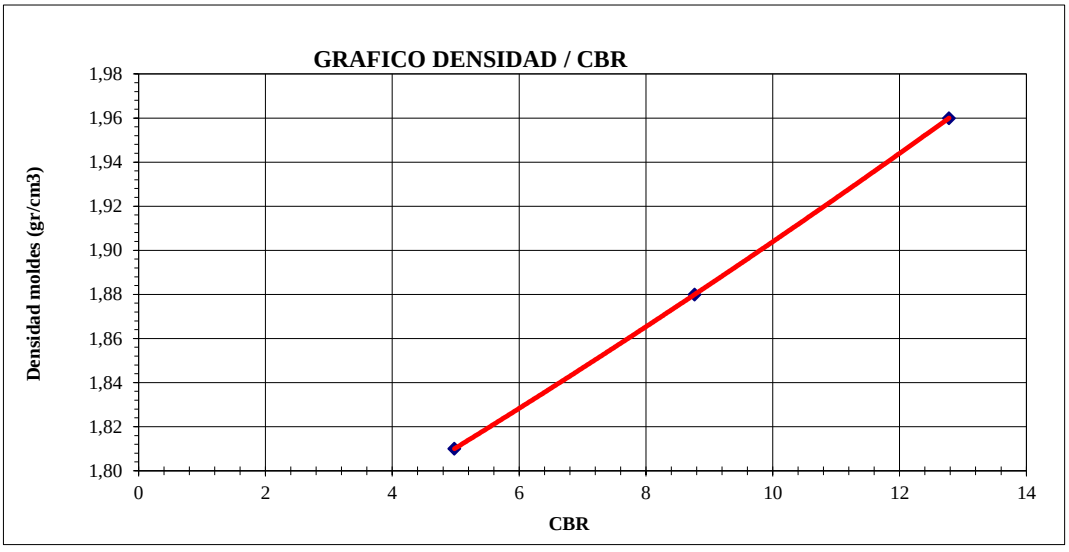
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
DENSIDAD SECA	1,96	1,88	1,81
% HUMEDAD INICIAL	7,98	7,98	7,98
% ABSORCION	2,37	3,51	7,06
HINCHAMIENTO	0,00	0,00	0,00

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD	**1,96**
HUMEDAD	**8,0**

PENETRACIÓN		Molde 1	Molde 2	Molde 3
CALCULO	2,50 mm	1,65	1,03	0,45
del	CBR=Q*7,57	12,51	7,81	3,38
INDICE	5,00 mm	2,56	1,75	1,00
C.B.R.	CBR=Q*5	12,78	8,77	4,98

RESULTADO	
CBR	%
7,7	**95%**
10,7	**98%**
12,6	**100%**

% Retenido por tamiz 20 mm	0,0
Se ha hecho sustitución de gruesos	no
Sobrecarga utilizada (Kg)	4,50



Vº Bº Director Técnico
Responsable Técnico Ensayos Físicos

Fdo : Manuel A. Domínguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

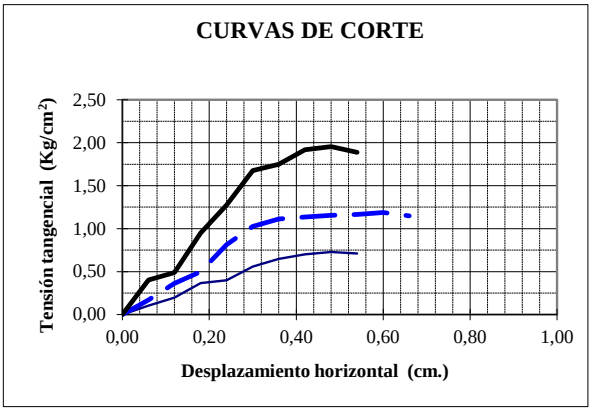
ensa proc
geotecnia y control de calidad

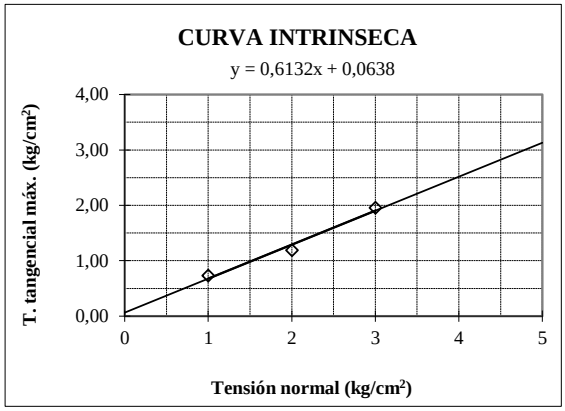
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

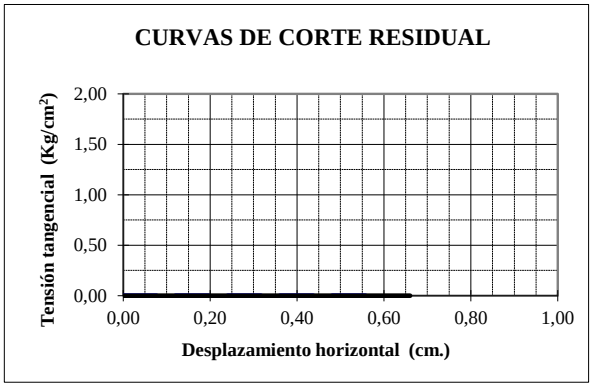
Peticionario:	TRAGSATEC	**Nº INFORME**	23-108
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 2	**REF : ENSAYO**	C. Directo
Fecha de petición	23/03/2023	**Fecha de entrega :**	10/04/2023

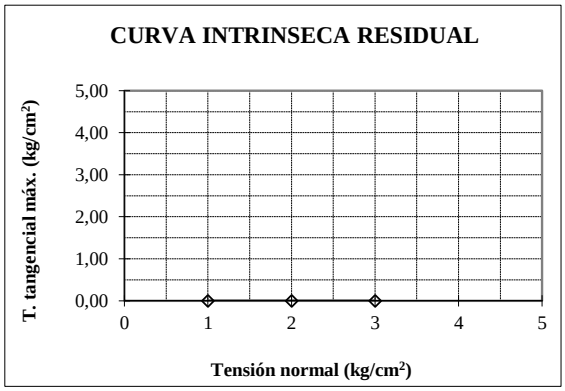
ENSAYOS SOLICITADOS	**CORTE DIRECTO** (UNE 103401/98)

CONSOLIDADO - DRENADO (CD)
(MUESTRA REMOLDEADA)









Probeta núm.:	1	2	3
Humedad (%):			
- inicial.....	**9,09**	**8,33**	**8,84**
- final.....	**7,73**	**6,75**	**7,56**
Densidad (g/cm³):	**1,938**	**1,970**	**1,979**
Indice huecos:			
- inicial.....	**0,393**	**0,371**	**0,364**
- final.....			
Consolid. (mm.):	**0,15**	**0,24**	**0,43**
Tensión (kg/cm²):			
- Normal.....	**1**	**2**	**3**
- Tangencial máx	**0,73**	**1,19**	**1,95**
VALORES RESIDUALES			
Tensión (kg/cm²):			
- Normal.....	**1**	**2**	**3**
- Tangencial máx	**0,00**	**0,00**	**0,00**

VALORES NORMALES

COHESION (Kg/cm²):

0,06

ANGULO (º):

31,52

VALORES RESIDUALES

COHESION (Kg/cm²):

ANGULO (º):

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS	**Nº INFORME**	23-108
Tipo de muestra :	CATA 2	**REF : ENSAYO**	Químicos
Fecha de petición:	23/03/2023	**Fecha de entrega :**	10/04/2023

X ENSAYOS SOLICITADOS

X * Materia organica (UNE 103204:19)

X * Sulfatos solubles (UNE 103202:19)

* Sales Solubles (UNE 103205:19)

X * Contenido en yesos (UNE 103206:19)

RESULTADOS DE ENSAYOS

ANALISIS QUIMICOS	**Sulfatos (%)**	
	Materia orgánica (%)	0,06
	Sales Solubles (%)	0,10
	Yesos (%)	0,11

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-108
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 2	REF : ENSAYO	H. libre
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

* Ensayo de hinchamiento libre de un suelo en edometro (UNE 103601.96)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	8,50	%
HUMEDAD FINAL	11,14	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
HINCHAMIENTO LIBRE	0,00	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico



Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-108
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 2	REF : ENSAYO	Colapso
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

Colapso (NLT 254:99)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	8,50	%
HUMEDAD FINAL	11,41	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
INDICE DE COLAPSO	0,00	%
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	0,00	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-109**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 3**	**REF : ENSAYO**	**Granulometria**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Granulometría de suelos por tamizado (según UNE - 103.101-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRIA	
TAMIZ UNE	% PASA
100	
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,7
6,3	99,0
5	98,5
2	94,6
0,4	57,9
0,08	38,8

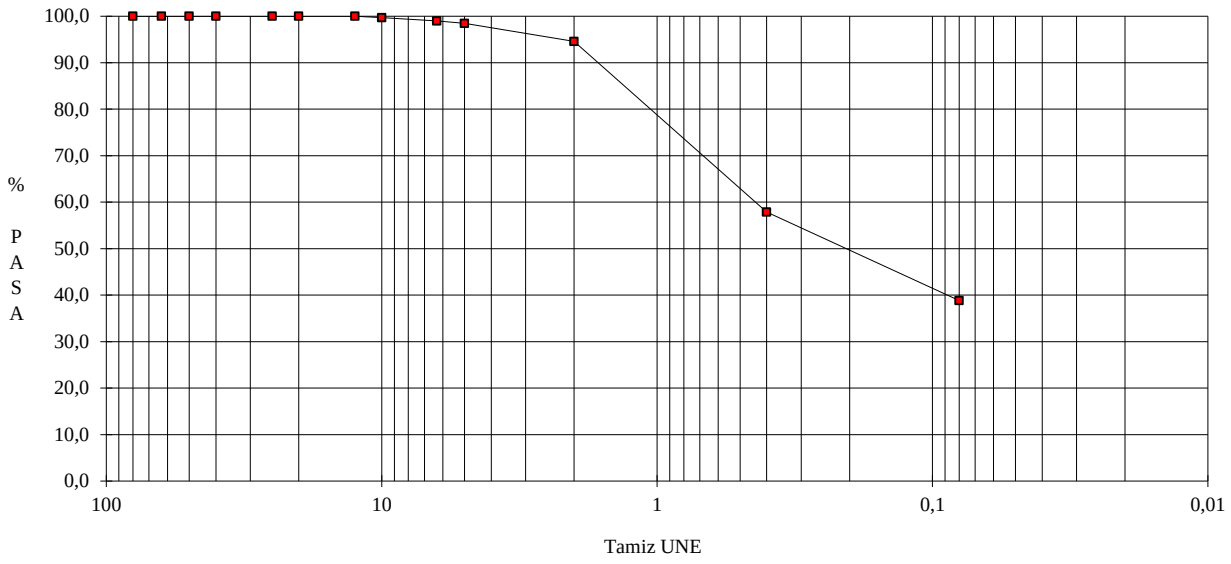
CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA

% GRAVAS	5,4
% ARENA GRUESA	36,7
% ARENA FINA	19,0
% TOTAL ARENA	55,8
% FINOS	38,8

CASAGRANDE	SM
H.R.B.	A-4
I.G.	0

Densidad gr/cm3 seca	
Humedad %	
P. Específico gr/cm3	

Curva Granulométrica



Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

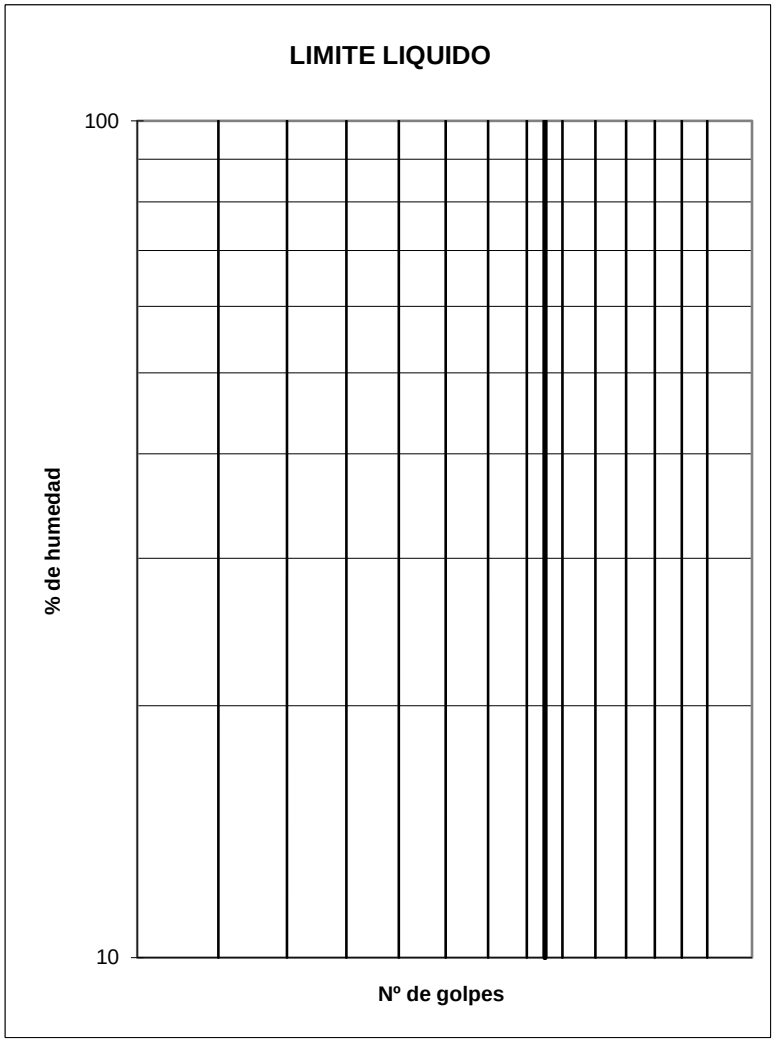
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-109**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 3**	**REF : ENSAYO**	**L. Atterberg**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Límites de Atterberg : UNE EN 17892-12:19

