

Cuarte de Huerva (Zaragoza), diciembre de 2022

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	3
1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO	3
1.2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.3.- SITUACIÓN GEOLÓGICA	4
1.4.- MÉTODO DE TRABAJO	5
2.- GEOLOGÍA GENERAL	5
2.1.- LITOSTRATIGRAFÍA	6
2.2.- ESTRUCTURA Y TECTÓNICA	7
2.3.- HIDROGEOLOGÍA	8
2.4.- GEOMORFOLOGÍA	9
3.- GEOTECNIA	10
3.1.- TRABAJOS REALIZADOS	10
3.1.1.- EN CAMPO	10
3.1.2.- EN LABORATORIO	14
3.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	14
3.2.1.- Zona balsa superior	14
3.2.2.- Zona balsa inferior, estación de bombeo y campo fotovoltaico	15
4.- SISMICIDAD	17
5.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE LAS BALSAS	18
5.1.- EXCAVABILIDAD	18
5.2.- CONSTRUCCIÓN DEL DIQUE	18
5.3.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD	19
5.4.- IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE	21
5.5.- AGRESIVIDAD	22
6.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	23
7.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	24
PLANOS	
PLANO I: SITUACIÓN DE TRABAJOS BALSA SUPERIOR	
PLANO II: SITUACIÓN DE TRABAJOS BALSA INFERIOR, ESTACIÓN DE BOMBEO Y CAMPO FOTOVOLTAICO	
APÉNDICES	
APÉNDICE I: PERFIL LITOLÓGICO DE LAS CALICATAS. FOTOGRAFÍAS	
APÉNDICE II: GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	
APÉNDICE III: BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO	
APÉNDICE IV: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD	
APÉNDICE V: PERFIL RESISTIVO DEL TERRENO	

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio trata de determinar las características geológico-geotécnicas de la zona donde se prevé la instalación de varias infraestructuras para el proyecto de modernización de regadío, en el término municipal de Cenicero (La Rioja).

El proyecto contempla la construcción de: dos balsas, una de 48.889 m³ con cota de fondo la 514,2 y de coronación la 519,2 (balsa inferior), otra balsa de 25.041 m³ cota de fondo 573,35 y de coronación 578,35 (balsa superior); ambas realizadas mediante la excavación del terreno y la ejecución de diques de tierra revestidas mediante un geotextil y una lámina impermeabilizante de PEAD. Además, la construcción de una estación de bombeo de estructura metálica con una planta de 15x8 m² y un campo fotovoltaico con estructura de cimentación mediante hincado de perfiles metálicos

1.2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Las actuaciones se proyectan al Suroeste del núcleo urbano de Cenicero, distribuyéndose en dos zonas, a ambos lados del Canal de la Margen Derecha del Najerilla.

Al Oeste del Canal (en el paraje *Salagón*) se contempla la construcción de la balsa inferior (a pie de canal), la estación de bombeo y el campo fotovoltaico. Para acceder a esta zona, se puede tomar el *camino de Salagón* desde la carretera LR-113, en sentido Sureste.

Al Este del canal, se proyecta la construcción de la balsa elevada, a la que se puede acceder desde la *Pasada del Carril* hacia el Este hasta llegar a la carretera LR-231, y desde esta tomar el *camino Sanchisnal* ascendiendo en sentido Norte hasta el paraje *El Romeral*.

Hidrográficamente la zona pertenece a la cuenca del río Ebro, ubicándose en su margen derecha. Concretamente, la balsa inferior junto a la estación de bombeo y el campo fotovoltaico se localizan en la cuenca del río Najerilla desde el río Yalde hasta su desembocadura en el Ebro, y la balsa superior se sitúa en la cuenca del río Ebro desde el río Najerilla hasta su entrada en el embalse del Cortijo.

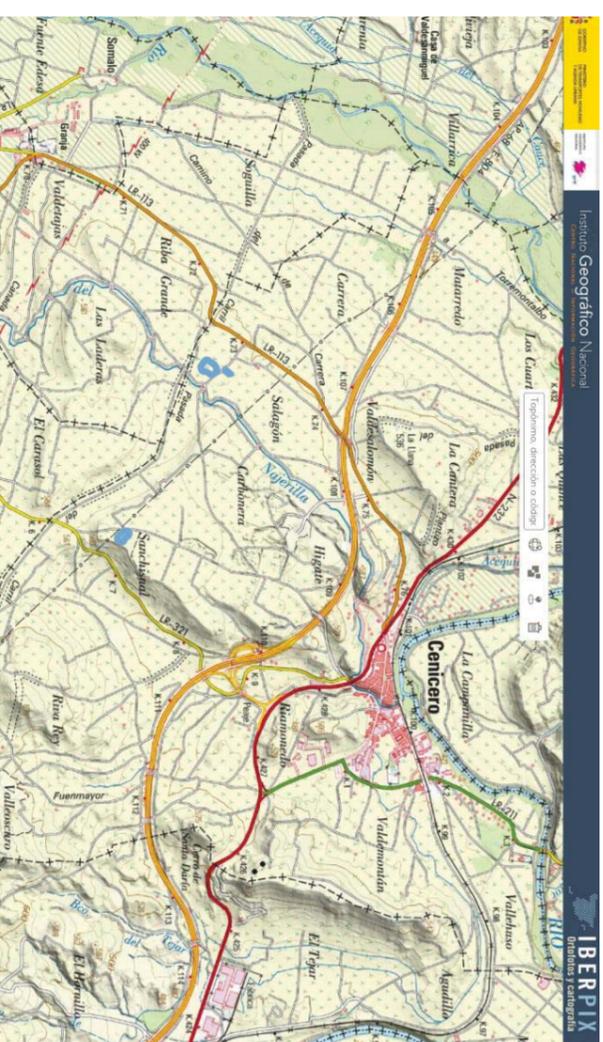


Figura 1. Situación geográfica. Fuente: visor Iberpix (IGN)

1.3.- SITUACIÓN GEOLÓGICA

Geológicamente nos encontramos en la parte septentrional de la Cuenca Terciaria del Ebro, en el denominado Surco Terciario del Ebro, entre los relieves mesozoicos de las Sierra de Cameros y la Demanda al Sur y los de la Sierra de Cantabria al Norte.

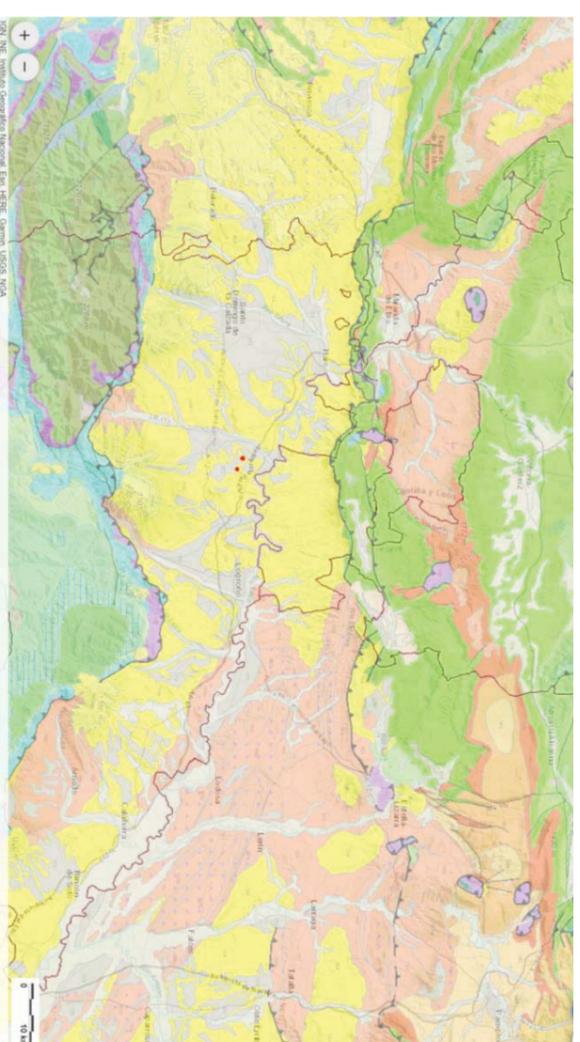


Figura 2. Situación geológica. Fuente: visor InfoGME; mapa geológico de España, 1/1.000.000 (IGME)

El sustrato rocoso corresponde a materiales depositados durante el tránsito Oligoceno-Mioceno, estando constituido por una serie detrítica de origen continental.

Sobre el sustrato se desarrollan suelos cuaternarios, estando representados por depósitos de glaciés y de terraza aluvial.

1.4.- MÉTODO DE TRABAJO

Hemos seguido el siguiente método de estudio:

- Recopilación, análisis y evaluación de la información geológica y geotécnica existente sobre la zona, así como de otros estudios realizados en los alrededores. Como estudios regionales hemos consultado:
 - Mapa Geológico de España, hoja nº 203 "Nájera" a escala 1:50.000. ITGE (1988).
 - Pardo, G. (coord.), Pardo, G., Arenas, C., González, A., Luzón, A., Muñoz, A., Pérez, A., Pérez-Rivarés, F.J., Vázquez-Urbez, M. y Villena, J. (2004): "La Cuenca del Ebro". En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 533-543.
- Recopilación y consulta de trabajos realizados por ENSAYA sobre materiales similares a los que aparecen en la zona estudiada.
- Reconocimiento geológico de campo de los materiales presentes.
- Testificación y muestreo de 10 calicatas.
- Realización de 7 ensayos de penetración dinámica (DPSH).
- Análisis de laboratorio de las muestras.
- Interpretación de los datos obtenidos en campo y laboratorio.
- Recopilación de datos y redacción del presente informe.

2.- GEOLOGÍA GENERAL

Se describen los aspectos geológicos del área que comprende las actuaciones proyectadas.

2.1.- LITOSTRATIGRAFÍA

Se diferencian los materiales que constituyen el sustrato rocoso, correspondientes al tránsito Paleógeno- Neógeno (Terciario) y los más modernos del recubrimiento Cuaternario.

Materiales terciarios

Corresponde a un conjunto de materiales de origen continental depositado durante el tránsito Paleógeno- Neógeno (Oligoceno superior- Mioceno medio).

Se trata de una serie formada por lutitas (rocas consolidadas de grano fino) de tonos rojizos y areniscas de grano fino a medio. Pueden intercalar niveles de conglomerados, y finos niveles de yeso secundario. Hacia el Norte, aumenta la proporción de litologías arcillosas, apareciendo las areniscas en paleocanales.

En conjunto las areniscas y las lutitas se organizan en secuencias de orden métrico a decamétrico. Se interpretan como depósitos distales de abanico aluvial, con aportes fluviales laterales (niveles de conglomerados), y áreas de encharcamientos temporales.

Por su posición estratigráfica se les asigna una edad Ramblense- Aragoniense medio (Oligoceno superior- Mioceno medio).

El sustrato no ha llegado a detectarse en ninguno de los trabajos de campo realizados, pudiendo encontrarse aflorante, o a escasa profundidad, en las laderas entre los depósitos cuaternarios de glaciés y terraza aluvial

Recubrimiento Cuaternario

Comprende los materiales más recientes que recubren al sustrato rocoso.

En la zona donde se proyecta la balsa inferior, la estación de bombeo y el campo fotovoltaico, se dispone un depósito de terraza aluvial alta del río Najerilla, situada sobre el cauce actual unos 55-60 m.

Está constituido por gravas silíceas con cantos redondeados envueltas en matriz limosa. La parte superficial del depósito está fuertemente cementada, definiendo una costra carbonatada de más de 40 cm de espesor.

A techo del depósito puede aparecer un nivel arcilloso de tono rojizo de espesor decimétrico, correspondiente probablemente a un paleosuelo.

Puntualmente, en el emplazamiento de la estación de bombeo aparece un depósito de litología detrítica fina constituido por limos y limos arenosos, con espesor superior a los 2,0 m (C-9) correspondiente a rellenos de fondo de valle. Este depósito aparecerá también, previsiblemente, en la parte más septentrional del campo fotovoltaico.

Estas actuaciones se emplazan sobre una superficie topográfica de relieve suave, con pendiente general hacia el Oeste (valle del río Najerilla).

En el emplazamiento de la balsa superior se encuentra un depósito de glaciis, con morfología de abanico y dirección de aporte S- N. Está formado litológicamente por gravas con cantos y bolos subredondeados de naturaleza silícea, con matriz areno-limosa.