RESULTADOS OBTENIDOS



RESULTADOS:

Límite líquido:	
Límite plástico:	**N.P.**
Indice de plasticidad:	**N.P.**

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

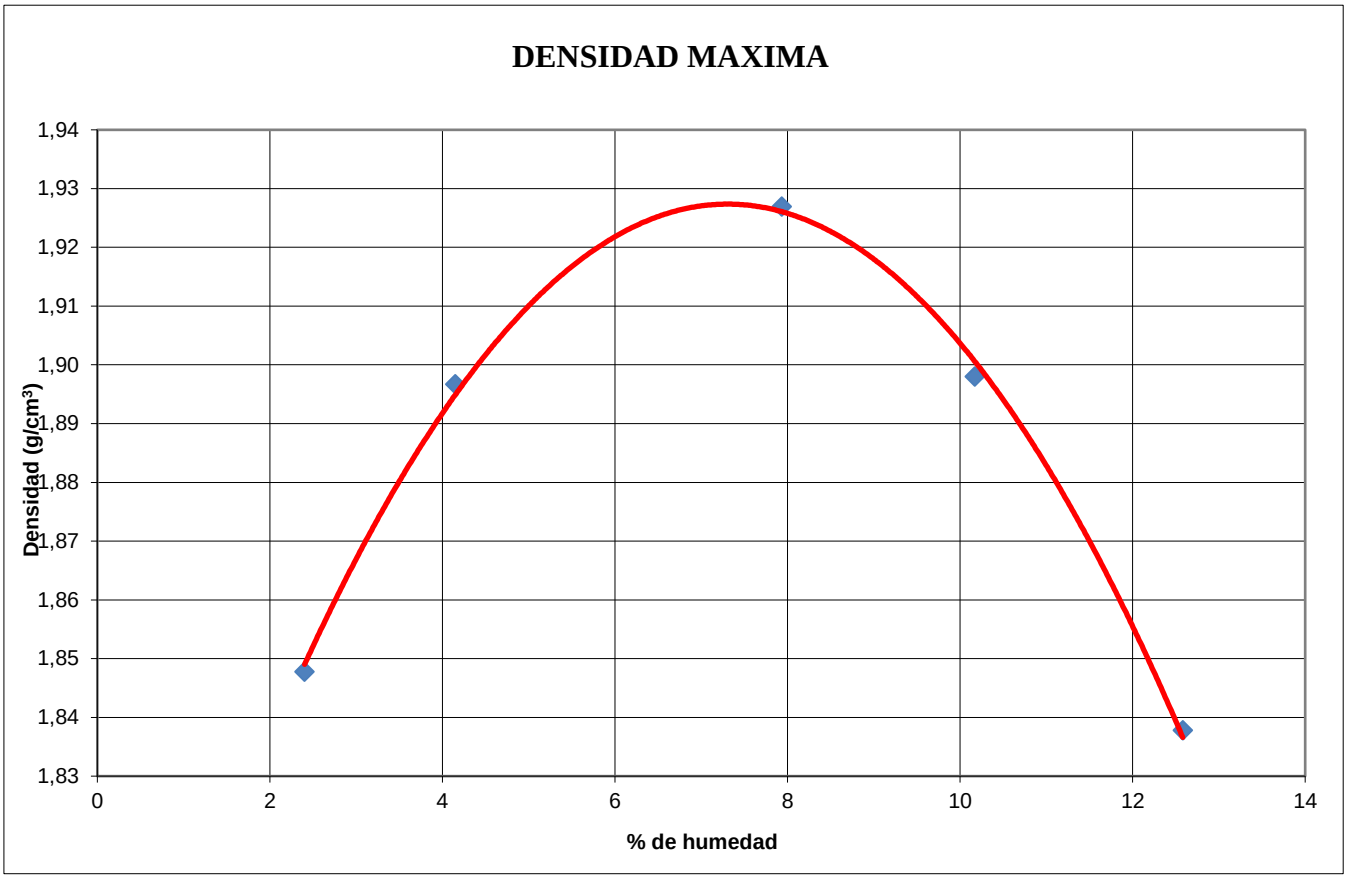
Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	**Nº INFORME**	**23-109**
Tipo de muestra :	**CATA 3**	**REF : ENSAYO**	**P. Normal**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

X Proctor Modificado (UNE - 103.501 -94)

RESULTADOS OBTENIDOS

Punto :	1	2	3	4	5
Humedad (%)	2,4	4,1	7,9	10,2	12,6
Densidad (g/cm^3)	1,85	1,90	1,93	1,90	1,84



Densidad máxima (g/cm^3):	**1,93**	**Humedad óptima (%):**	**7,3**

Vº Bº Director Técnico

Fdo : Antonio Doblas Pérez
I.C.C.P.

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	Nº INFORME	**23-109**
Tipo de muestra :	**CATA 3**	REF : ENSAYO	**PROCTOR-CBR**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	Fecha de entrega :	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Índice C.B.R en laboratorio (UNE - 103.502-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

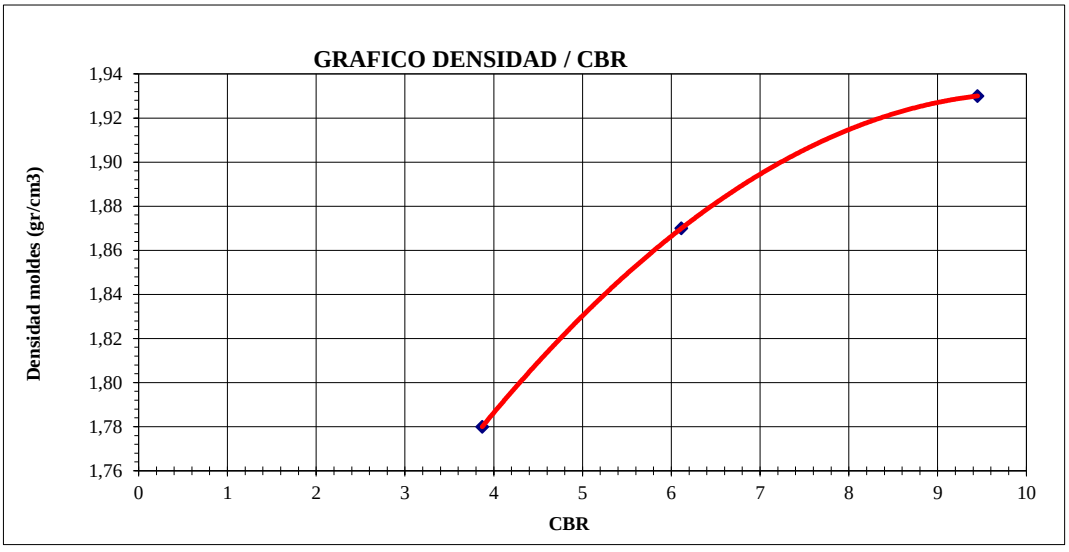
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
DENSIDAD SECA	1,93	1,87	1,78
% HUMEDAD INICIAL	7,27	7,27	7,27
% ABSORCION	2,19	4,99	8,68
HINCHAMIENTO	0,00	0,00	0,00

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD	**1,93**
HUMEDAD	**7,3**

PENETRACIÓN		Molde 1	Molde 2	Molde 3
CALCULO	2,50 mm	0,78	0,79	0,32
del	CBR=Q*7,57	5,87	5,94	2,43
INDICE	5,00 mm	1,89	1,22	0,77
C.B.R.	CBR=Q*5	9,45	6,12	3,87

RESULTADO	
CBR	%
5,0	**95%**
6,8	**98%**
9,0	**100%**

% Retenido por tamiz 20 mm	0,0
Se ha hecho sustitución de gruesos	no
Sobrecarga utilizada (Kg)	4,50



Vº Bº Director Técnico
Responsable Técnico Ensayos Físicos

Fdo : Manuel A. Domínguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS	**Nº INFORME**	23-109
Tipo de muestra :	CATA 3	**REF : ENSAYO**	Químicos
Fecha de petición:	23/03/2023	**Fecha de entrega :**	10/04/2023

X ENSAYOS SOLICITADOS

X * Materia organica (UNE 103204:19)

X * Sulfatos solubles (UNE 103202:19)

* Sales Solubles (UNE 103205:19)

X * Contenido en yesos (UNE 103206:19)

RESULTADOS DE ENSAYOS

ANALISIS QUIMICOS	**Sulfatos (%)**	
	Materia orgánica (%)	0,10
	Sales Solubles (%)	0,04
	Yesos (%)	0,01

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-109
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 3	REF : ENSAYO	H. libre
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

* Ensayo de hinchamiento libre de un suelo en edometro (UNE 103601.96)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	7,19	%
HUMEDAD FINAL	10,49	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
HINCHAMIENTO LIBRE	0,00	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico



Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-109
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 3	REF : ENSAYO	Colapso
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

Colapso (NLT 254:99)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	7,19	%
HUMEDAD FINAL	9,97	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
INDICE DE COLAPSO	0,10	%
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	0,10	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-110**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 4**	**REF : ENSAYO**	**Granulometria**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Granulometría de suelos por tamizado (según UNE - 103.101-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRIA	
TAMIZ UNE	% PASA
100	
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	98,8
20	98,8
12,5	97,4
10	95,5
6,3	91,8
5	89,9
2	83,8
0,4	55,3
0,08	42,5

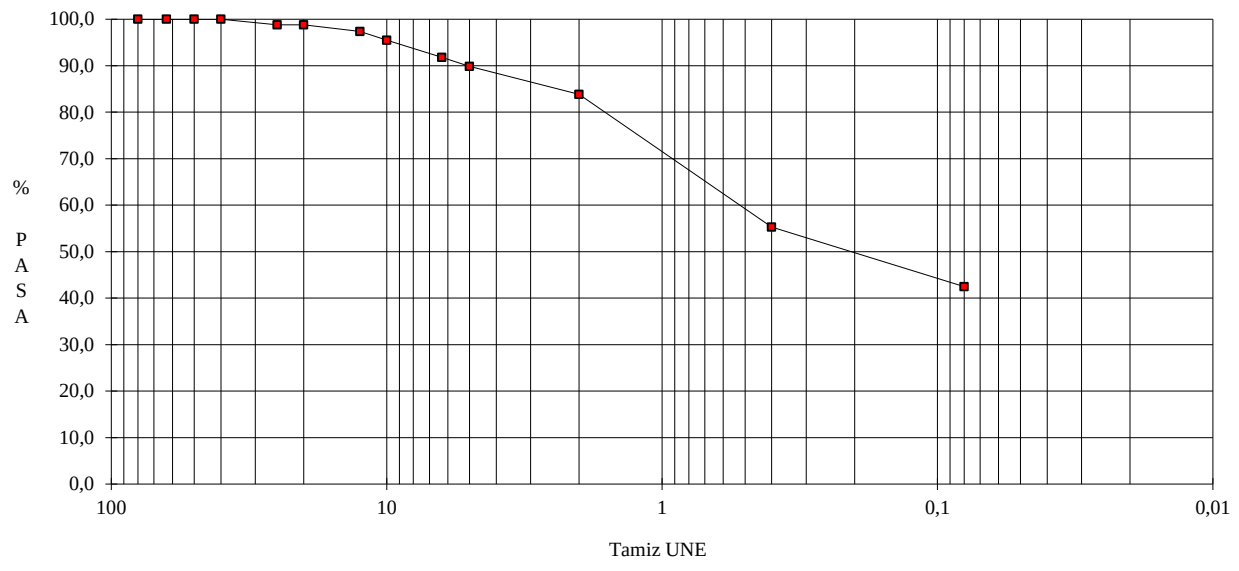
CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA

% GRAVAS	16,2
% ARENA GRUESA	28,5
% ARENA FINA	12,8
% TOTAL ARENA	41,4
% FINOS	42,5

CASAGRANDE	SM
H.R.B.	A-4
I.G.	0

Densidad gr/cm3 seca	
Humedad %	
P. Específico gr/cm3	

Curva Granulométrica



Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

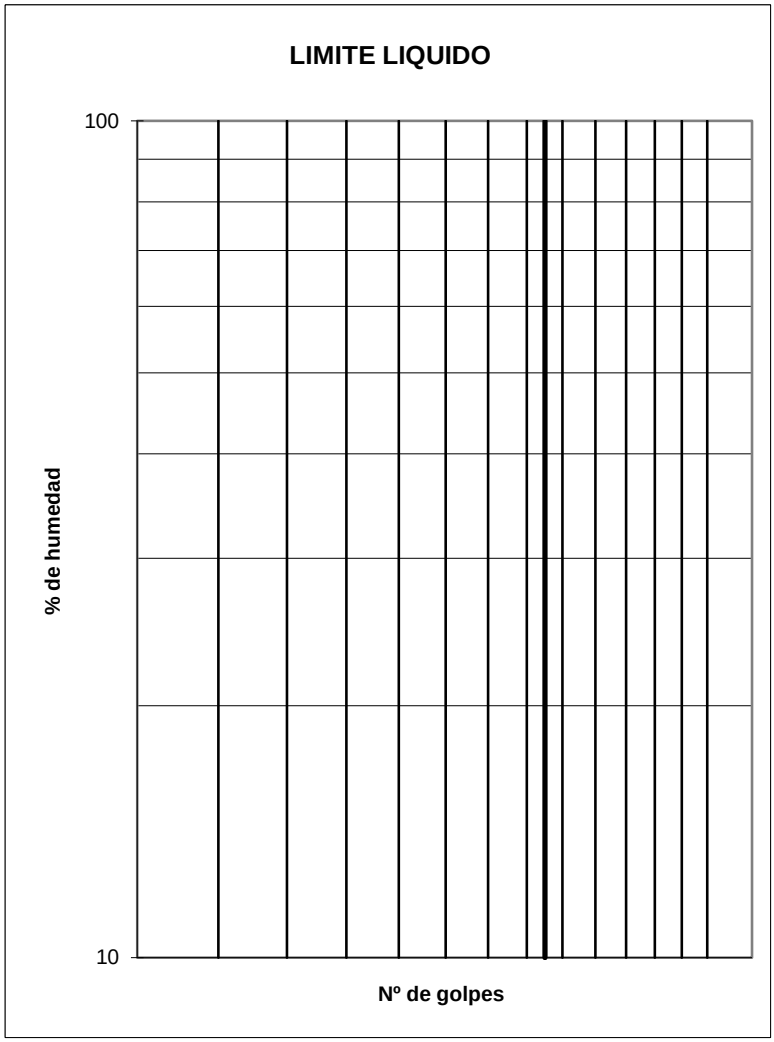
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-110**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 4**	**REF : ENSAYO**	**L. Atterberg**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Límites de Atterberg : UNE EN 17892-12:19