Este nivel se encuentra parcialmente cementado por carbonatos hacia techo, alcanzando en total espesores superiores a los 2,10 m. A techo del depósito, bajo la tierra vegetal, puede aparecer un nivel arcilloso de tono rojizo de espesor decimétrico, interpretado como un paleosuelo.

Este depósito define una superficie elevada con un relieve de suave pendiente hacia el Norte.

2.2.- ESTRUCTURA Y TECTÓNICA

El área de estudio, bajo el punto de vista geotectónico, se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro.

La disposición general de los materiales del sustrato rocoso es subhorizontal, estando afectados por discontinuidades que se remiten a diaclasas en general subverticales y a planos de estratificación, más patentes en los niveles de arenisca.

En los afloramientos del sustrato Neógeno que bordean el emplazamiento de las balsas al Norte y al Sur, se observa su disposición subhorizontal, sin encontrarse afectado por fenómenos de fracturación o plegamiento.

Los materiales del recubrimiento Cuaternario, que ocupan las zonas de actuación, se disponen horizontalmente y no se observan fenómenos de deformación que les afecten.

2.3.- HIDROGEOLOGÍA

Red de drenaje

La red de drenaje principal la constituyen el río Ebro al Norte de los emplazamientos y el río Najerilla al Oeste. La red secundaria está definida por barrancos de aguas intermitentes en general muy poco incididos en el terreno.

Comportamiento hidrogeológico

La zona estudiada pertenece a la cuenca hidrográfica del Ebro, emplazándose al Este de la Unidad Hidrogeológica del Aluvial del Najerilla- Ebro.

Las características litológicas de los materiales determinan su comportamiento hidrogeológico.

Hidrogeológicamente los materiales del sustrato Terciario basal, pueden considerarse impermeables a semipermeables, pudiendo presentar cierta porosidad secundaria a favor de juntas o planos de estratificación.

En conjunto, los materiales del recubrimiento Cuaternario se comportarán como semipermeables por la presencia de niveles superficiales encostrados o arcillosos. Los niveles de gravas son permeables por porosidad intergranular, pudiendo considerar un coeficiente de permeabilidad (k) del orden de 10^{-2} cm/s, estimado a partir de los datos de granulometría de las muestras ensayadas, y la información incluida en el Documento Básico de Seguridad Estructural: Cimientos, del Código Técnico de la Edificación.

El drenaje se produce fundamentalmente por infiltración y escorrentía superficial.

No se ha detectado la presencia de nivel freático en ninguno de los trabajos realizados.

En el inventario de puntos de agua de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), se localiza un pozo de 20 m de profundidad (número de inventario 2210-3-0017), con bomba eléctrica instalada a 5 m de profundidad. Este pozo se localiza al Norte del emplazamiento de la balsa superior.

Con los datos anteriores, no cabe descartar la presencia en la zona de la balsa superior de niveles de agua aislados lateralmente, que puedan llegar a alcanzarse con el movimiento de tierras necesario para las obras proyectadas.

2.4.- GEOMORFOLOGÍA

El emplazamiento de la balsa superior se sitúa sobre una superficie elevada topográficamente, correspondiente a un depósito de glaciais de acumulación asociado a terrazas altas, que muestra una suave pendiente general hacia el Norte. Presenta laderas algo escarpadas a lo largo de su borde oriental, y más suaves hacia el Suroeste y el Norte.

La balsa inferior, estación de bombeo y campo fotovoltaico, se sitúan sobre un depósito de terraza aluvial alta, que presenta una topografía prácticamente llana, con suave pendiente hacia el NO (valle del río Najerilla).

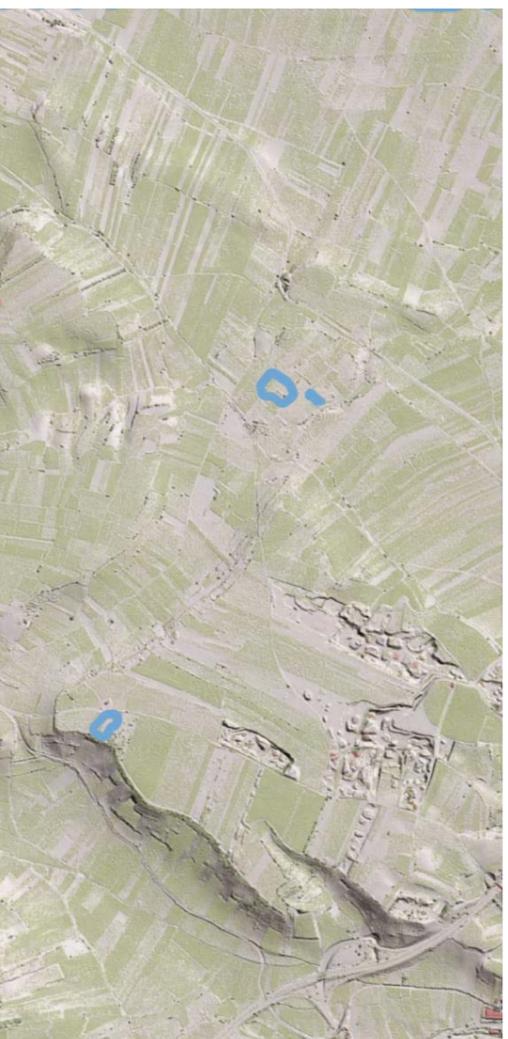


Figura 3. Imagen LIDAR de la zona de estudio. Fuente: Visor Iberpix (IGN)

3.- GEOTECNIA

Basándonos en el reconocimiento geológico de campo y los trabajos realizados en cada emplazamiento tratamos de determinar las características geotécnicas de los materiales presentes y definir las condiciones constructivas.

3.1.- TRABAJOS REALIZADOS

3.1.1.- EN CAMPO

Los trabajos de reconocimiento del terreno han consistido en la excavación de diez calicatas con retroexcavadora mixta, ejecución de siete ensayos de penetración dinámica y un perfil para evaluar la resistividad eléctrica del terreno.

La situación de cada uno de los trabajos realizados se muestra en el Apéndice I, planta de situación de trabajos.

3.1.1.1.- Calicatas

Para obtener información de los terrenos existentes en la parcela, se excavaron un total de diez calicatas con la ayuda de una retroexcavadora mixta.

Durante la ejecución de cada una de ellas se observó la excavabilidad del terreno, así como sus características litológicas, estabilidad de las paredes, grado de humedad, etcétera. Una vez registrado el perfil litológico y obtenidas las muestras, se fotografiaron paredes y tierras extraídas.

Las coordenadas, profundidad y muestras obtenidas en cada calicata se indican en la tabla siguiente.

EMPLAZAMIENTO	CALICATA	SITUACIÓN (UTM ETRS89)			PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS
		X	Y	Z*		
BALSA INFERIOR	C-1	526.267	4.701.651	516,4	0,70	
	C-2	526.176	4.701.634	515,0	1,80	MA-1; MI-1
	C-3	526.300	4.701.613	517,6	0,80	MI-1

* Z: cota aproximada.

EMPLAZAMIENTO	CALICATA	SITUACIÓN (UTM ETRS89)			PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS
		X	Y	Z*		
	C-4	526.283	4.701.571	517,7	2,20	MA-1; MA-2
	C-5	526.276	4.701.513	517,4	1,20	MA-1
	C-6	527.848	4.700.826	574,9	2,40	MA-1
BALSA SUPERIOR	C-7	527.846	4.700.761	576,8	1,80	MA-1
	C-8	527.932	4.700.737	577,2	1,70	MA-1
E. BOMBEO	C-9	526.299	4.701.781	512,6	2,30	MI-1; MA-1
CFV	C-10	526.264	4.701.769	514,4	1,70	MA-1

MA: Muestra alterada

MI: Muestra inalterada

El perfil litológico y las fotografías de las calicatas se adjuntan en el Apéndice I.

3.1.1.2.- Ensayos de penetración dinámica

Se llevaron a cabo cuatro ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

El ensayo consiste en la hincada mediante golpeo de un tren de varillas, en cuyo extremo se coloca una puntaza de sección circular. La prueba se detiene cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos; alcanzando lo que se denomina "rechazo".

Los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. se ejecutaron mediante un penetrómetro automático ROLATEC según la norma UNE-EN ISO 22476-2 ("Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica") con las siguientes características:

Masa de la maza	63,5 kg ($\pm 0,5$ kg)
Altura de caída	75,0 cm ($\pm 2,0$ cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	≥ 1 y ≤ 2
Masa máxima del yunque	30,0 kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	35,0 mm
Masa máxima varilla + niple	8,0 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %

Sección de la puntaza	Circular
Área de la puntaza	20,0 cm ²
Ángulo de la punta	90°
Conteo de golpes cada N	20,0 cm

Las profundidades finales alcanzadas, coincidentes con la obtención del rechazo y coordenadas de cada ensayo se adjuntan en la siguiente tabla.

EMPLAZAMIENTO	ENSAYO	SITUACIÓN (UTM ETRS89)			PROFUNDIDAD (m)
		X	Y	Z*	
BALSA INFERIOR	P-1	526.246	4.701.596	517,4	0,94
	P-2	526.201	4.701.540	515,9	2,15
	P-3	527.894	4.700.708	577,9	1,07
BALSA SUPERIOR	P-5	526.307	4.701.780	512,2	2,81
	P-6	526.286	4.701.771	513,0	1,15
E. BOMBEO	P-4	526.269	4.701.806	510,9	1,22
	P-7	526.266	4.701.735	515,4	0,69

Los gráficos con los golpes obtenidos para cada tramo de 20 cm se adjuntan en el Apéndice II.

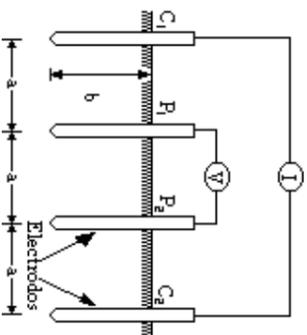
3.1.1.3.- Resistividad eléctrica del terreno

El día 4 de octubre en el emplazamiento del campo fotovoltaico, se realizaron medidas de la resistividad eléctrica del terreno, según el método Wenner o de los cuatro electrodos equidistantes, realizándose mediciones con diferentes espaciamientos entre ellos en un mismo eje y en línea recta, en este caso 1, 2 y 4 metros.

Con objeto de medir la resistividad del suelo se hace necesario insertar los 4 electrodos en el suelo. Las mediciones de resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno, y por el contrario no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de contacto que se haga con la tierra.

* Z: cota aproximada.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos P1 y P2. Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.



En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot R}{1 + \left[\frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right] - \left[\frac{2 \cdot A}{(4A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right]}$$

Donde

- p : Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m
- A : Distancia entre electrodos en metros.
- B : Profundidad de enterrado de los electrodos en metros
- R : Lectura del terrómetro en ohms.

Si la distancia enterrada (B) es pequeña comparada con la distancia de separación entre electrodos (A). O sea, $A > 20B$, la siguiente fórmula simplificada se puede aplicar:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot A \cdot R$$

La resistividad obtenida como resultado de las ecuaciones representa la resistividad promedio de un hemisferio de terreno de un radio igual a la separación de los electrodos.

Para la realización de las pruebas se ha empleado un comprobador multifunción de marca Metrel, modelo EUROTTEST 61557 de lectura directa, con las siguientes características:

- Rango de lectura: 0,11 Ω ~ 20 k Ω

- Frecuencia: 125 Hz
- Corriente: < 20 mA

Se realizan lecturas de resistividad a diferentes distancias de electrodos (a), que dada la disposición de los mismos se consideraran equivalentes a las profundidades (b) alcanzadas.

En el siguiente cuadro, se reflejan los resultados obtenidos en cada perfil.

Situación	ETRS 89. HUSO 30		Distancia (m)/ Resistividad ($\Omega \cdot m$)		
	X	Y	1	2	4
RE-01	526.269	4.701.760	994	880	732

En el Apéndice V se adjunta una ficha descriptiva que incluye una fotografía del emplazamiento, las características básicas del equipo, el método empleado y los resultados obtenidos.

3.1.2.- EN LABORATORIO

Sobre muestras extraídas en las calicatas se han realizado en el laboratorio ensayos de identificación (granulometría y límites de Atterberg), colapso, compactación (Proctor modificado) y análisis químicos (sulfatos y agresividad al acero).

Los boletines con los resultados de los ensayos se adjuntan en el Apéndice III.

3.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se diferencia el emplazamiento de la balsa superior y el del resto de actuaciones.

3.2.1.- Zona balsa superior

Bajo un nivel superficial de tierra vegetal, de entre 30 y 60 cm de espesor, con promedio de 47 cm, se encuentran depósitos de glaciais del recubrimiento Cuaternario, constituidos por gravas con cantos y bolos subredondeados con matriz limosa, parcialmente cementados a techo. Puede aparecer en algunas zonas un nivel superficial de arcilla marrón rojiza, de unos 40 cm de espesor. El conjunto de suelos cuaternarios aparece hasta la profundidad final

alcanzada en las calicatas 1,70-2,40 m, sin haber podido determinar su espesor total con los trabajos realizados.

Según los ensayos de laboratorio realizados, las gravas de glacis presentan un contenido en finos entre 12,6 y 18,0 %, en arenas entre 33 y 26 %, y en gravas entre 61 y 54 %, resultando no plásticas las tres muestras ensayadas. Las muestras ensayadas se clasifican según Casagrande como GM (gravas limosas).

En ensayos químicos, en la muestra ensayada se determina un contenido en sulfatos inferior a 100 mg $_{10}^{100}$ /kg $_{suelo\ seco}$.

En ensayo de compactación Proctor Modificado, se obtiene una densidad máxima igual a 2,07-2,18 gr/cm³, con humedad óptima del 5,0-7,9 %.

En un ensayo de penetración dinámica realizado, se obtienen golpes superiores a 15, obteniendo rechazo a una profundidad de 1,07 m, lo que indica materiales de compactación muy alta.

3.2.2.- Zona balsa inferior. estación de bombeo y campo fotovoltaico

Aparecen fundamentalmente depósitos de terraza aluvial, encontrándose suelos de fondo de val en la zona septentrional, en el entorno del emplazamiento de la estación de bombeo.

En el depósito de terraza, bajo un nivel superficial de tierra vegetal de entre 30 y 75 cm de espesor con promedio de 46 cm, se encuentran depósitos de terraza aluvial del recubrimiento Cuaternario, constituidos por gravas con cantos y bolos subredondeados con matriz limosa. Aparecen generalmente cementados a techo por carbonatos, formado una costra calcárea de entre 40 y más de 50 cm de espesor. Puede aparecer en algunas zonas un nivel superficial de arcilla marrón rojiza, de hasta 55 cm de espesor. El conjunto de suelos cuaternarios aparece hasta la profundidad máxima alcanzada en las calicatas 2,20 m, sin haber podido determinar su espesor total con los trabajos realizados.

Según los ensayos de laboratorio realizados, las gravas de terraza presentan un contenido en gravas entre 33 y 60 %, en arenas entre 29 y 36 % y en finos entre 11 y 31 %, con límite líquido entre 33,2 y 36,7 índice de plasticidad entre 14,4 y 15,8 resultando no plásticas dos

muestras. Las muestras ensayadas se clasifican según Casagrande como GC (gravas arcillosas), GW-GM (mezcla de grava arena y limo) y SM (arenas limosas).

En ensayos químicos, en las muestras ensayadas se determinan contenidos en sulfatos inferiores a 100 mg $_{10}^{100}$ /kg $_{suelo\ seco}$.

En ensayos de compactación Proctor Modificado, se obtiene una densidad máxima igual a 1,78-1,84 gr/cm³, con humedad óptima del 13,7-14,9 %.

En los ensayos de penetración dinámica realizados, se obtienen golpes superiores a 15, obteniendo rechazo a profundidades entre 1,0 y 2,15 m, lo que indica materiales de compactación muy alta.

Una muestra obtenida del nivel arcilloso superficial, presenta un contenido en finos del 47 %, en arenas del 23 % y en gravas del 30 %, con límite líquido 52,0 e índice de plasticidad 32,7. La muestra se clasifica como GC (gravas arcillosas) según Casagrande.

La costra carbonatada presenta, según los ensayos realizados a una muestra, contenido en grava igual a 21 %, en arena igual a 53 % y en finos al 26 %, con límite líquido 36,7 e índice de plasticidad 7,7. La muestra se clasifica según Casagrande como SM (arenas limosas), y presenta un contenido en sulfatos solubles inferior a 100 mg $_{10}^{100}$ /kg $_{suelo\ seco}$.

Se ha ensayado la deformación por colapso de una muestra de limos de fondo de val, obteniendo una deformación tras saturación del 1,42 % y un índice de colapso igual a 0,30 %. El contenido en sulfatos de esta muestra resulta inferior a 100 mg $_{10}^{100}$ /kg $_{suelo\ seco}$.

Según los golpes del ensayo de penetración P-5, se interpreta que los suelos de fondo de val pueden alcanzar hasta unos 2,6 m de profundidad, con golpes N_{pPSH} entre 16 y 46, con promedio de 29 golpes, que indica una consistencia dura.

Pueden considerarse los siguientes parámetros geotécnicos para los materiales encontrados:

- Recubrimiento Cuaternario: Gravas de terraza y glacis, de compactación alta- muy alta.

$$\gamma_{ap} \approx 21,0 \text{ KN/m}^3$$
$$\phi' = 36^\circ$$

$$C' = 10 \text{ KN/m}^2$$
$$E \approx 60.000 \text{ KPa}$$

- Recubrimiento Cuaternario: Limos de fondo de val, de consistencia dura.
 q_u (resist. compresión simple) $\approx 150 \text{ KPa}$
 $\gamma_{ap} \approx 19,0 \text{ KN/m}^3$
 $C' = 5 \text{ KN/m}^2$
 $E \approx 10.000 \text{ KPa}$

- Sustrato Mioceno: lutitas y areniscas (alterado a techo). Suelo indeformable a efectos prácticos.

$$q_u \text{ (resist. compresión simple)} \geq 450 \text{ KPa}$$
$$\gamma_{ap} \approx 22 \text{ KN/m}^3$$
$$\phi' = 30^\circ$$
$$c' = 50 \text{ KN/m}^2$$
$$E \approx 75.000 \text{ KPa}$$

Para el relleno de diques y terraplenes, si se utilizan gravas de recubrimiento Cuaternario perfectamente compactadas, pueden considerarse los mismos parámetros que para las gravas *in situ*.

4.- SISMICIDAD

Para la consideración de la acción sísmica en el Término Municipal de Cenicero (La Rioja) es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002. Dicho Término Municipal no figura en la relación del anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica (a_b) se considera inferior a 0,04 g.

En el artículo "1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma" se especifica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a 0,04 g, siendo "g" la aceleración de la gravedad. Por lo tanto, en el término municipal Cenicero no es necesario aplicar la norma NCSE-02 para las obras previstas.

5.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE LAS BALSAS

5.1.- EXCAVABILIDAD

Los materiales afectados corresponden fundamentalmente al recubrimiento Cuaternario, constituido por gravas con cantos y bolos de hasta 50 cm de diámetro, con un tramo superficial cementado por carbonatos. En ninguno de los trabajos de campo realizados se ha llegado hasta los materiales del sustrato Terciario, formado por lutitas y areniscas.

Hasta cota de fondo de balsas (hasta unos 4,0 m en la balsa superior) será necesario el empleo de "ripper" o martillo rompedor para atravesar la costa carbonatada de la balsa inferior y el tramo cementado de la superior o los niveles de arenisca en caso de que llegara a alcanzarse el sustrato Terciario.

Para la excavación de los materiales cuaternarios, dado el grado de cementación en las gravas del recubrimiento se considera que para su ripado será necesario el empleo de un bulldozer equivalente al D9 de Caterpillar.

Debe preverse la necesidad de martillo, para los tramos de costra con mayor porcentaje de carbonatos, y para el caso de que se alcancen niveles potentes de arenisca en el sustrato.

Se estiman los siguientes porcentajes, para el total de la excavación necesaria:

- 65 % ripper con bulldozer equivalente al D9
- 25 % retroexcavadora potente
- 10% Martillo

5.2.- CONSTRUCCIÓN DEL DIQUE

Para la construcción de los diques de las dos balsas, se podrán emplear los materiales procedentes de la excavación de los vasos, debiendo limitar el diámetro máximo de los bolos a 100 mm, pudiendo asimilarios a suelos tipo 2 ó 3 por capacidad portante.

En caso que durante la excavación se alcancen lutitas, areniscas o conglomerados del sustrato, podrán emplearse en la construcción del núcleo de los diques, pudiendo asimilarios

a suelos tipo 0. Previamente a su utilización, deberán triturarse con rodillos de pata de cabra, para conseguir tamaños de bloque inferiores a 2/3 del espesor de las tongadas.

Si se alcanza el sustrato en la excavación, y aparecen niveles de yeso no podrán emplearse en la construcción del dique, debiendo ser trasladados a vertedero.

Lógicamente, el relleno deberá efectuarse en sucesivas tongadas de unos 30 cm de espesor máximo correctamente compactadas al 98 % Proctor Modificado en todas las tongadas, con humedades en el entorno de la óptima.

Para la construcción de los diques, en ambas balsas, se plantea la retirada de 40 cm de tierra vegetal, espesor suficiente a retirar. Una vez retirado dicho espesor se deberá realizar una labor de escarificado y compactación de la superficie resultante, para proceder a extender la primera tongada de los diques de las balsas.

El apoyo de los diques se realizará, *a priori*, sobre suelos cuaternarios granulares de glaciais o terraza aluvial, en los que no se producirán problemas de asentamientos. En caso de que a cota de apoyo aparezcan suelos arcillosos cuaternarios, estos deberán retirarse para ser trasladados a vertedero, realizando el apoyo sobre suelos granulares o sobre la costra carbonatada.

El dique Este de la balsa superior, se sitúa relativamente cerca de una ladera con pendiente media hacia el Sureste, por lo que deberá prestarse especial atención a los movimientos de tierras que se realicen en esa zona.

En principio, para las cargas previsibles (4 m de altura de agua) no se prevén problemas de capacidad portante. No obstante, bajo la cota del fondo que haya de alcanzarse, será necesario escarificar y compactar con humedad próxima a la óptima Proctor los 25-30 cm más someros.

5.3.- CONDICIONES DE ESTABILIDAD

En el presente apartado se analiza la estabilidad de los taludes admitiendo para ambas balsas taludes interiores con una pendiente 2,5H: 1V, y taludes exteriores 2H:1V.

La cota de fondo de la balsa de pie de canal (inferior) será la 514,20 y la de coronación la 519,20 con una altura de lámina de agua de 4,0 m (cota 518,20).

En la balsa superior, la cota de fondo será la 573,35 y la de coronación la 578,35, con una altura máxima de lámina de agua igual a 4,0 m (cota 577,35).

Los cálculos de la estabilidad se han realizado de acuerdo a lo descrito en el capítulo 7 del “Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas”, editado por el CEDEX en octubre de 2010. De acuerdo a este manual, la estabilidad de los taludes debe evaluarse para varios supuestos y deben obtenerse unos coeficientes de seguridad mínimos.

- Final de construcción: FS mínimo = 1,30
- Embalse lleno: FS mínimo = 1,50
- Rotura elemento de impermeabilización: FS mínimo = 1,30
- Desembalse rápido: FS mínimo = 1,10

De cada balsa, superior e inferior, se han analizado para secciones en relleno y en desmonte, concretamente los PK 0+300 (relleno) y PK 0+110 (desmonte) para la balsa superior y PK 0+440 (relleno) y PK0+190 (desmonte) para la balsa inferior.

Como parámetros de cálculo para el terreno natural se han empleado en todos los casos los señalados para los suelos cuaternarios de gravas, inferiores a los del sustrato, de forma que estaríamos del lado de la seguridad. Respecto al relleno “todo-uno” correctamente compactado se han considerado los siguientes valores:

$$\begin{aligned}\gamma_{ap} &\approx 21,0 \text{ KN/m}^3 \\ \phi' &= 32^\circ \\ C' &= 10 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

Los cálculos se han efectuado con el programa SLIDE v 5.0 para todos los supuestos señalados en el “Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas”, tanto para el talud interior como el exterior. Las salidas gráficas de todos los cálculos se incluyen en el Apéndice IV; seguidamente se muestra una tabla-resumen con los resultados obtenidos.

	BALSA SUPERIOR		BALSA INFERIOR		
	PK 0+300 (relleno)	PK 0+110 (desmonte)	PK 0+440 (relleno)	PK 0+190 (desmonte)	
Final construcción	Talud interior	2,58	2,66	2,16	2,69
	Talud exterior	2,49		2,06	
Embalse lleno	Talud interior	4,63	4,47	4,20	4,50
	Talud exterior	2,72		2,45	
Rotura lámina	Talud interior	3,46	3,53	3,08	3,55
	Talud exterior	2,27		1,89	
Desembalse rápido	Talud interior	2,03	2,08	1,77	2,09
	Talud exterior	2,27		1,89	

Como puede apreciarse, los coeficientes de seguridad obtenidos son claramente superiores a los mínimos requeridos, por lo que no es de prever ningún problema de estabilidad en el dique.