RESULTADOS OBTENIDOS



RESULTADOS:

Límite líquido:	
Límite plástico:	**N.P.**
Indice de plasticidad:	**N.P.**

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio Acreditado por la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-110**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	**REF : MUESTRA**	
Tipo de muestra :	**CATA 4**	**REF : ENSAYO**	**Lambe**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

Determinacion de la expansividad deun suelo en el aparato Lambe(UNE-103 600/96)

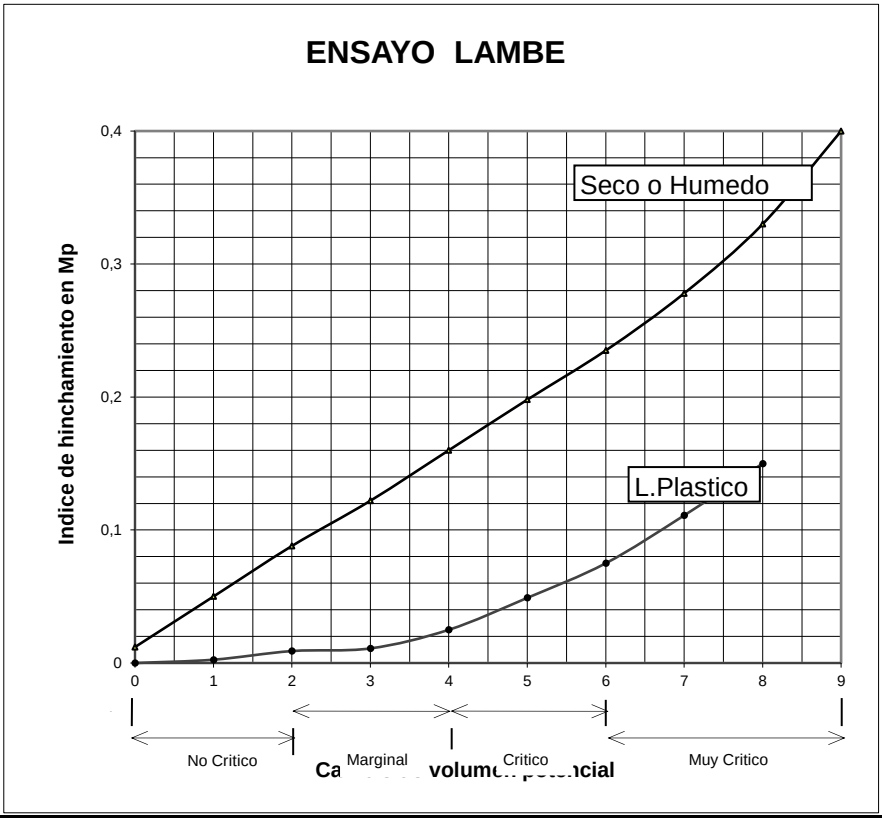
RESULTADOS OBTENIDOS

MUESTRA REMOLDEADA PREPARADA POR EL METODO: L.P.

INDICE DE HINCHAMIENTO

INDICE DE HINCHAMIENTO **CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL**

Resultado . . . . . **0,00 Mpa** Resultado **0**



OBSERVACIONES:
El ensayo se realiza con el material que pasa por el tamiz 2 UNE

Vº Bº Director Técnico

Fdo : Antonio Pérez Doblas
I.C.C.P.

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-111**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 5**	**REF : ENSAYO**	**Granulometria**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Granulometría de suelos por tamizado (según UNE - 103.101-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRIA	
TAMIZ UNE	% PASA
100	
80	100,0
63	86,2
50	86,2
40	84,4
25	83,1
20	80,3
12,5	77,6
10	76,1
6,3	73,7
5	71,8
2	66,8
0,4	40,2
0,08	28,6

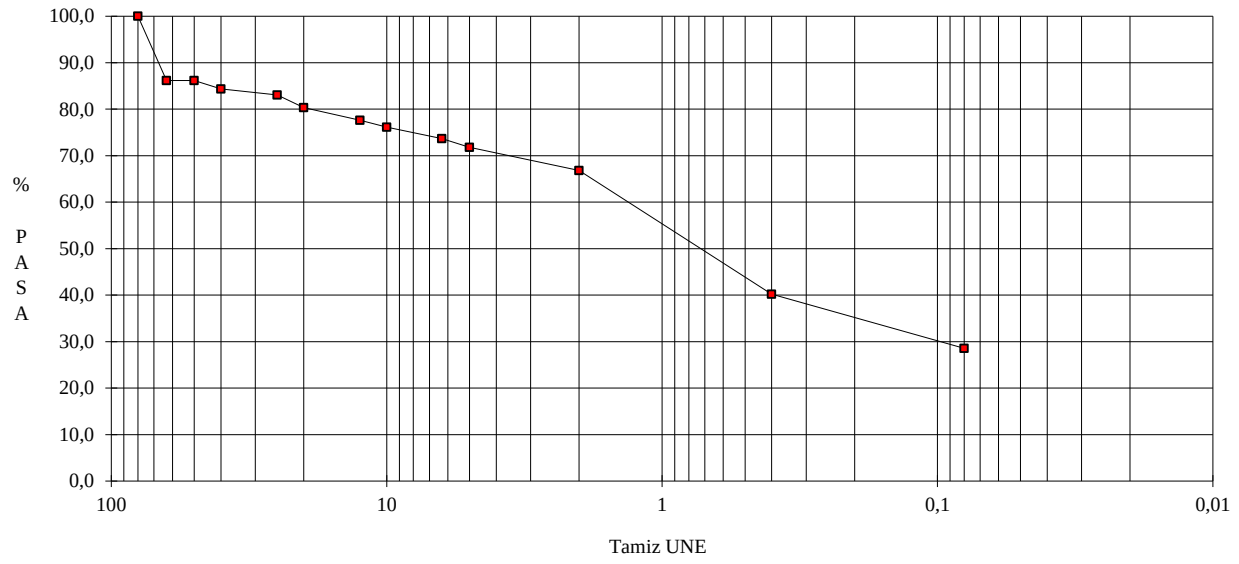
CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA

% GRAVAS	33,2
% ARENA GRUESA	26,6
% ARENA FINA	11,7
% TOTAL ARENA	38,3
% FINOS	28,6

CASAGRANDE	SM
H.R.B.	A-2-4
I.G.	0

Densidad gr/cm3 seca	
Humedad %	
P. Específico gr/cm3	

Curva Granulométrica



Vº Bº Director Técnico

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

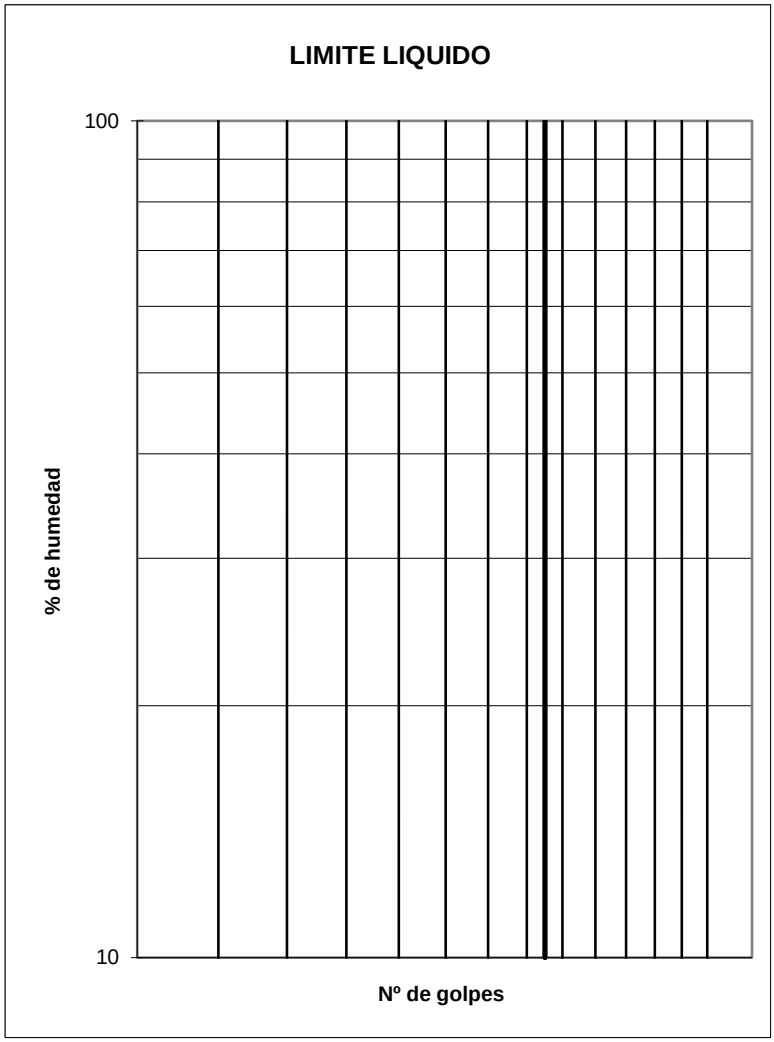
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**	**Nº INFORME**	**23-111**
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**		
Tipo de muestra :	**CATA 5**	**REF : ENSAYO**	**L. Atterberg**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Límites de Atterberg : UNE EN 17892-12:19

RESULTADOS OBTENIDOS



RESULTADOS:

Límite líquido:	
Límite plástico:	**N.P.**
Indice de plasticidad:	**N.P.**

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

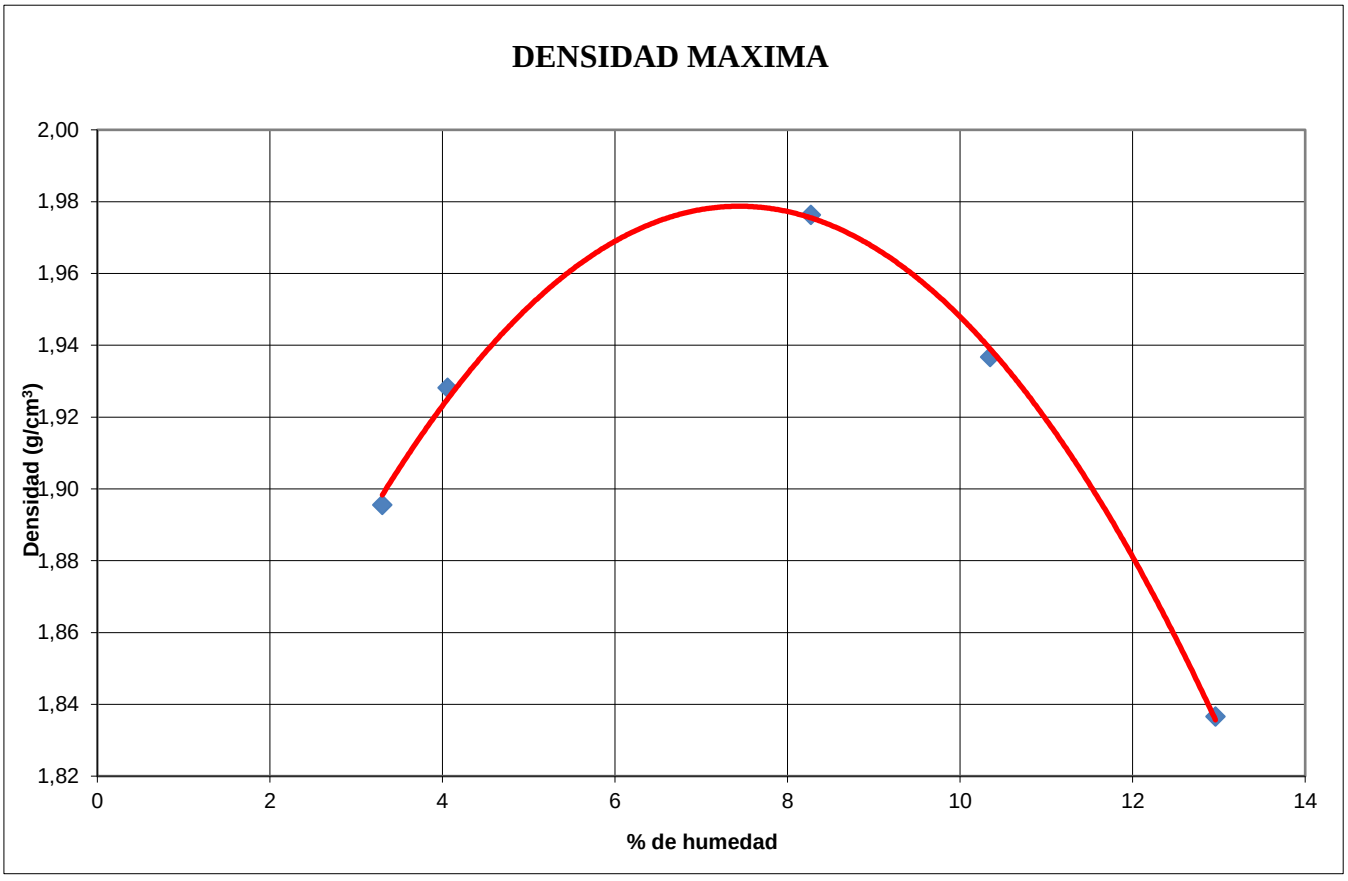
Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	**Nº INFORME**	**23-111**
Tipo de muestra :	**CATA 5**	**REF : ENSAYO**	**P. Normal**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	**Fecha de entrega :**	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

X Proctor Modificado (UNE - 103.501 -94)

RESULTADOS OBTENIDOS

Punto :	1	2	3	4	5
Humedad (%)	3,3	4,1	8,3	10,3	13,0
Densidad (g/cm^3)	1,90	1,93	1,98	1,94	1,84



Densidad máxima (g/cm^3):	**1,98**	**Humedad óptima (%):**	**7,4**

Vº Bº Director Técnico

Fdo : Antonio Doblas Pérez
I.C.C.P.