5.4.- IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

Teniendo en cuenta la permeabilidad de los materiales del Recubrimiento Cuaternario, se deberá prever en ambas balsas una impermeabilización a base de lámina. Entre el terreno natural y la lámina se deberá diseñar y colocar, tanto en laterales como en fondo una capa de material fino que permita regularizar la base de apoyo de la lámina de geotextil y la lámina impermeable evitando la rotura de la lámina por aristas que puedan aparecer en el terreno sobre el que se extiende esta.

Para la realización de esta capa bajo la lámina se propone una cama de material arcilloso impermeable, que permita una doble función de protección de la lámina y de mejora de la impermeabilización de la balsa, evaluando la instalación de drenajes entre la lámina y la capa impermeable para el control de fugas de la lámina, contando con una perfecta impermeabilización con la arcilla, de forma que las posibles fugas no se infiltren hasta los niveles del recubrimiento Cuaternario de mayor permeabilidad, además de mecanismo de control de los posibles caudales recogidos.

Para la ejecución de la capa de regularización impermeable, una vez alcanzada la cota de fondo necesaria se deberán extender varias tongadas de arcilla compactada, de forma que quede un mínimo de 30 cm de arcilla compactada bajo la lámina.

La arcilla de la capa impermeable debe cumplir las siguientes características:

- No debe ser dispersiva: ND-1 / ND-2
- No debe contener cantos. Si no es posible, éstos deben ser no angulosos y en un porcentaje menor al 10%. Su tamaño, además, no deberá superar los 2/3 del espesor de la tongada.
- El porcentaje de material que pase por el tamiz 0,08 UNE debe ser como mínimo del 75%.
- El índice de plasticidad ha de ser mayor o igual a 10.
- El tamaño de los bloques de arcilla debe ser suficientemente pequeño, para que se consiga la impermeabilidad.
- El porcentaje de sulfatos será inferior al 3%.

Para la compactación de la arcilla se extenderán tongadas de 30 cm de espesor, con humedad óptima, alcanzando al menos el 98 % Proctor Normal.

Si existiesen grandes dificultades para obtener el material arcilloso indicado, podría pensarse en la utilización de los niveles de suelos finos del propio terreno natural (excluyendo la tierra vegetal), exigiendo al menos que el suelo se clasifique como CL y que el contenido en sulfatos sea menor del 3%.

Considerando la proximidad de la balsa superior a una ladera, se considera muy importante el tratamiento que se haga a todo el sistema de impermeabilización en conjunto al objeto de minimizar la posible afluencia de agua hacia la ladera situada al Este de la balsa.

5.5.- AGRESIVIDAD

Todos los ensayos de determinación del contenido en sulfatos de los materiales del recubrimiento Cuaternario han resultado inferiores a 100 mg SO_4^{2-} /kg $s_{suelo\ seco}$, por lo que no será necesario el empleo de cemento sulforresistente para la fabricación del hormigón estructural en contacto con el terreno.

No obstante, si se alcanzan los materiales del sustrato Terciario en algún punto, y dada la presencia de niveles de yeso entre las lutitas y areniscas, en estos casos deberá preverse el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación de hormigones, debiéndose considerar una clase específica de exposición XA3 según el Código Estructural.

6.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La cimentación de la estación de bombeo podrá realizarse mediante zapatas aisladas o corridas. El apoyo se realizará sobre suelos de terraza (costra carbonatada o gravas) o sobre limos algo arenosos de fondo de valle. En el primer caso, que resulta mucho más recomendable, se puede considerar una presión máxima admisible de 3,5 kg/cm² y para apoyo sobre limos, una presión admisible por hundimiento igual a 2,0 kg/cm². Es previsible que las gravas se encuentren a profundidades entre 0,8 y 3,0 m.

Para la excavación del hueco de zapatas en gravas, será necesario el empleo de martillo rompedor, dada la presencia de un nivel encostrado superficial, y retroexcavadora potente. En caso de que aparezcan bolos de gran tamaño entre las gravas, debe considerarse una cierta sobreexcavación de los huecos de cimentación. Los limos de fondo de val serán excavables con maquinaria convencional.

Para alturas de desmonte entre 2 y 3 m, en gravas del recubrimiento Cuaternario o suelos finos cuaternarios (limos o limos arenosos), pueden preverse taludes permanentes con pendiente 1H:1V.

Los asientos previstos serán inferiores a 2,5 cm, admisibles por la estructura.

En los apoyos sobre limos, deberán tomarse una serie de medidas para minimizar el riesgo de asiento por colapso y arrastre por aumento de humedad en el terreno de apoyo de las zapatas, evitando la infiltración de agua bajo la cimentación

- Proyectar y construir las conducciones de abastecimiento y de saneamiento con sumo cuidado, haciéndolas lo más flexibles posible, incluso con doble protección cuando sea inevitable situarlas bajo la solera: impermeabilizando completamente la parte baja de

las paredes y fondo de la zanja, así como extendiendo una capa drenante con la correspondiente pendiente que permita evacuar el agua de posibles fugas.

- Se deberían proyectar aceras amplias con juntas selladas
- Las aguas pluviales deben recogerse y conducirse directamente a un punto de drenaje alejado de la cimentación, sin que lleguen al terreno.
- Evitar en la medida de lo posible zonas ajardinadas, a lo sumo con especies con una demanda mínima de agua. En cualquier caso, estas zonas se dispondrán a cierta distancia de las construcciones (5 m como mínimo).

7.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

El parque fotovoltaico constará de una estructura fija situada sobre el terreno mediante hincas de perfiles metálicos.

En cuanto a características resistentes del terreno, para el campo fotovoltaico, se hace la siguiente estimación en función de los golpes obtenidos en los ensayos DPSH.

- Ensayo de penetración P-4: Hasta 1,4 m (rechazo) suelos cuaternarios de consistencia dura o compacidad alta- muy alta, con N_{DPSH} medio de 27 golpes ($\approx N_{SP\tau} = 50$; q_u (resistencia a compresión simple) ≈ 500 KN/m²).
- Ensayo de penetración P-5: Se interpreta hasta un metro la presencia de suelos cuaternarios de fondo de valle, de consistencia dura, con N_{DPSH} medio de 17 golpes ($\approx N_{SP\tau} = 34$; $q_u \approx 400$ KN/m²). A partir de 1 m y hasta rechazo (a 3,00 m) se interpreta la existencia de gravas de terraza aluvial, de compacidad muy alta.
- Ensayo de penetración P-6: Hasta 1,2 m (rechazo) se interpretan suelos cuaternarios, de terraza aluvial de consistencia muy firme-dura o compacidad alta- muy alta, con N_{DPSH} medio de 38 golpes ($\approx N_{SP\tau} = 56$; $q_u \approx 500$ KN/m²).
- Ensayo de penetración P-7: Se interpreta hasta 0,8 m de profundidad (rechazo) y según el perfil litológico observado en la calicata C-10, la presencia de suelos cuaternarios de terraza aluvial cementados a techo, con golpes $N_{DPSH} \geq 15$, que asignan en cualquier caso compacidad alta- muy alta.

Se ha evaluado la resistividad eléctrica de los materiales presentes con la realización de un perfil: PR-1 junto a C-10. Se ofrecen los resultados de las medidas de resistividad aparente en la siguiente tabla.

Distancia entre picas	PR-1 (Q.m)
1 m	994
2 m	880
4 m	732

Con los datos disponibles y teniendo en cuenta la explanación a realizar, el hincado de los perfiles que sustentan las placas se producirá tanto sobre suelos cuaternarios como sobre un relleno compactado.

En general, por lo observado en los ensayos de penetración dinámica, el rechazo se produce a profundidad inferior a la longitud de hincado (estimada en 1,5 m) en suelos cuaternarios.

Según la información aportada por el peticionario, se prevé la nivelación de la parcela utilizando el material excavado en la estación de bombeo. El relleno se hará en tongadas de 30 cm, limitando el tamaño máximo de cantos a 2/3 del espesor de las tongadas, y compactándolas al 98 % Proctor Modificado.

Debe preverse la perforación previa al hincado, para traspasar el nivel encostrado superficial, en la superficie donde el espesor del relleno previsto más 0,6- 0,8 m sea inferior a la longitud de los perfiles.

Una vez realizado el relleno de nivelación se recomienda la ejecución de ensayos de penetración para comprobar la compactación del mismo, y la validez de las recomendaciones dadas.

Teniendo en cuenta estos datos se puede plantear la hinca de los perfiles metálicos, pudiendo considerarse para su cálculo una resistencia por punta de 10 MN/m² y por fuste igual a 70 KN/m², debiendo aplicar factores de seguridad de 3 para la punta y de 2,5 para el fuste.

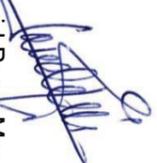
En el caso de que los perfiles trabajen a tracción, deberá contarse únicamente con la resistencia por fuste olvidándonos de la resistencia por punta.

Los perfiles podrán considerarse empotrados siempre que tengan una longitud empotrada de al menos dos veces y media su longitud elástica. Para determinar dicha longitud puede considerarse que el módulo de deformación del terreno de al menos 50.000 KN/m².

Los movimientos de tierras se prevén mínimos, si acaso se contemplaría la ejecución de zanjas para conducciones, cableados, etcétera. Deberá preverse la necesidad de *ripper* o martillo rompedor para traspasar el nivel cementado, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales en zanjas hasta de 2,0 m de profundidad en todo tipo de terrenos.

Para alturas de desmonte entre 2 y 3 m, en gravas del recubrimiento Cuaternario o suelos finos cuaternarios (limos o limos arenosos), pueden preverse taludes permanentes con pendiente 1H:1V.

Según los ensayos de laboratorio realizados, el terreno no resulta agresivo al hormigón ni al acero.


Fdo. David Bona Martínez
Geólogo
Colegiado nº 2.927




Fdo. Fernando García Hermoso
Geólogo

VºBº del Director


Fdo. Javier Prats Rivera
Ingeniero de Caminos
Colegiado nº 7780

PLANOS

Ref.: 266

PLANO I
SITUACIÓN DE TRABAJOS Balsa Superior

Ref.: 266

MODERNIZACIÓN REGADÍO EN CENICERO

Situación de trabajos. Balsa superior

Leyenda

- ▣ C-nº Calicata
- ⊙ P-nº Penetración dinámica



Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aneto, parcela nº 8-A. T 976 566 875 – F 976 566 612 – 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza)- www. ensava.es-