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	**TRAGSATEC**		
Denominación :	**BALSA 02 BARRADOS**	Nº INFORME	**23-111**
Tipo de muestra :	**CATA 5**	REF : ENSAYO	**PROCTOR-CBR**
Fecha de petición:	**23/03/2023**	Fecha de entrega :	**10/04/2023**

ENSAYOS SOLICITADOS

* Índice C.B.R en laboratorio (UNE - 103.502-95)

RESULTADOS OBTENIDOS

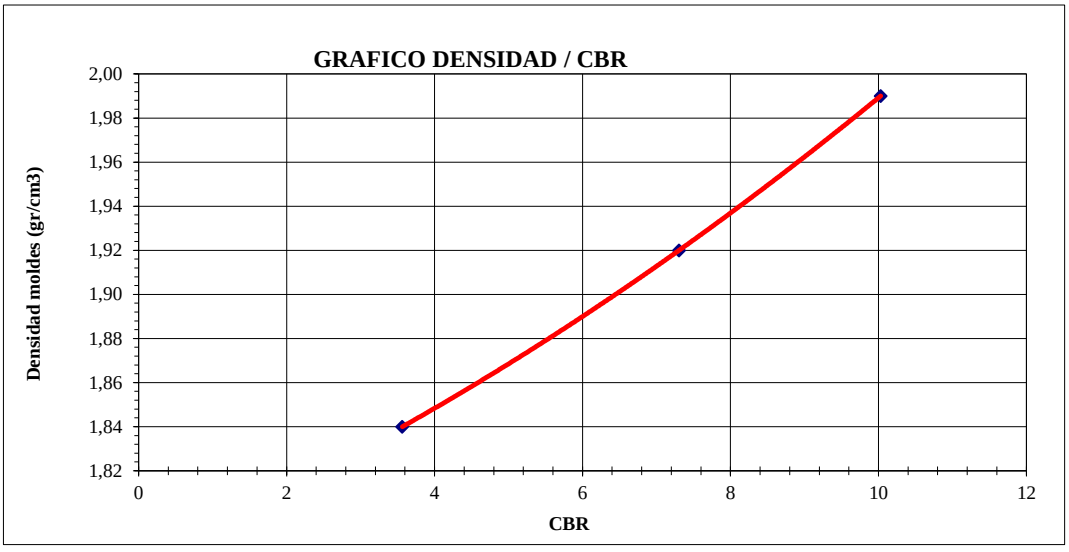
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
DENSIDAD SECA	1,99	1,92	1,84
% HUMEDAD INICIAL	7,57	7,57	7,57
% ABSORCION	2,19	2,33	3,51
HINCHAMIENTO	0,00	0,00	0,00

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD	**1,98**
HUMEDAD	**7,4**

PENETRACIÓN		Molde 1	Molde 2	Molde 3
CALCULO	2,50 mm	1,33	0,97	0,21
del	CBR=Q*7,57	10,03	7,31	1,62
INDICE	5,00 mm	1,87	1,12	0,71
C.B.R.	CBR=Q*5	9,37	5,61	3,57

RESULTADO	
CBR	%
5,5	**95%**
8,1	**98%**
9,6	**100%**

% Retenido por tamiz 20 mm	0,0
Se ha hecho sustitución de gruesos	no
Sobrecarga utilizada (Kg)	4,50



Vº Bº Director Técnico
Responsable Técnico Ensayos Físicos

Fdo : Manuel A. Domínguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

ensa proc
geotecnia y control de calidad

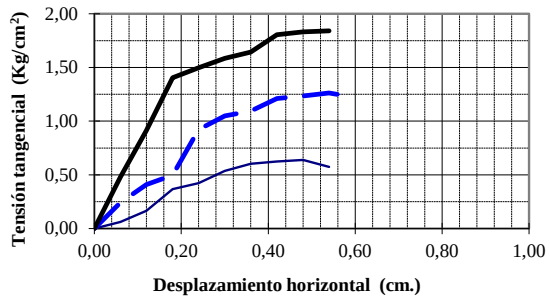
Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	**Nº INFORME**	23-111
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 5	**REF : ENSAYO**	C. Directo
Fecha de petición	23/03/2023	**Fecha de entrega :**	10/04/2023

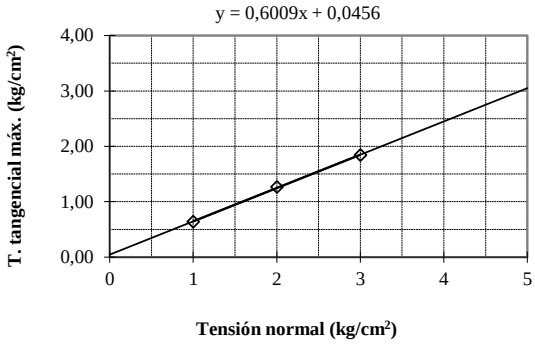
ENSAYOS SOLICITADOS	**CORTE DIRECTO** (UNE 103401/98)

CONSOLIDADO - DRENADO (CD)
(MUESTRA REMOLDEADA)

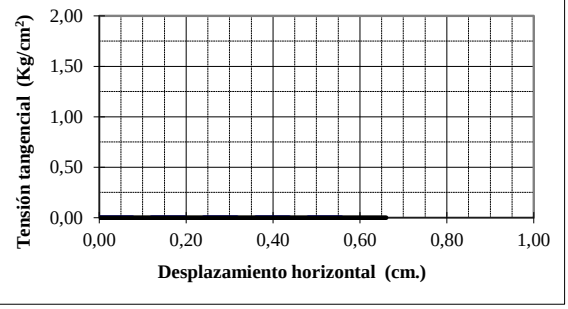
CURVAS DE CORTE



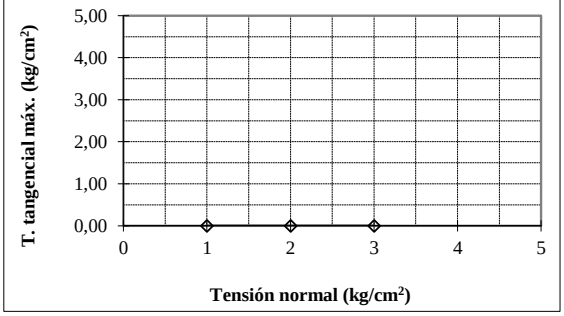
CURVA INTRINSECA



CURVAS DE CORTE RESIDUAL



CURVA INTRINSECA RESIDUAL



Probeta núm.:	1	2	3
Humedad (%):			
- inicial.....	**7,89**	**7,02**	**8,01**
- final.....	**5,93**	**5,88**	**6,34**
Densidad (g/cm³):	**1,940**	**1,975**	**1,938**
Indice huecos:			
- inicial.....	**0,391**	**0,367**	**0,393**
- final.....			
Consolid. (mm.):	**0,08**	**0,27**	**0,36**
Tensión (kg/cm²):			
- Normal.....	**1**	**2**	**3**
- Tangencial máx	**0,64**	**1,26**	**1,84**
VALORES RESIDUALES			
Tensión (kg/cm²):			
- Normal.....	**1**	**2**	**3**
- Tangencial máx	**0,00**	**0,00**	**0,00**

VALORES NORMALES
COHESION (Kg/cm²):
0,05

ANGULO (º):
31,00

VALORES RESIDUALES
COHESION (Kg/cm²):

ANGULO (º):

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel A. Dominguez Mora
Ldo. Geología

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del la

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC		
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS	**Nº INFORME**	23-111
Tipo de muestra :	CATA 5	**REF : ENSAYO**	Químicos
Fecha de petición:	23/03/2023	**Fecha de entrega :**	10/04/2023

X ENSAYOS SOLICITADOS

X * Materia organica (UNE 103204:19)

X * Sulfatos solubles (UNE 103202:19)

* Sales Solubles (UNE 103205:19)

X * Contenido en yesos (UNE 103206:19)

RESULTADOS DE ENSAYOS

ANALISIS QUIMICOS	**Sulfatos (%)**	
	Materia orgánica (%)	0,17
	Sales Solubles (%)	0,31
	Yesos (%)	0,47

Vº Bº Director Técnico

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-111
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 5	REF : ENSAYO	H. libre
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

* Ensayo de hinchamiento libre de un suelo en edometro (UNE 103601.96)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	8,50	%
HUMEDAD FINAL	11,14	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
HINCHAMIENTO LIBRE	0,00	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico



Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

Laboratorio inscrito en la J.A AND-L-150
Dirección : P. I. Las Quemadas,
Juan Bautista Escudero 261 A nave 3, CORDOBA

Peticionario:	TRAGSATEC	Nº INFORME	23-111
Denominación :	BALSA 02 BARRADOS		
Tipo de muestra :	CATA 5	REF : ENSAYO	Colapso
Fecha de petición:	23/03/2023	Fecha de entrega :	10/04/2023

ENSAYOS SOLICITADOS

Colapso (NLT 254:99)

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra obtenida de: REMOLDEADA

	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD INICIAL	8,50	%
HUMEDAD FINAL	11,41	%
DENSIDAD SECA INICIAL	1,93	gr/cm^3
INDICE DE COLAPSO	0,00	%
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	0,00	%

OBSERVACIONES

Vº Bº Director Técnico

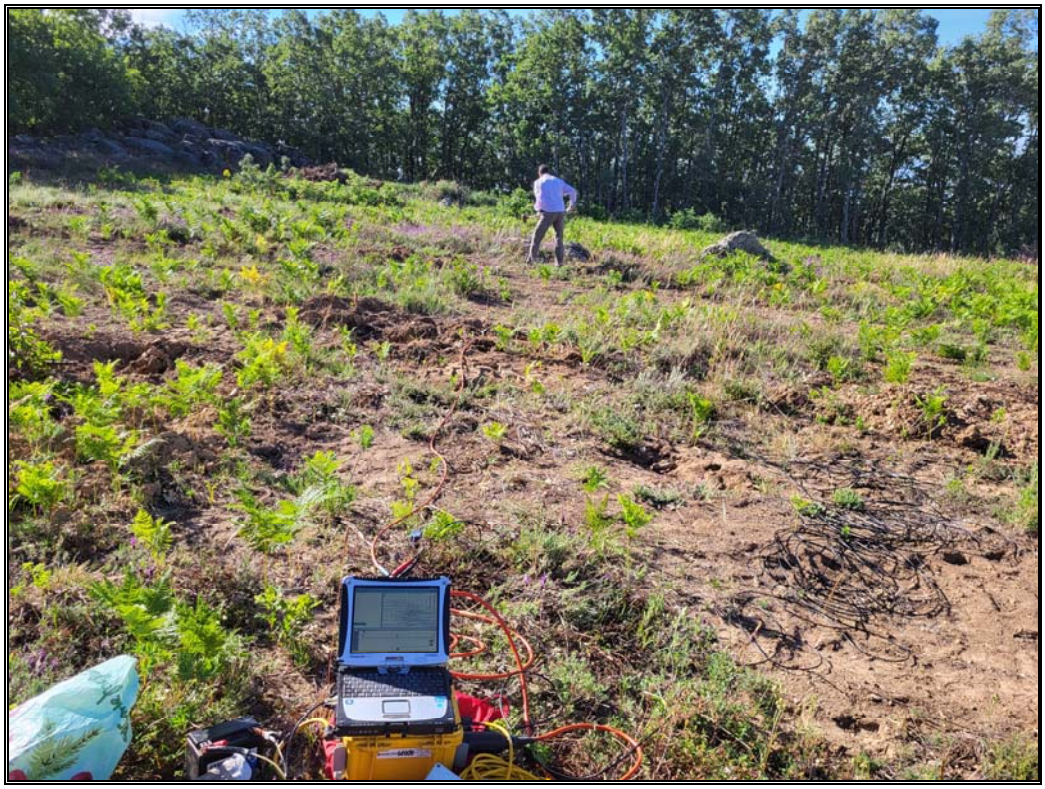
Los resultados del ensayo sólo se refieren a la muestra sometida a ensayo.
El informe no será reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio

Fdo: Manuel Alejandro Dominguez Mora
Ldo Ciencias Geológicas

ensayos y proyectos
ensaproc - ensaproex

ANEJO 6.-INFORME GEOFÍSICA

ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA BALSAS EN BARRADO 1 Y 2, CÁCERES.



PROMOTOR:

ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS. S.L.

INDICE

1 ANTECEDENTES..... 3
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS. 4
3 INSTRUMENTAL..... 7
4 RESULTADOS. 8

1 ANTECEDENTES

Por petición de **ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.** se ha realizado por **PROGEO** la petición de servicio consistente en un estudio geofísico mediante Sísmica de Refracción para conocer la excavabilidad del terreno que aparece en dos balsas de Barrado 1 y 2, Cáceres. (ver planos de situación adjuntos 1 y 2).

Según la petición cursada, se han realizado 14 Perfiles Sísmicos de Refracción en la finca investigada, (ver planos adjuntos), de 60,00 metros de longitud, con un registro de 12 geófonos espaciados entre sí 5 metros y 5 puntos internos de impacto distribuidos simétricamente.