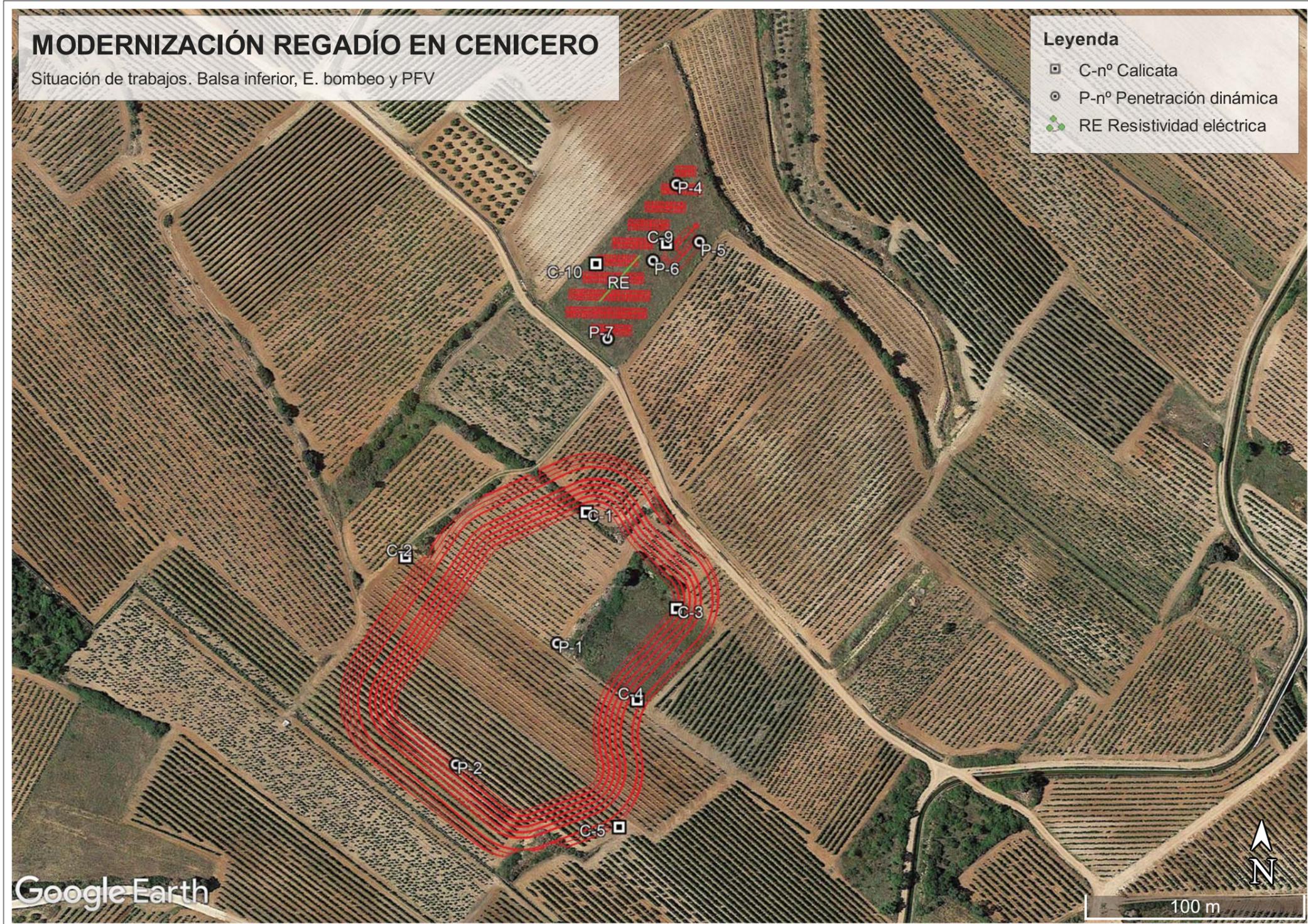
PLANO II SITUACIÓN DE TRABAJOS BALSA INFERIOR, ESTACIÓN DE BOMBEO Y CAMPO FOTOVOLTAICO

MODERNIZACIÓN REGADÍO EN CENICERO

Situación de trabajos. Balsa inferior, E. bombeo y PFV

Leyenda

- C-nº Calicata
- ⊙ P-nº Penetración dinámica
- RE Resistividad eléctrica



Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aneto, parcela nº 8-A. T 976 566 875 – F 976 566 612 – 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza)- www. ensava.es-

APÉNDICES

Nº Obra: 266	COORDENADAS	CATA
Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO	X = 526.176	C-2
BALSA INFERIOR	Y = 4.701.634	
Localidad: CENCERO (La Rioja)	Z = 515,0	
Peticionario: CINGRAL S.L.	Tipo de máquina: Retro mixta	
Fecha Inicio: 04.10.2022	Fecha Final: 04.10.2022	Supervisor/a: J.Lerín



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS S.A.

Escaleta	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.60	0.60		<p>TIERRA DE LABOR/RELLENO. Limos de tonos marrón rojizos con gravas y bolos silíceos dispersos. Engloban restos de raíces.</p> <p>SUELO CUATERNARIO. Arcilla marrón rojiza, con pátinas negruzcas e indicios de raíces y de grava silícea.</p> <p>Gravas heterométricas, con cantos subredondeados de naturaleza silícea envueltos en matriz con bastante limo, con tramos donde predomina la fracción fina sobre la gruesa. Se observan bolos aislados de tamaño decimétrico.</p>				
2	-1.80	1.80						
3								

<ul style="list-style-type: none"> - MA-nº (muestra alterada, en sacco) - MI-nº (muestra inalterada, en bloque) 	<ul style="list-style-type: none"> - Excavabilidad: Las gravas resultan difícilmente excavables con los medios empleados. - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables. - No aparece agua ni humedades reseñables.
---	---



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS S.A.

CALICATA C-1



CALICATA C-2

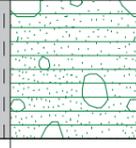
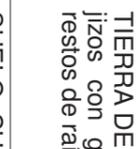


		Nº Obra: 266 Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO LOCALIDAD: BALSAS INFERIOR Localidad: CENICERO (La Rioja) Peticionario: CINGRAL S.L. Fecha Inicio: 04.10.2022 Fecha Final: 04.10.2022		COORDENADAS X = 526.300 Y = 4.701.613 Z = 517.6 Tipo de máquina: Retro mixta Supervisor/a: J.Lerín		CATA C-3
---	--	---	--	---	--	--------------------

Esca 1:40	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	-40	0.40		TIERRA DE LABOR. Limos de tonos marrón rojizos con gravas y bolos síliceos dispersos. Engloban restos de raíces. SUELO CUATERNARIO. NIVEL DE COSTRA. Costra carbonatada de color blanquecino, fuertemente cementada.				
	-80	0.80						

- MA-nº (muestra alterada, en saco)
 - MI-nº (muestra inalterada, en bloque)
 - Excavabilidad: El nivel inicial de costra carbonatada resulta NO excavable con los medios empleados.
 - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables.
 - No aparece agua ni humedades reseñables.

		Nº Obra: 266 Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO LOCALIDAD: BALSAS INFERIOR Localidad: CENICERO (La Rioja) Peticionario: CINGRAL S.L. Fecha Inicio: 04.10.2022 Fecha Final: 04.10.2022		COORDENADAS X = 526.283 Y = 4.701.571 Z = 517.7 Tipo de máquina: Retro mixta Supervisor/a: J.Lerín		CATA C-4
---	--	---	--	---	--	--------------------

Esca 1:40	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	-75	0.75		TIERRA DE LABOR/RELLENO. Limos de tonos marrón rojizos con gravas y bolos síliceos dispersos. Engloban restos de raíces. SUELO CUATERNARIO. Arcillas de color marrón rojizo con grava dispersa y nódulos de carbonato cálcico. Lateralmente pasan hasta costra carbonatada parcialmente alterada. Gravas heterométricas, con cantos y bolos hasta de 50 cm de diámetro máximo visto de morfología subredondeada y naturaleza sílicea. Se hallan envueltos en matriz de arena y por lo general bastante limo.				
	-1.30	1.30						
	-2.20	2.20						

- MA-nº (muestra alterada, en saco)
 - MI-nº (muestra inalterada, en bloque)
 - Excavabilidad: Las gravas resultan difícilmente excavables con los medios empleados.
 - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables.
 - No aparece agua ni humedades reseñables.

CALICATA C-3



CALICATA C-4



Nº Obra: 266	COORDENADAS	CATA C-5
Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO	X = 526.276	
Localidad: Balsa Inferior	Y = 4.701.513	
Localidad: Cenicero (La Rioja)	Z = 517,4	
Peticionario: CINGRAL S.L.	Tipo de máquina: Retro mixta	
Fecha Inicio: 04.10.2022	Fecha Final: 04.10.2022	Supervisora: J.Lerín

Escala 1:40	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	-40	0.40		TIERRA DE LABOR. Limos de tonos marrón rojizos con gravas y raíces dispersas.				
	-70	0.70		SUELO CUATERNARIO. Arcillas de color marrón rojizo con nódulos carbonatados.				
	-1.20	1.20		NIVEL DE COSTRA. Costra carbonatada de color blanquecino fuertemente cementada, formada por limos ocre con láminas de carbonato cálcico				

<ul style="list-style-type: none"> - MA-nº (muestra alterada, en sacco) - MI-nº (muestra inalterada, en bloque) 	<ul style="list-style-type: none"> - Excavabilidad: El nivel de costra carbonatada resulta NO excavable con los medios empleados. - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables. - No aparece agua ni humedades reseñables.
---	---

CALICATA C-5



Nº Obra: 266	COORDENADAS	CATA C-6
Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO	X = 527.848	
Localidad: Balsa Superior	Y = 4.700.826	
Localidad: CENICERO (La Rioja)	Z = 574.9	
Peticionario: CINGRAL S.L.	Tipo de máquina: Retro mixta	
Fecha Inicio: 04.10.2022	Fecha Final: 04.10.2022	Supervisor/a: J.Lerín

Escala 1:40	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	-30	0.30		TIERRA DE LABOR. Limos de tonos marrón oscuro con gravas y raíces dispersas.				
	-2.40	2.40		SUELO CUATERNARIO. Gravas heterométricas, con cantos y bolos subredondeados de naturaleza silíceo hasta de 40 cm de diámetro máximo visto. Al principio, las gravas se hallan envueltas en matriz de arena y hasta bastante limo de color blanquecino, encontrándose parcialmente cementadas hacia techo. Hacia la base (a partir de 1,5 m) disminuye el porcentaje de finos en la matriz.				

<ul style="list-style-type: none"> - MA-nº (muestra alterada, en sacco) - MI-nº (muestra inalterada, en bloque) 	<ul style="list-style-type: none"> - Excavabilidad: Las gravas resultan difícilmente excavables con los medios empleados. - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables. - No aparece agua ni humedades reseñables.
---	---

 ENSAAYA <small>Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A.</small>		Nº Obra: 266 Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO LOCALIDAD: BALSA SUPERIOR Localidad: CENCERO (La Rioja) Peticionario: CINGRAL S.L. Fecha Inicio: 04.10.2022 Fecha Final: 04.10.2022	COORDENADAS X = 527.846 Y = 4.700.761 Z = 576,8 Tipo de máquina: Retro mixta Supervisor/a: J.Lerín	CATA C-7
--	--	---	---	--------------------

Esca 1:40	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
				TIERRA DE LABOR/RELLENO. Limos de tonos marrón oscuro con gravas y raíces dispersas.				
				SUELO CUATERNARIO. Gravas heterométricas, con cantos y bolos subredondeados de naturaleza silíceo hasta de 30 cm de diámetro máximo visto. Al principio, las gravas se hallan envueltas en matriz de arena y hasta bastante limo de color blanquecino, encontrándose parcialmente cementadas hacia techo. Hacia la base (a partir de 1,2 m) disminuye el porcentaje de finos en la matriz.				

- MA-nº (muestra alterada, en sacco) - MI-nº (muestra inalterada, en bloque)	- Excavabilidad: Las gravas resultan difícilmente excavables con los medios empleados. - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables. - No aparece agua ni humedades reseñables.
---	---

CALICATA C-6



CALICATA C-7



 ENSAYA <small>Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A.</small>		Nº Obra: <u>266</u> Obra: <u>MODERNIZACIÓN REGADÍO</u> <u>BALSA SUPERIOR</u> Localidad: <u>CENCERO (La Rioja)</u> Peticionario: <u>CINGRAL S.L.</u> Fecha Inicio: <u>04.10.2022</u> Fecha Final: <u>04.10.2022</u>	COORDENADAS X = 527.932 Y = 4.700.737 Z = 577.2 Tipo de máquina: <u>Retro mixta</u> Supervisor/a: <u>J.Lerín</u>	CATA C-8
---	--	---	---	--------------------

Esca	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.90	0.90		TIERRA DE LABOR/RELLENO. Limos de tonos marrón oscuro con gravas y raíces dispersas.				
2	-1.70	1.70		SUELO CUATERNARIO. Arcilla marrón rojiza con indicios de grava silícea. Gravas heterométricas, con cantos y bolos subredondeados de naturaleza silícea, hasta tamaños de orden decimétrico. Se hallan envueltas en matriz de arena y por lo general bastante limo. Hacia muro disminuye el contenido en finos.				
3								

- MA-nº (muestra alterada, en sacco)
 - MI-nº (muestra inalterada, en bloque)

- Excavabilidad: Las gravas resultan difícilmente excavables con los medios empleados.
 - Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables.
 - No aparece agua ni humedades reseñables.

CALICATA C-8





LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS S.A.
ENSAYA

Nº Obra: 266
Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO
ESTACIÓN DE BOMBEO
Localidad: CENICERO (La Rioja)
Peticionario: CINGRAL S.L.
Fecha Inicio: 04.10.2022 Fecha Final: 04.10.2022

COORDENADAS
X = 526.299
Y = 4.701.781
Z = 512.6
Tipo de máquina: Retro mixta
Supervisor/a: J.Lerín

CATA
C-9

Esca	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.30	0.30		TIERRA DE LABOR. Limos de tonos marrón oscuro con gravas y raíces dispersas. SUELO CUATERNARIO. Limos de tonos ocres, por lo general con indicios de arena, que engloban masas y nódulos milimétricos de carbonato cálcico de origen secundario. Hacia techo se hallan parcialmente cementados.				
2	-1.30	1.30		Limos arenosos, hasta arenas limosas de tonos ocres a marrón rojizos. Presentan indicios de grava silícea, más frecuentes hacia muro, con bolos aislados de tamaño cimétrico.				
3	-2.30	2.30						

- MA-nº (muestra alterada, en saco)
- MI-nº (muestra inalterada, en bloque)

- Excavabilidad: Los materiales se excavan sin dificultad con los medios empleados.
- Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables.
- No aparece agua ni humedades reseñables.



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS S.A.
ENSAYA

Nº Obra: 266
Obra: MODERNIZACIÓN REGADÍO
CAMPO FOTOVOLTAICO
Localidad: CENICERO (La Rioja)
Peticionario: CINGRAL S.L.
Fecha Inicio: 04.10.2022 Fecha Final: 04.10.2022

COORDENADAS
X = 526.264
Y = 4.701.769
Z = 514.4
Tipo de máquina: Retro mixta
Supervisor/a: J.Lerín

CATA
C-10

Esca	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.30	0.30		TIERRA DE LABOR. Limos de tonos marrón oscuro con gravas y raíces dispersas. SUELO CUATERNARIO. NIVEL DE COSTRA. Costra carbonatada de color blanquecino medianamente cementada. Presentan bolos silíceos dispersos.				
2	-1.70	1.70		Gravas heterométricas, con cantos subredondeados de naturaleza silícea envueltos en matriz de arena y por lo general hasta bastante limo.				
3								

- MA-nº (muestra alterada, en saco)
- MI-nº (muestra inalterada, en bloque)

- Excavabilidad: Los materiales resultan difícilmente excavables con los medios empleados.
- Estabilidad de las paredes: Las paredes de la calicata permanecen estables.
- No aparece agua ni humedades reseñables.

CALICATA C-9



CALICATA C-10



Ref.: 266

Ref.: 266

APÉNDICE II
GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

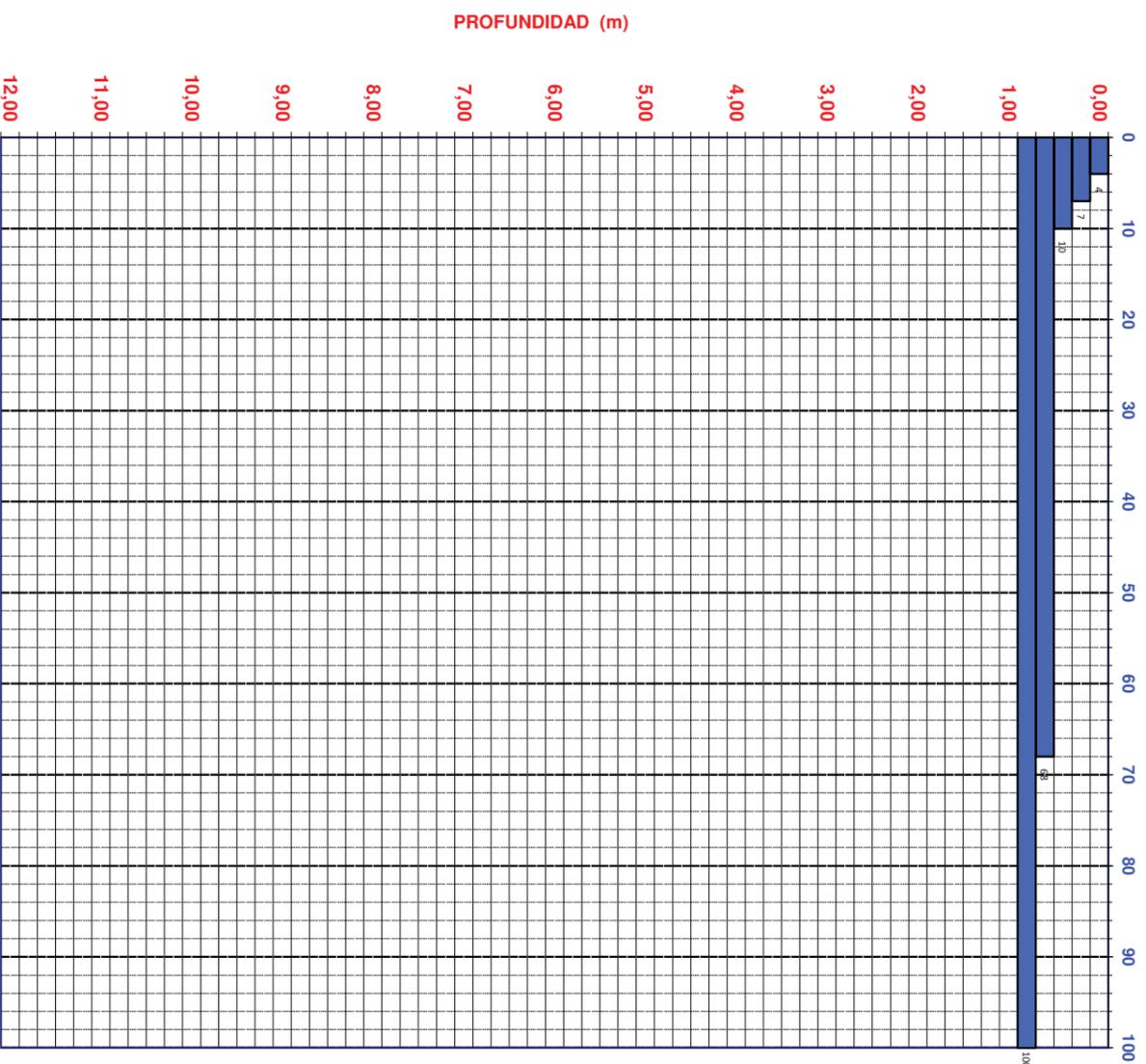


ENSRAYA
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

PENETRACION DINAMICA DPSH

MODERNIZACIÓN REGADÍO -BALSA INFERIOR-		PENETRACION	
Peticionario	CINGRAL S.L.	P-1	
Fecha	04.10.2022	Situación CENICERO (La Rioja)	
Coordenadas		nº Obra	
X:	526246	Y:	4701596
Z:	517,4	266	

GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 0,94 m

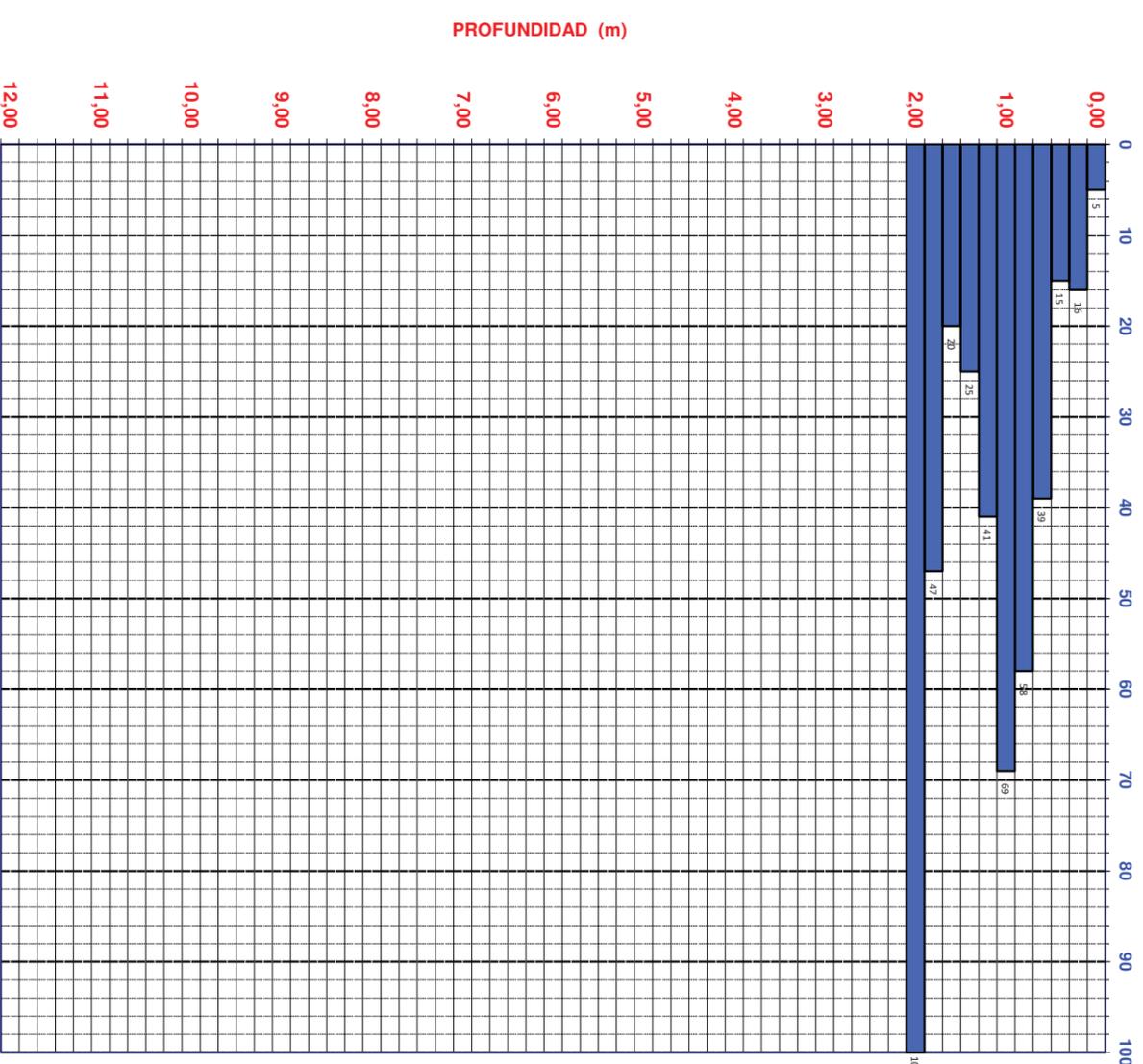


ENSRAYA
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

PENETRACION DINAMICA DPSH

MODERNIZACIÓN REGADÍO -BALSA INFERIOR-		PENETRACION	
Peticionario	CINGRAL S.L.	P-2	
Fecha	04.10.2022	Situación CENICERO (La Rioja)	
Coordenadas		nº Obra	
X:	526201	Y:	4701540
Z:	515,9	266	

GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 2,15 m

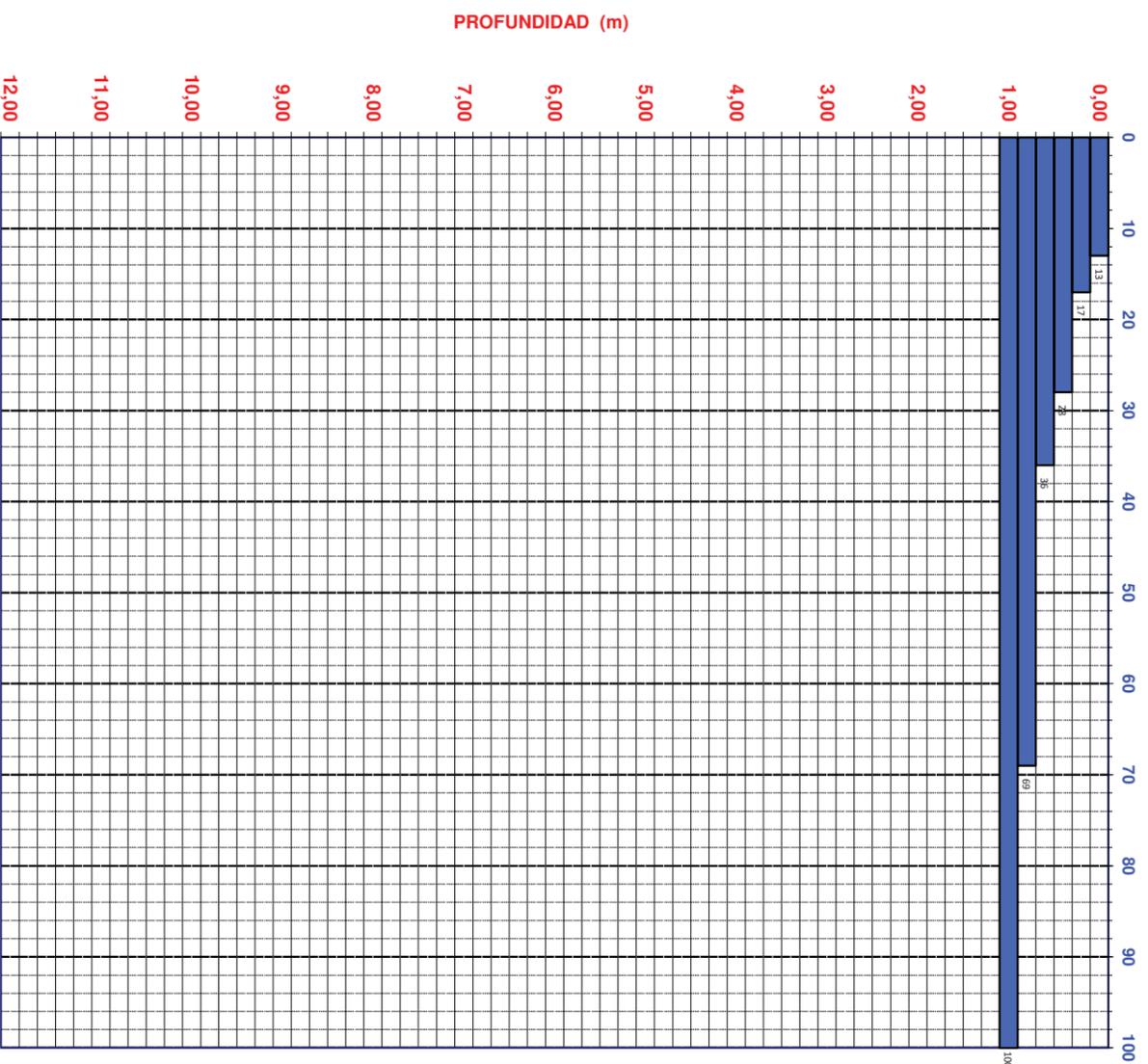


ENSARY
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

PENETRACION DINAMICA DPSH

MODERNIZACIÓN REGADÍO -BALSA SUPERIOR-		PENETRACION	
Peticionario	CINGRAL S.L.	P-3	
Fecha	04.10.2022	Situación	CENICERO (La Rioja)
Coordenadas		nº Obra	
X:	527894	Y:	4700708
Z:	577,9	266	

GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 1,07 m

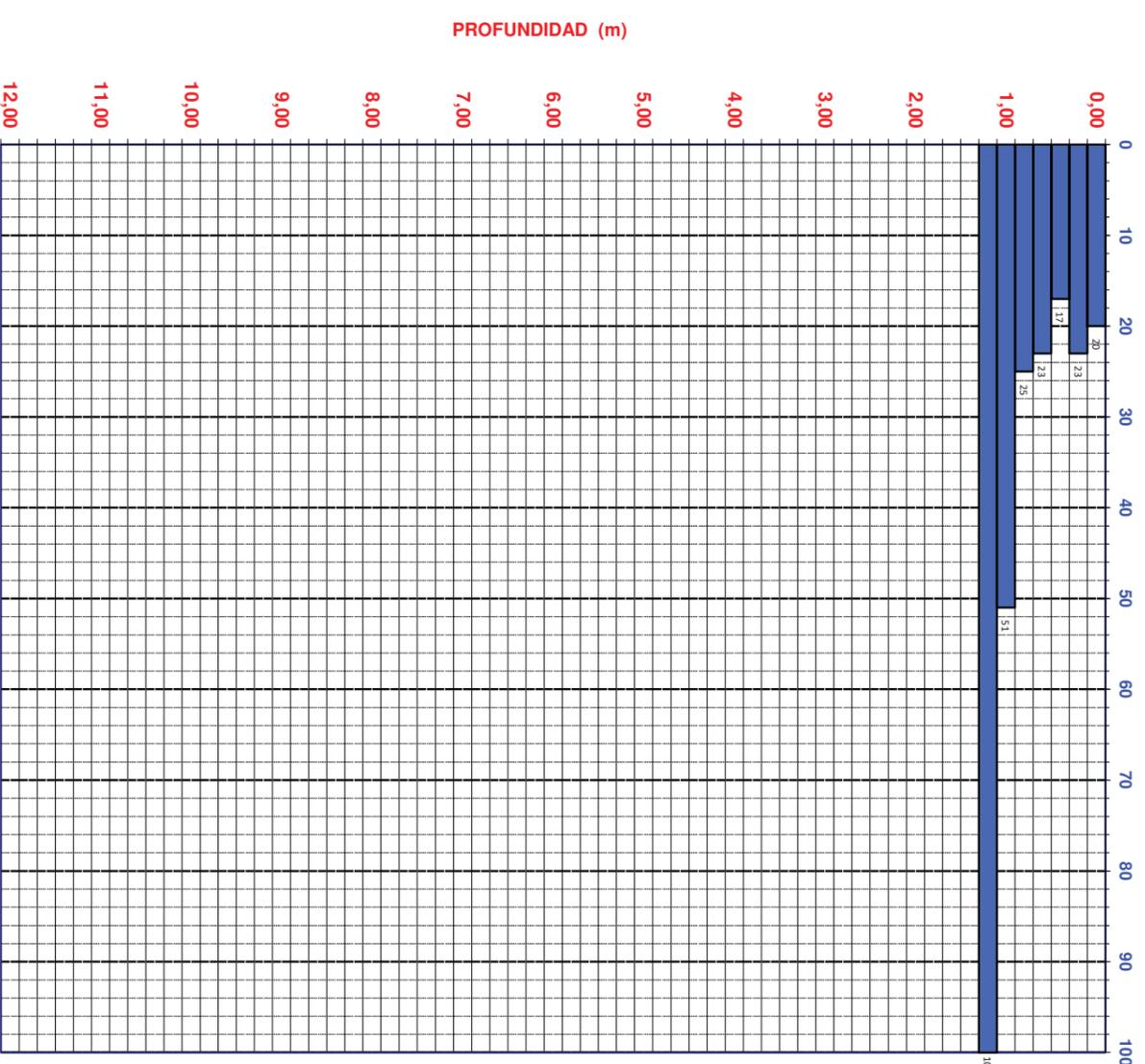


ENSARY
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

PENETRACION DINAMICA DPSH

MODERNIZACIÓN REGADÍO -CAMPO FOTOVOLTAICO-		PENETRACION	
Peticionario	CINGRAL S.L.	P-4	
Fecha	04.10.2022	Situación	CENICERO (La Rioja)
Coordenadas		nº Obra	
X:	526269	Y:	4701806
Z:	510,9	266	

GOLPEO 20cm



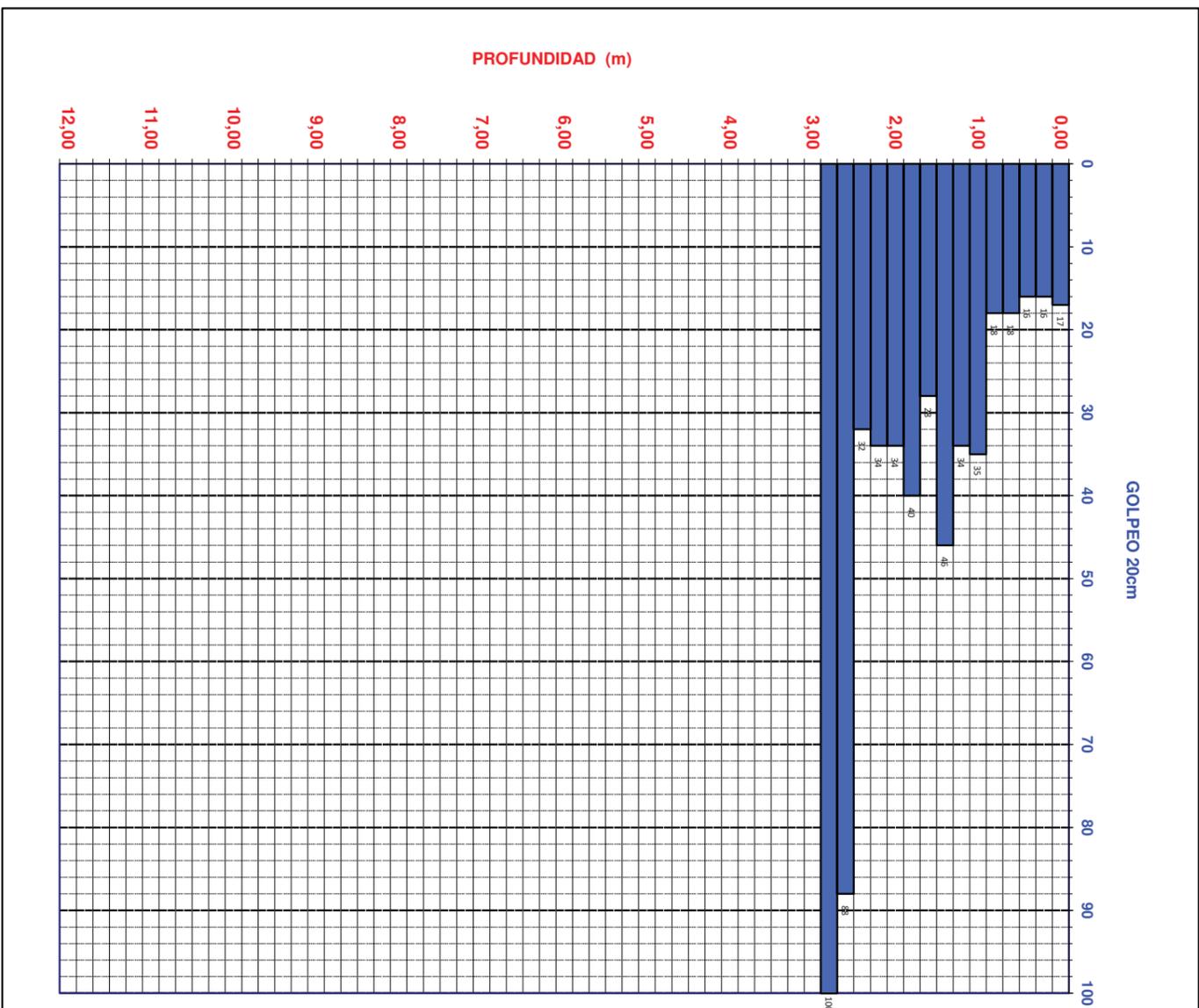
OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 1,22 m

PENETRACION DINAMICA DPSH



ENSRAYA
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

MODERNIZACIÓN REGADÍO - ESTACIÓN DE BOMBEO-			PENETRACION			
Peticionario	CINGRAL S.L.		P-5			
Fecha	04.10.2022	Situación	CENICERO (La Rioja)			
Coordenadas			nº Obra			
X:	526307	Y:	4701780	Z:	512,2	266



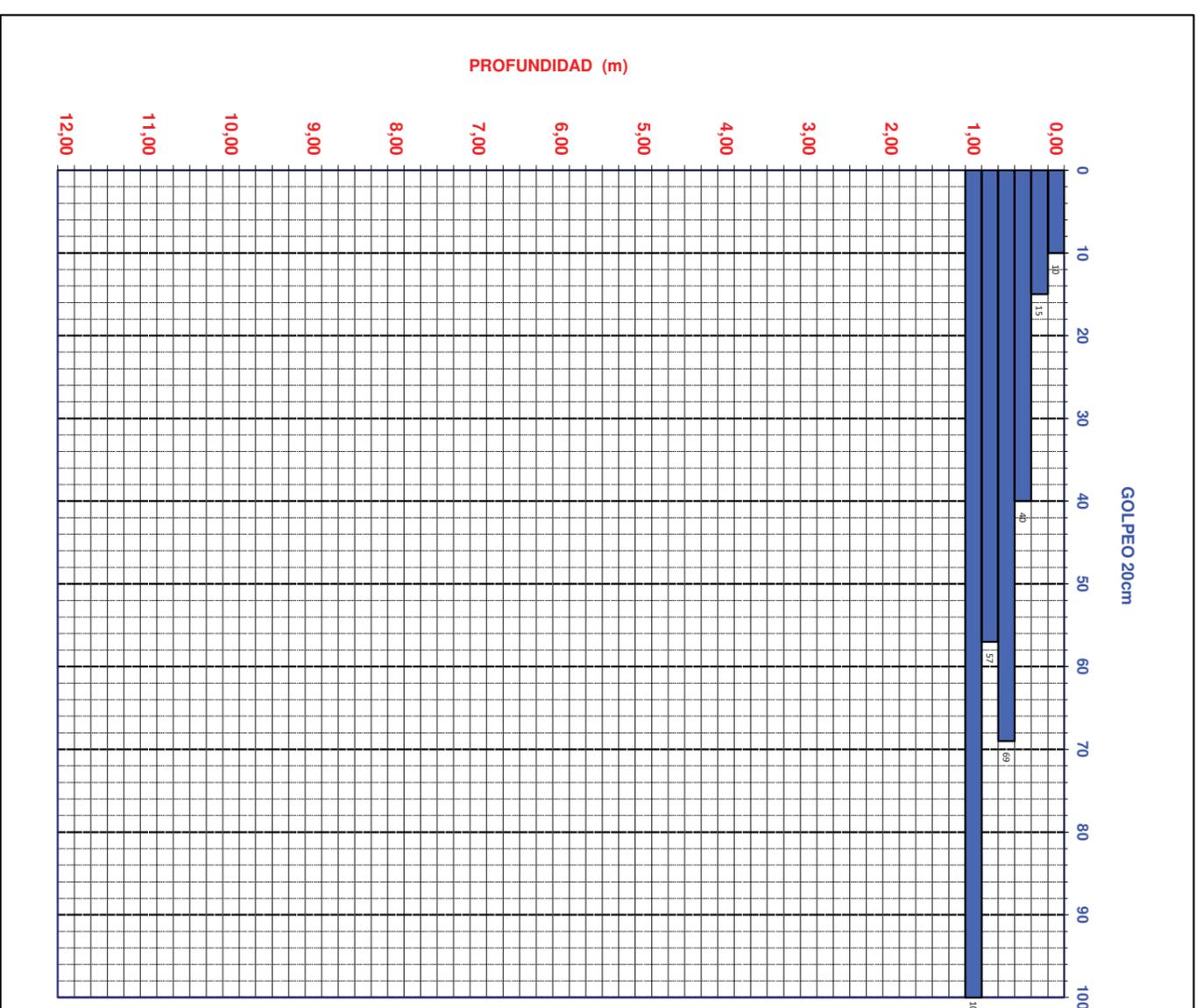
OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 2,81 m