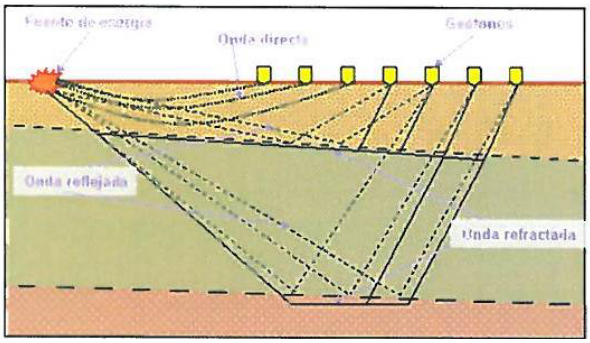
En los perfiles sísmicos, la generación de señal se realizó con martillo de 4 kg, de peso y se utilizaron geófonos de 14 Hz de frecuencia, haciéndose los registros con un filtro de frecuencias “NOTCH 50” para amortiguar en lo posible el efecto del ruido ambiental.

Las medidas de los ensayos se ajustaron a la posición suministrada por el peticionario, los perfiles se han situado de acuerdo con los planos adjuntos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Los métodos sísmicos están basados en la distinta velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo, en función de las constantes elásticas de los materiales que atraviesan.

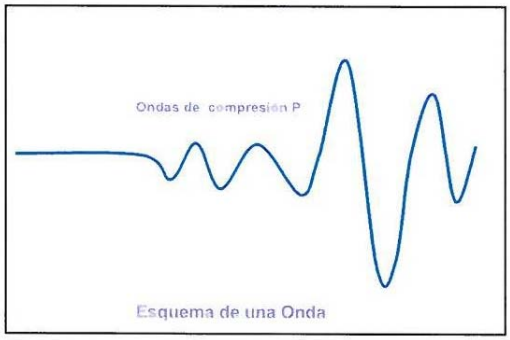
Estos métodos requieren la introducción en el terreno de una energía (producida generalmente mediante explosivos o golpeando en el terreno con un peso), generando así unas ondas sísmicas que pueden viajar por la superficie (ondas superficiales) o introducirse en el terreno (ondas internas).



Las ondas internas pueden ser de dos tipos:

a) Ondas Longitudinales, también llamadas P, son las primera en llegar y corresponden a una vibración paralela a la dirección de propagación de la onda, por dilataciones y compresiones sucesivas.

b) Ondas Transversales, u Ondas S o de Cizalla. Corresponden a una vibración perpendicular a la dirección de propagación.

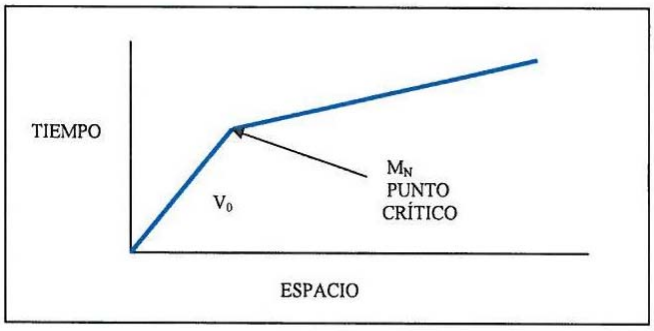


Las ondas generadas se propagan en todas direcciones y si encuentran al penetrar un medio de propagación distinto al anterior, una parte de la energía se refleja volviendo a la superficie y parte se refracta, siguiendo su viaje en profundidad.

Dentro de la energía refractada, una parte experimenta la refracción total viajando a lo largo del contacto entre los dos medios y volviendo así mismo a la superficie.

El método de Sísmica de Refracción consiste en medir, mediante unos receptores superficiales o geófonos, los tiempos de llegada de las ondas refractadas en los diversos contactos del terreno.

Los tiempos de llegada, o retardos, de las primeras llegadas se representan en una gráfica de tiempo-distancia o Dromocrona.



A partir de las gráficas de *Dromocronas* podemos calcular la velocidad de propagación de la onda sísmica en los distintos medios atravesados,

(siempre que la velocidad aumente del medio más superficial al inmediatamente inferior), así como la profundidad a que se sitúa el contacto entre los dos medios.

En una gráfica de Dromocronas, el punto donde la recta cambia de pendiente se llama Punto Crítico, el cual marca el paso de un medio de velocidad V_0 a otro de velocidad V_1, siendo $V_0 < V_1$.

Con Sísmica de Refracción no son interpretables capas de poco espesor, ni secuencias alternantes.

Los cambios litológicos laterales se pueden apreciar sobre la gráfica de Dromocronas, pero no se pueden interpretar por los principios de la Refracción.

3 INSTRUMENTAL

El Sismógrafo utilizado por **PROGEO** es un sismógrafo de 24 canales simultáneos **GEODE-24.**

Las características principales de este sismógrafo son:

- 24 bits de resolución.
- Ancho de banda: 1.75 Hz a 20 kHz.
- Filtros: Low Cut, Notch y Hight Cut.
- Transmisión de datos por tarjeta PCMCIA a ordenador portátil.
- Programa SGOS para adquisición, vista en pantalla, impresión, filtrado y almacenamiento de datos.
- Ficheros en formato SEG-2.
- Tratamiento de la información mediante los programas SIPQC o SeisImager/2D de OYO Corporatión.

4 RESULTADOS.

El tratamiento de la información sísmica se ha realizado con el programa informático **SeisImager de OYO Corporación**.

La interpretación se ha realizado mediante análisis tomográfico, delimitando mediante isólineas los intervalos de una misma velocidad sísmica.

En el Anejo adjuntamos, para cada Perfil Sísmico realizado, una hoja de resultados que consta de:

- Gráfica de Dromocrona, en la que se representa en ordenadas el tiempo de llegada en milisegundos y en abscisas la distancia en metros.
- Gráfica de Interpretación del Perfil Sísmico, según una sección del terreno a favor del mismo, representando:

  - La superficie topográfica.

  - Las distintas capas detectadas, con su velocidad sísmica, expresada en m/seg.

Los criterios de Ripabilidad se establecen para un escarificado con rendimiento óptimo, pudiendo ser posible el mismo con un tractor más pequeño a bajo rendimiento.

Estos criterios se han definido, básicamente, mediante las **Tablas de Rendimiento de Desgarradores Caterpillar** para distintos modelos de Bulldozer de un vástago o vástagos múltiples.

Los Criterios de Ripabilidad y Correlación del Grado de Alternación que se pueden asumir son:

- < 800 m/s: material Excavable. G.A.: VI. Completo.
- 800-1.200: material de Ripabilidad Fácil. G.A.: V. Muy Alto.
- 1.200-1.600: material de Ripabilidad Moderada. G.A.: IV. Alto.
- 1.600-2.000: material de Ripabilidad Difícil. G.A.: III. Moderado.
- 2.000-2.400: material de Ripabilidad Marginal. G.A.: II Ligero.
- > 2.400: Material No Ripable. GA.: I. Nulo.

La **Clasificación del Tractor recomendado** correspondería, según a la Potencia del mismo expresada en Kilovatios, y el Peso en Toneladas, a:

TRACTOR	CLASE	POTENCIA (KW)	PESO (t)
PEQUEÑO		**< 100**	**<15**
LIGERO	**1**	**100-150**	**15-25**
MEDIO	**2**	**150-220**	**25-35**
PESADO	**3**	**220-350**	**35-55**
MUY PESADO	**4**	**>350**	**>55**

La correlación entre Velocidad Sísmica y Tractor recomendado sería:

Vp (m/s)	Clase Tractor
< 800	Pequeño
800-1.200	1
1.200-1.600	2
1.600-2.000	3
2.000-2.400	4
> 2.400	Voladura

4.1.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados se pueden ver en los planos adjuntos, no obstante hacemos una descripción general de los resultados obtenidos:

La balsa de Barrado 1 es ripable fácil hasta los 6 – 8 metros de profundidad, a partir de la velocidad 1400 m/s habrá zonas de ripabilidad moderada-difícil.

La balsa de Barrado 2 es ripable fácil hasta los 5 - 8 metros de profundidad, a partir de la velocidad 1400 m/s habrá zonas de ripabilidad moderada-difícil.

Por último remarcar que la sísmica de refracción es un método de investigación indirecta, por lo que los resultados obtenidos, son una interpretación razonable tras un amplio conocimiento de la técnica empleada, por lo que los contactos y profundidades no se pueden aplicar como una medida directa como puede ser un sondeo o una calicata.

También remarcar que ripabilidad no es lo mismo que excavabilidad.

Este Informe ha sido realizado por D. Antonio Delgado Velázquez, Geólogo colegiado nº 337, e Ingeniero Técnico de Minas con la Especialidad de Sondeos y Prospecciones y Explotación de Minas nº 874, y consta de una memoria de 12 páginas y 19 Planos.

Córdoba, Mayo de 2.023.

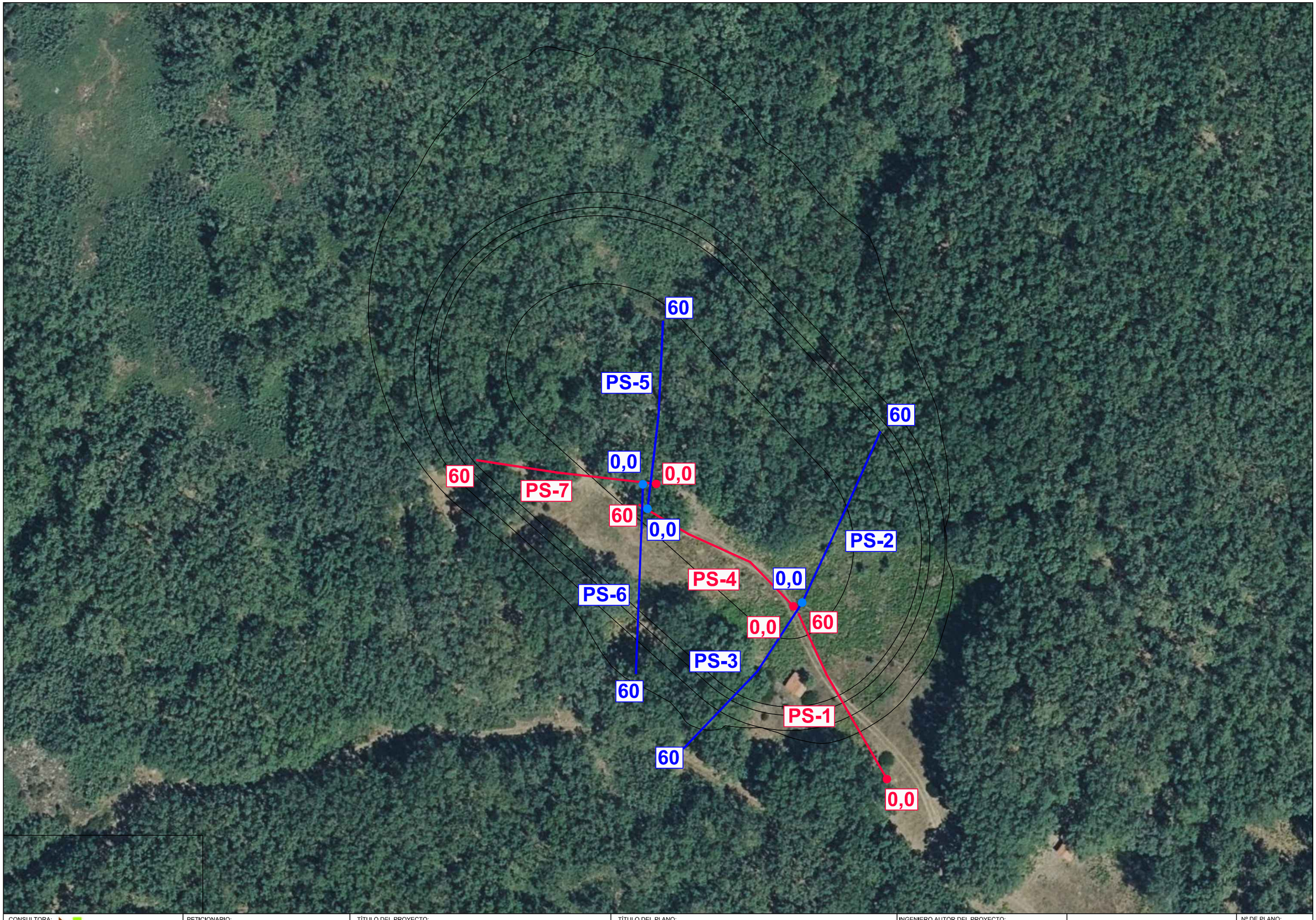
Fdo.: Técnico Autor del Informe.



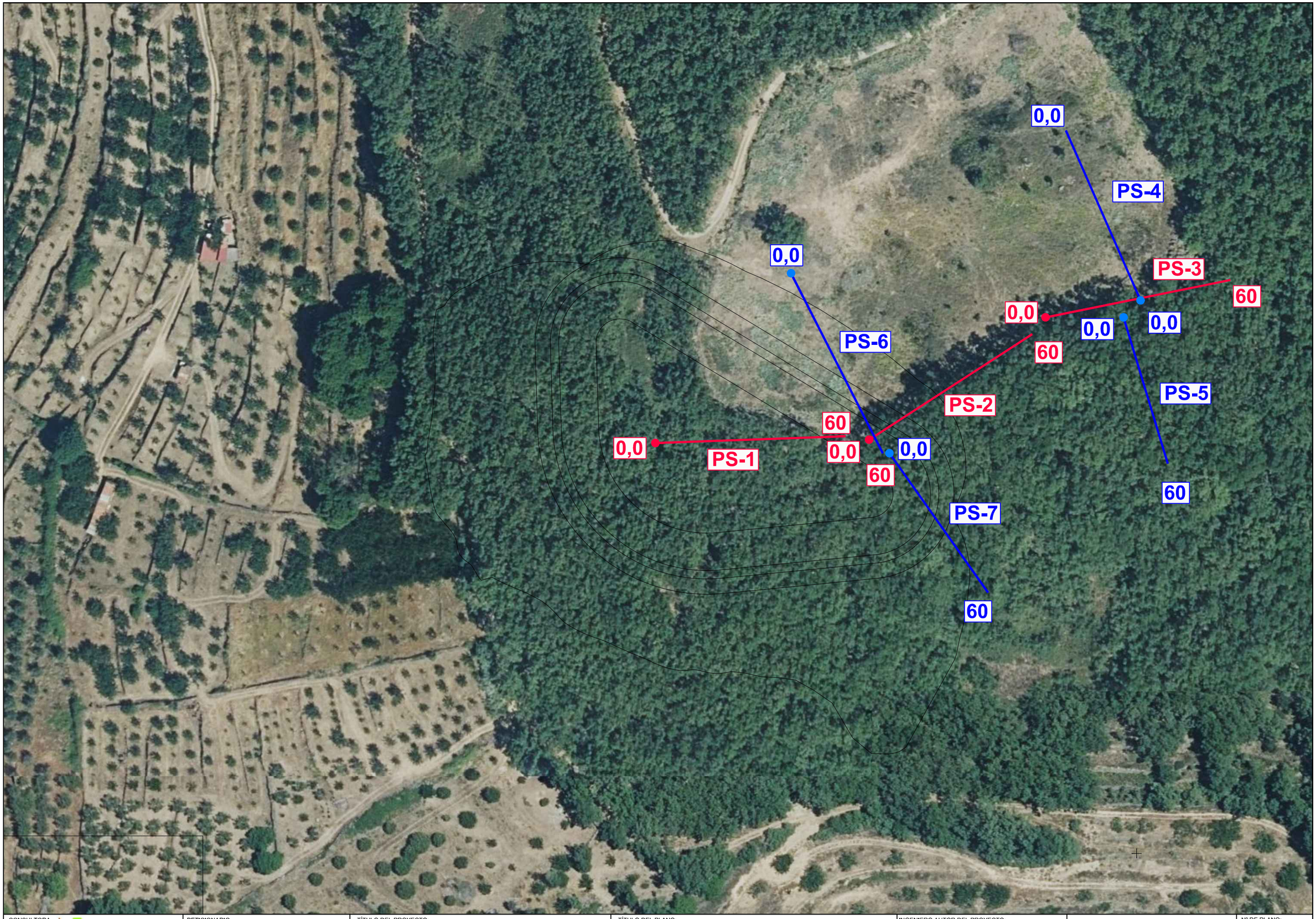
Antonio Delgado Velázquez

Licenciado en Ciencias Geológicas

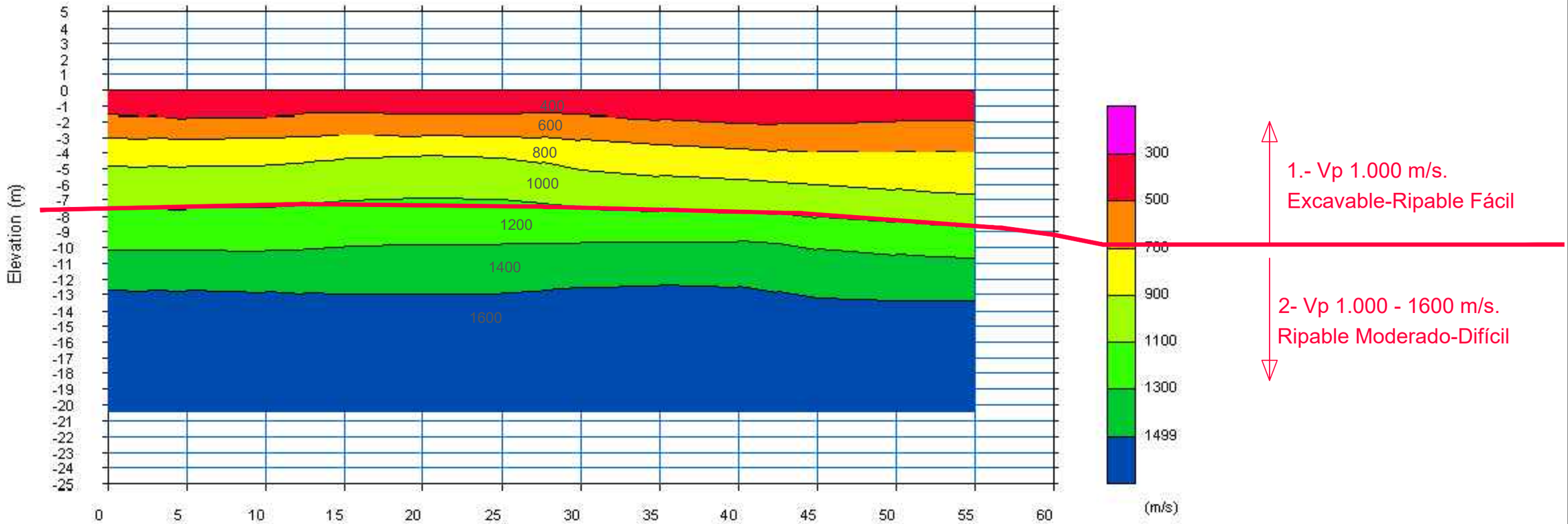
Ingeniero Técnico de Minas



CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN BARRADO 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: 1:1.000 FECHA: Mayo, 2.023	Nº DE PLANO: 1

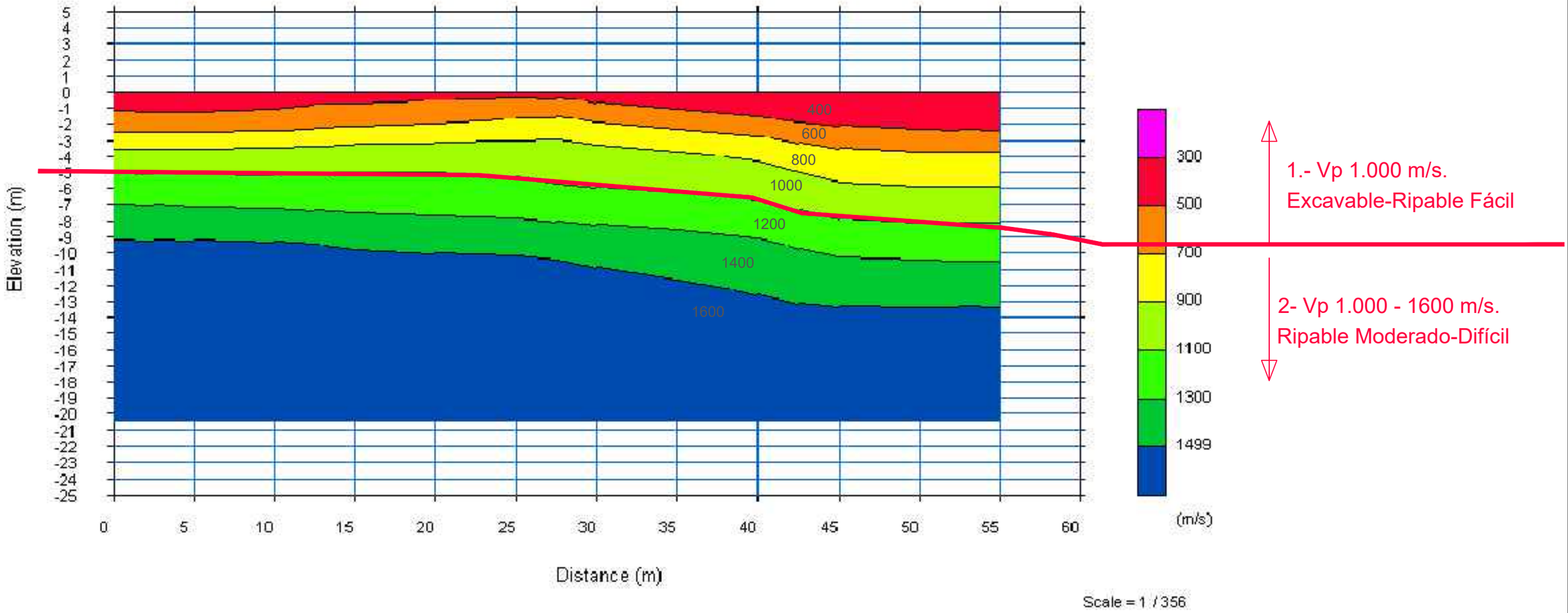


CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN BARRADO 2, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: 1:1.000 FECHA: Mayo, 2.023	Nº DE PLANO: 2



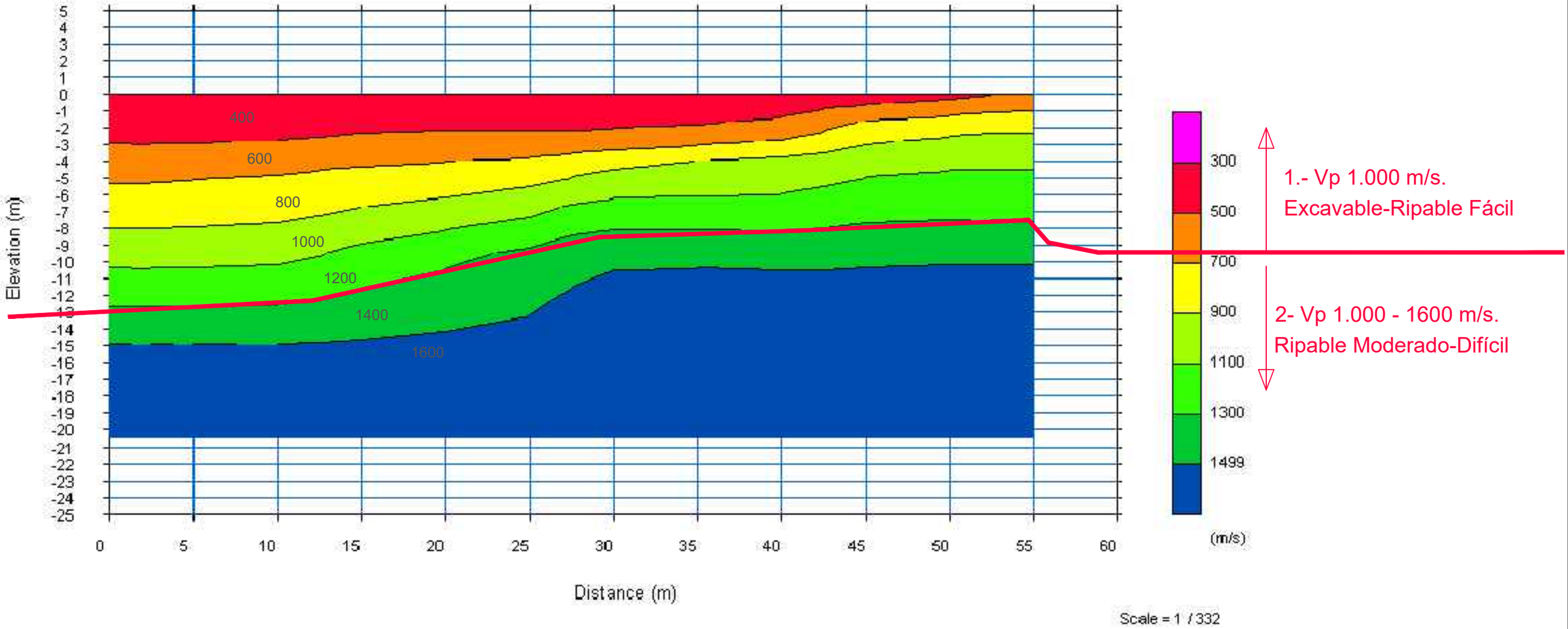
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 1	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	3



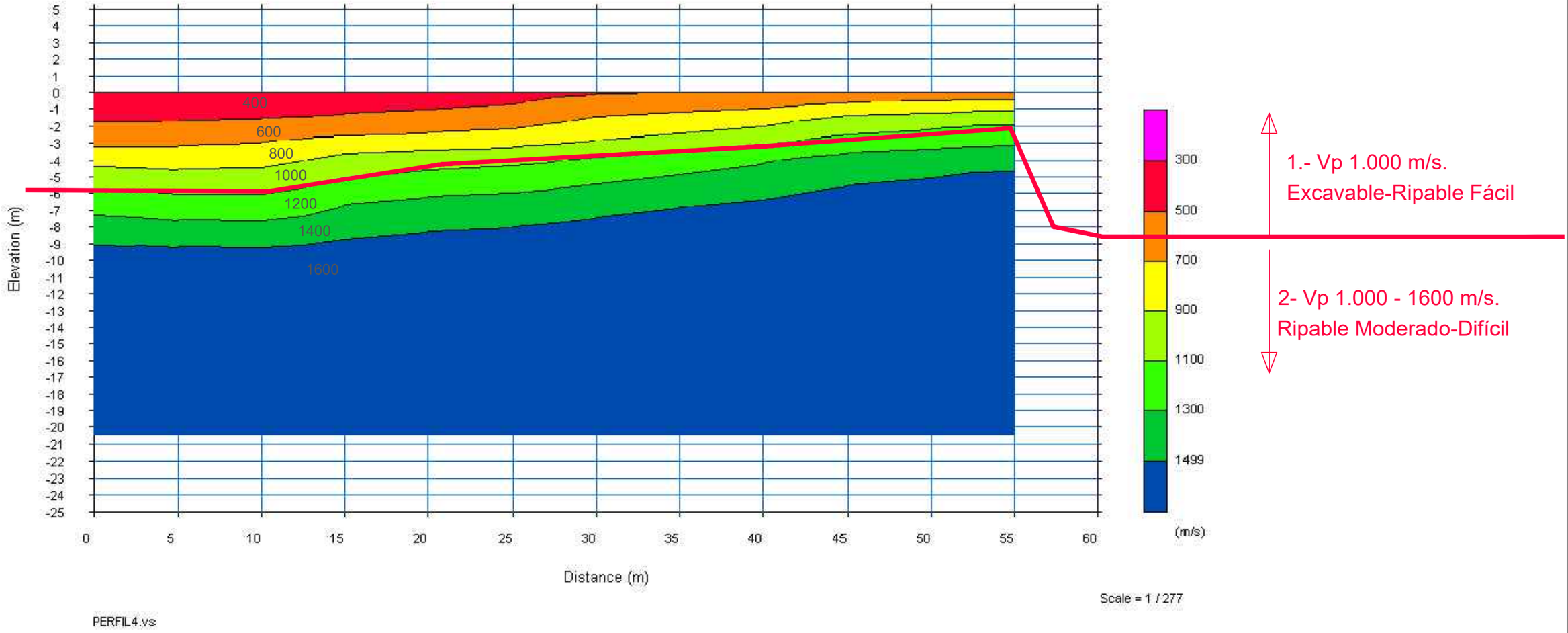
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 2	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 4



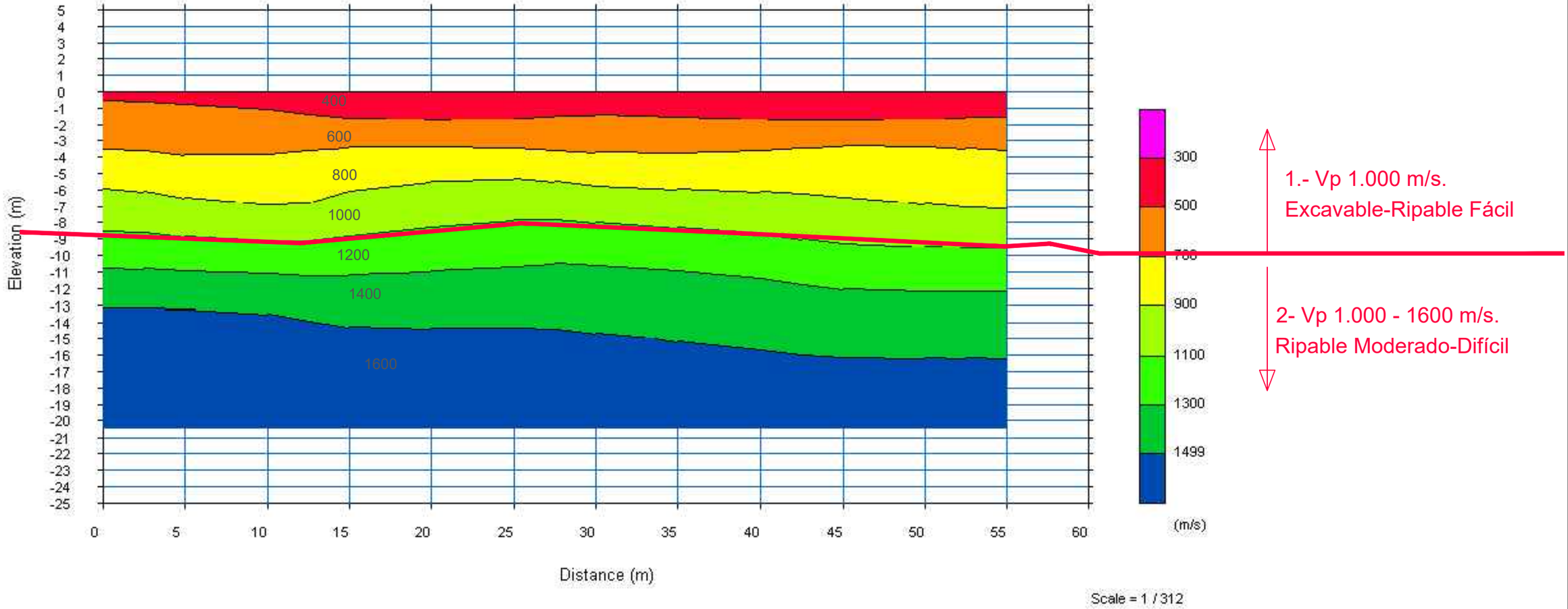
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 3	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 5



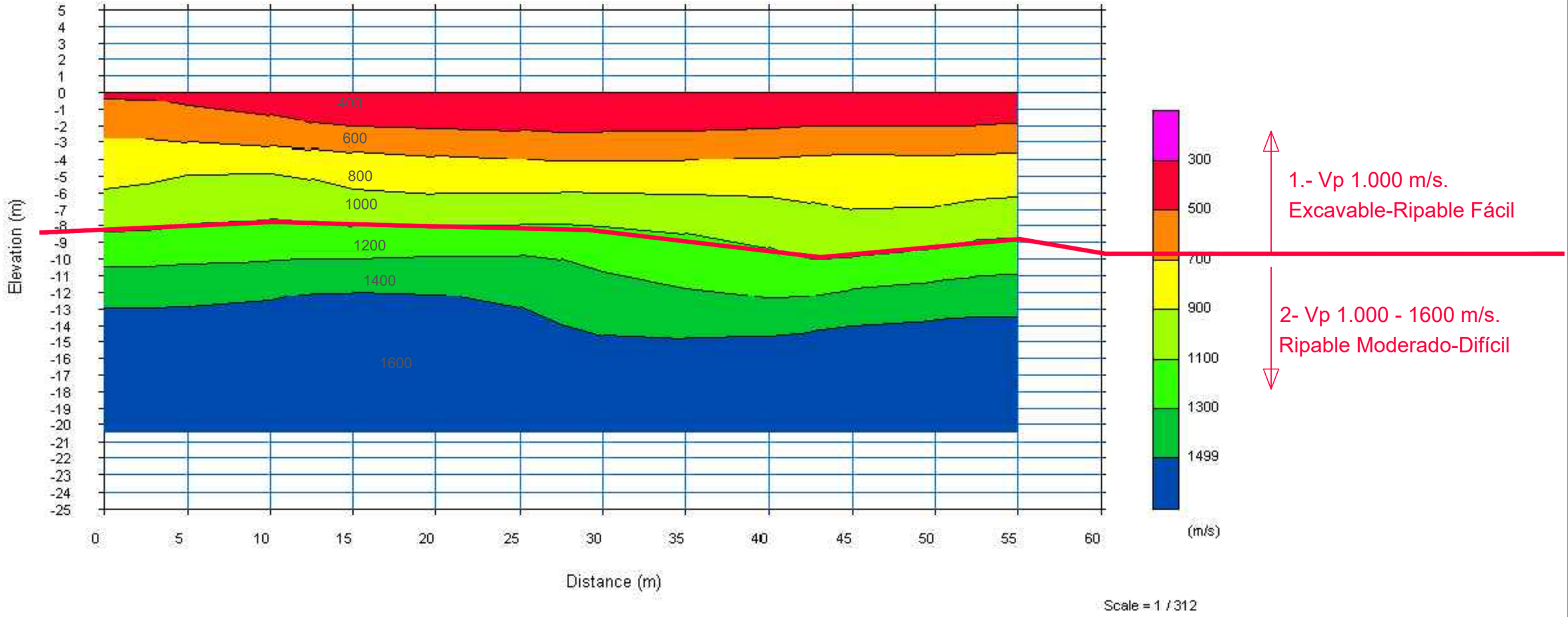
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 4	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 6



Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 5	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	7



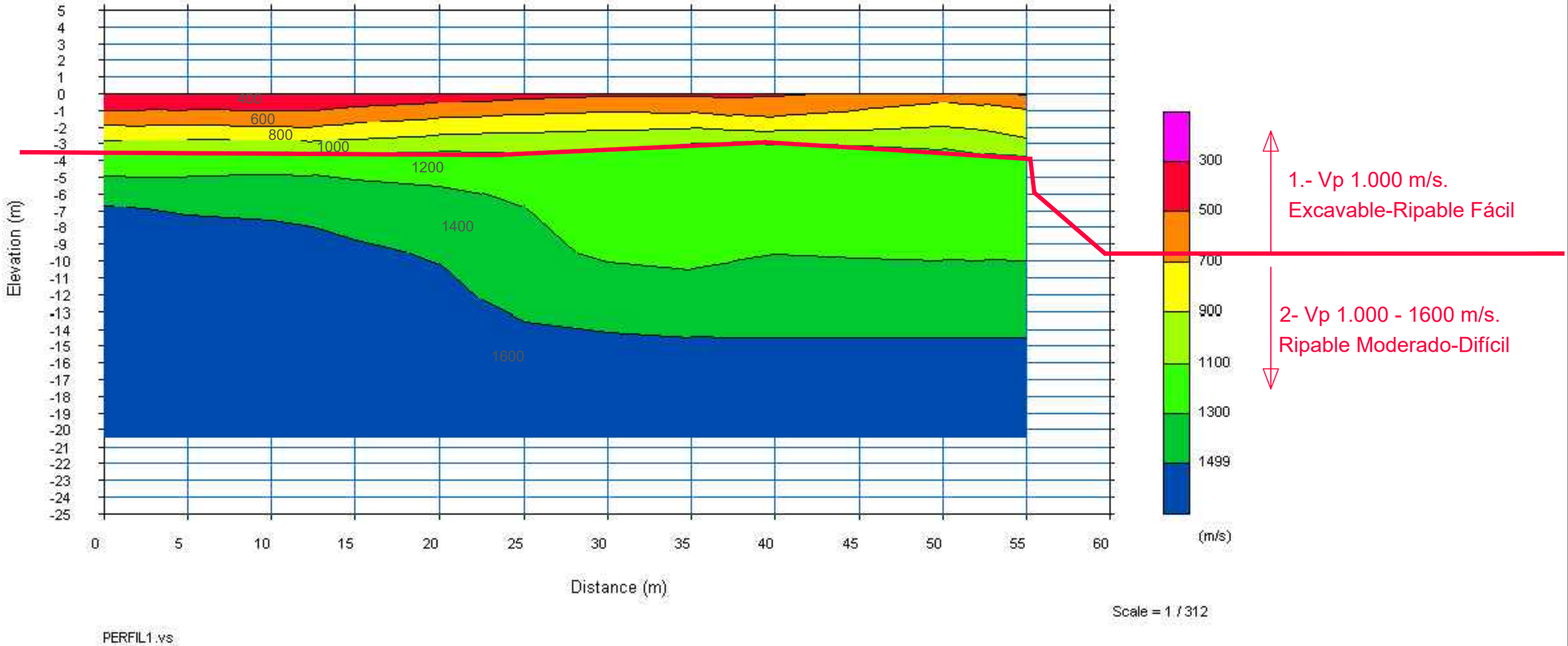
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 6	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 8



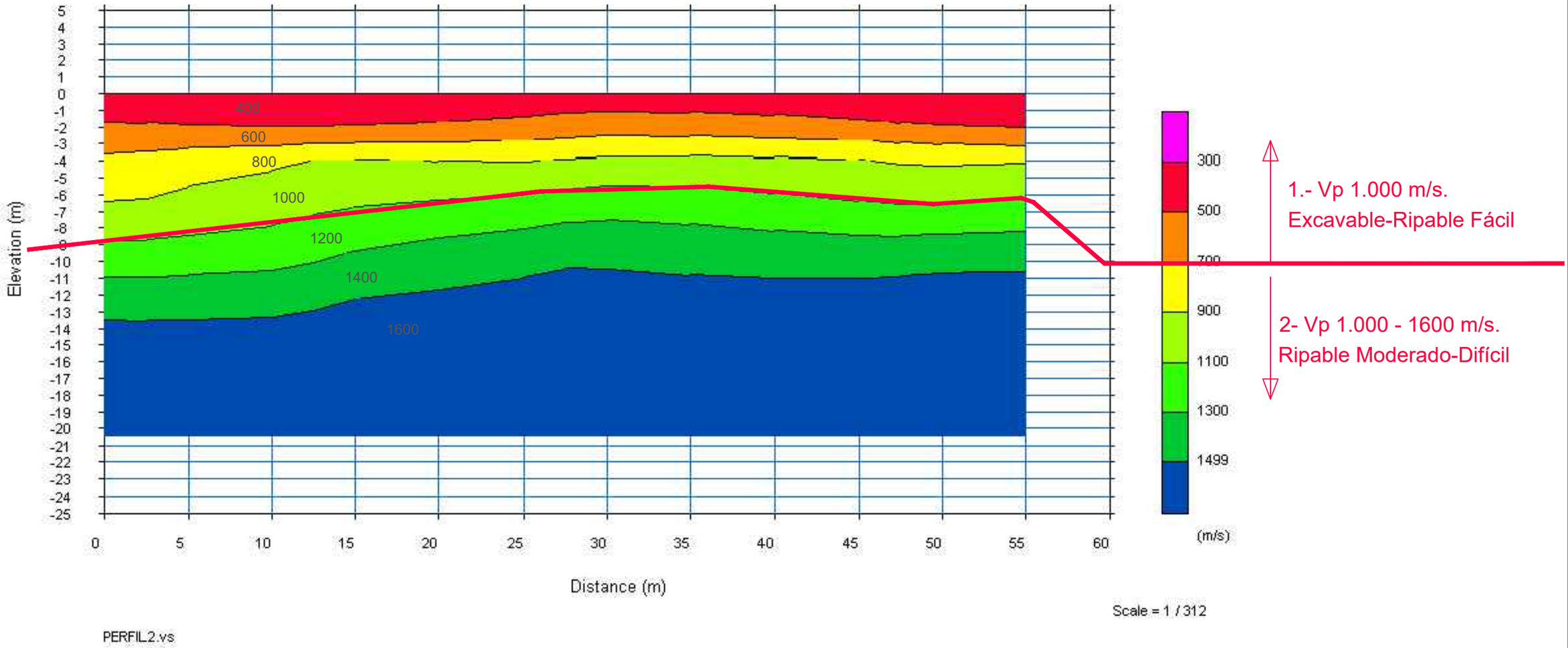
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 1, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 7	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 9



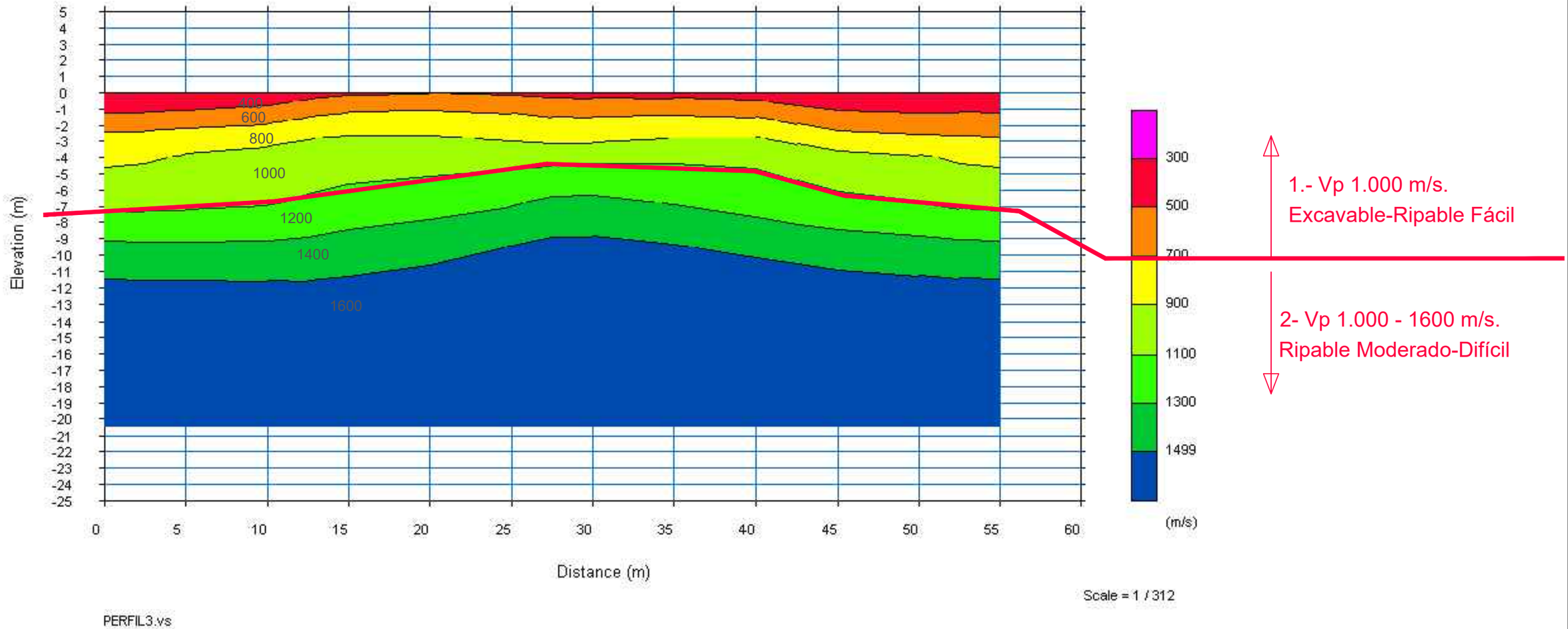
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 1	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 10



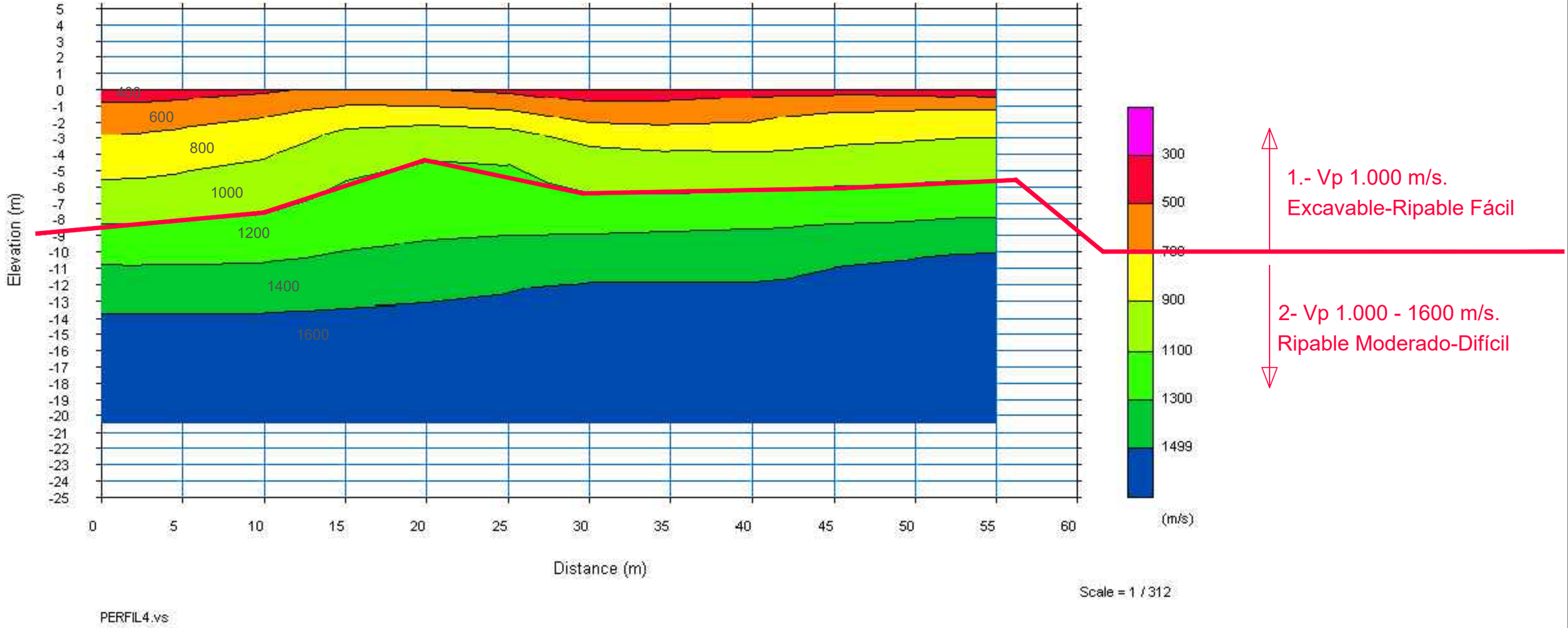
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 2	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 11



Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 3	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	12



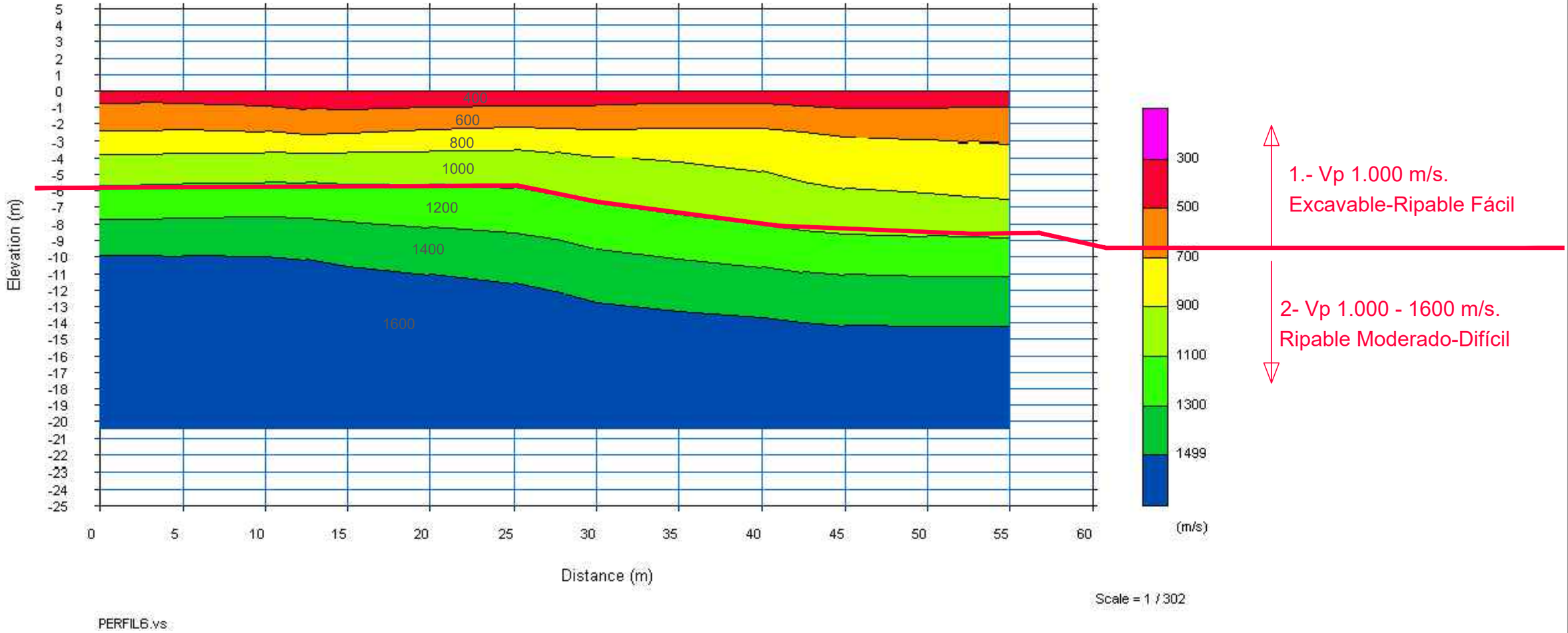
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 4	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	13



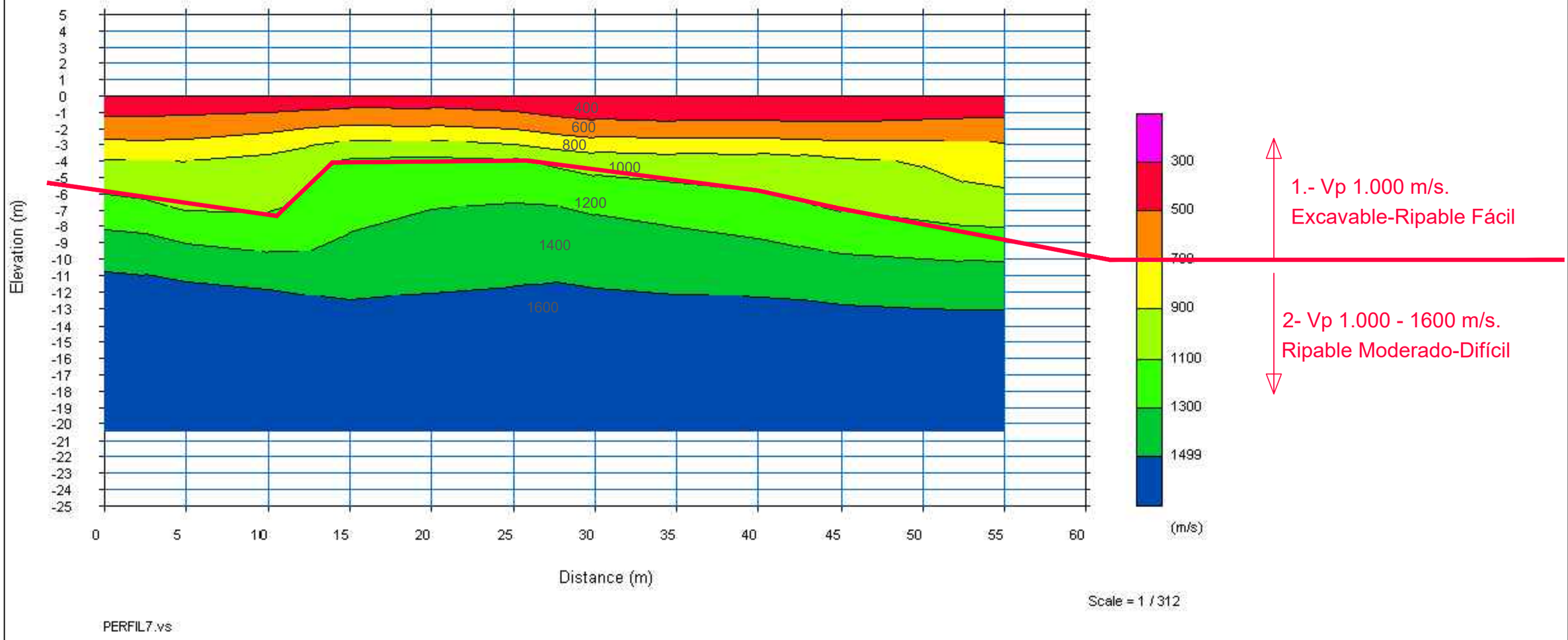
Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 5	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	14



Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA: PROGEO Proyectos Geológicos	PETICIONARIO: ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 6	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	E: S/E: FECHA: Mayo, 2023	Nº DE PLANO: 15



Vp (m/s)	Excavabilidad	Clasificación	Grado Alteración
<1000	Excavable-Ripable Fácil	Suelo Vegetal - Roca descompuesta	VI. Completo
1000-1600	Ripable Moderado-Difícil	Suelo denso - Roca Alterada	V-IV. Muy Alto-Alto
1600-2200	Ripable Marginal	Suelo muy denso - Roca poco alterada	III-II. Moderado - Ligero
>2200	No Ripable	Roca sana	I. Nulo

CONSULTORA:	PETICIONARIO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PLANO:	INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	E: S/E:	Nº DE PLANO:
PROGEO Proyectos Geológicos	ENSAYOS Y PROYECTOS EXTREMEÑOS, S.L.	ESTUDIO GEOFÍSICO: MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN EN BARRADA 2, CÁCERES.	PLANO DE INTERPRETACIÓN PERFIL- 7	Fdo.: Antonio Delgado Velázquez Ingeniero Técnico de Minas Colegiado: 874	FECHA: Mayo, 2023	16