PENETRACION DINAMICA DPSH



ENSRAYA
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A

MODERNIZACIÓN REGADÍO - ESTACIÓN DE BOMBEO-			PENETRACION			
Peticionario	CINGRAL S.L.		P-6			
Fecha	04.10.2022	Situación	CENICERO (La Rioja)			
Coordenadas			nº Obra			
X:	526286	Y:	4701771	Z:	513,0	266

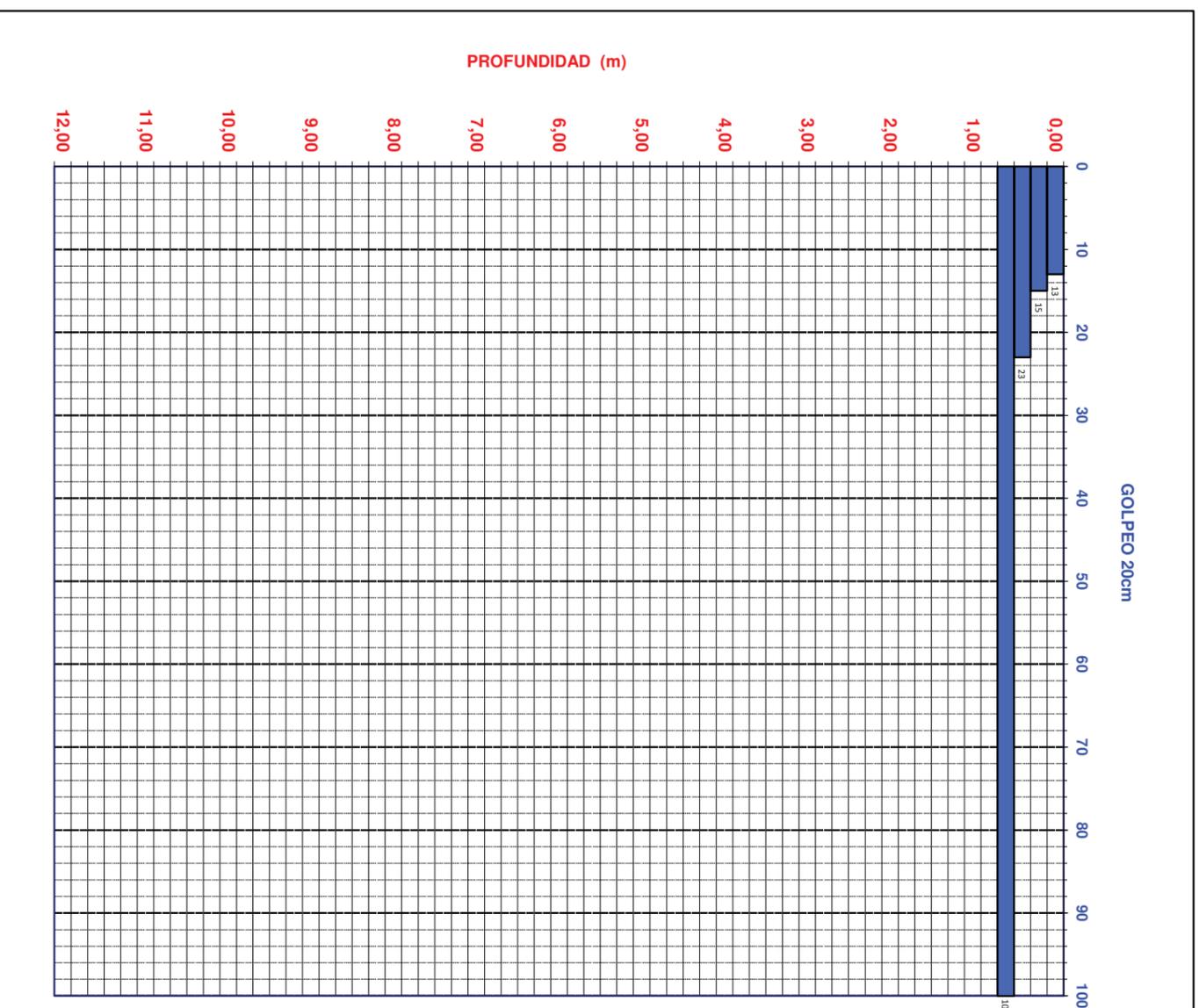


OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 1,15 m

PENETRACION DINAMICA DPSH



MODERNIZACIÓN REGADÍO -CAMPO FOTOVOLTAICO-		PENETRACION	
Peticionario	CINGRAL S.L.	P-7	
Fecha	04.10.2022	Situación CENICERO (La Rioja)	
Coordenadas		nº Obra	
X:	526266	Y:	4701735
Z:	515,4	266	

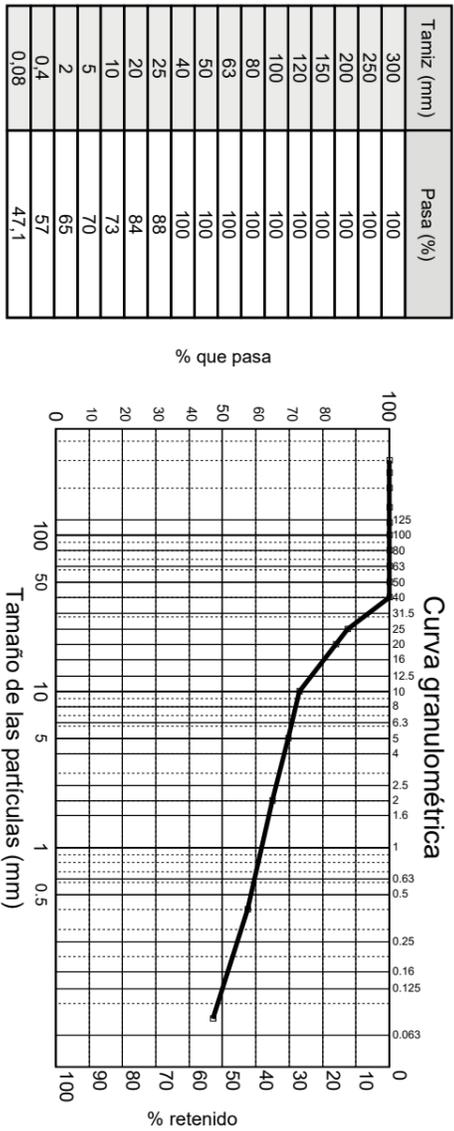


OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 0,69 m

APÉNDICE III
BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1490
Nº MUESTRA: 2022/368
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-2. De 0.60 a 0.90 m. MI-1

Análisis granulométrico (UNE 103103, 103104)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	52,0
Límite plástico	19,3
Índice de plasticidad	32,7

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	GC : Grava arcillosa con arena
---------------------------------	--------------------------------

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



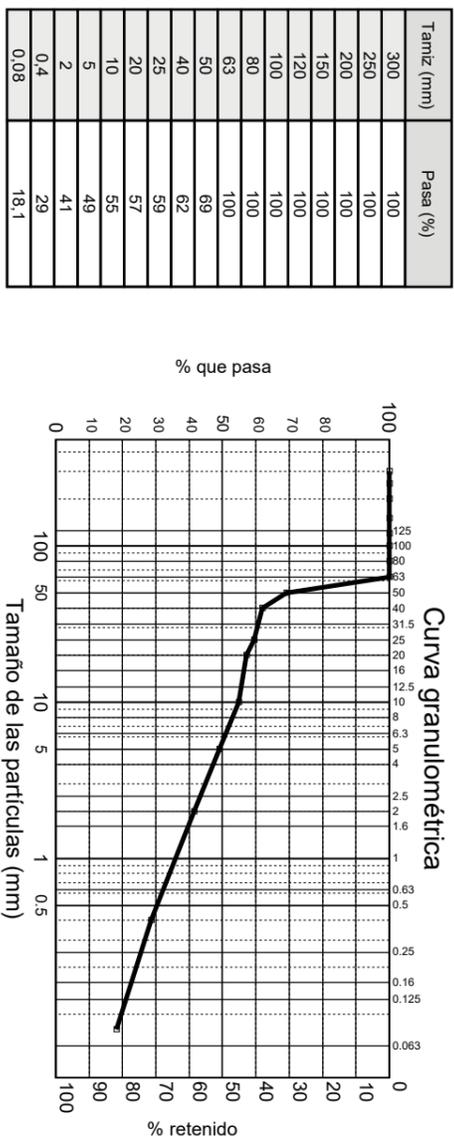
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
VPBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1491
Nº MUESTRA: 2022/369
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-2. De 1.00 a 1.50 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103101)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	36,0
Límite plástico	21,6
Índice de plasticidad	14,4

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	GC : Grava arcillosa con arena
---------------------------------	--------------------------------

Ensayos químicos

Sulfatos (UNE 83963)	SO ₄ ²⁻ mg/kg <100
----------------------	--

Próctor Modificado (UNE EN 103501)

Densidad máxima	1,78	Humedad óptima	14,9 %
-----------------	------	----------------	--------

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
VPBº Directora del Laboratorio

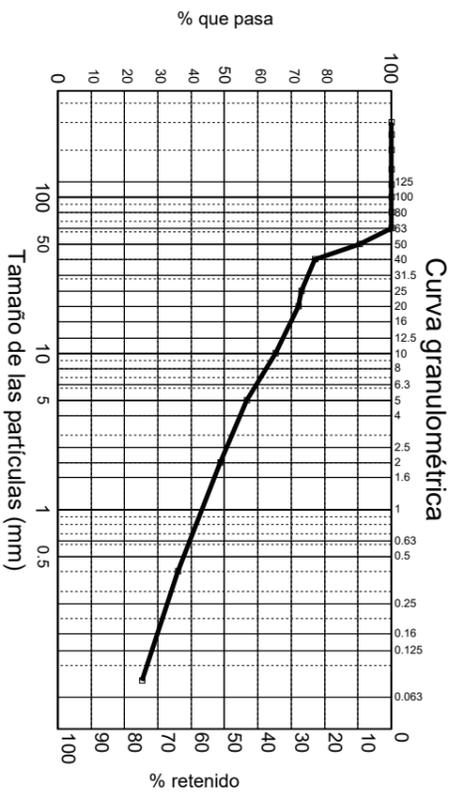
Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº MUESTRA: 2022/372
REF. MUESTRA: C-4. De 1.20 a 1.60 m. MA-1
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1492
FECHA TOMA: 05/10/2022

Análisis granulométrico (UNE 103101)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
300	100
250	100
200	100
150	100
120	100
100	100
80	100
63	100
50	100
40	90
25	77
20	72
10	65
5	57
2	49
0.4	36
0.08	25.3



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	33,2
Límite plástico	17,4
Índice de plasticidad	15,8

Clasificación USCS S/ASTM D2487
GC : Grava arcillosa con arena

Próctor Modificado (UNE EN 103501)

Densidad máxima

Humedad óptima

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 V/Bº Directora del Laboratorio

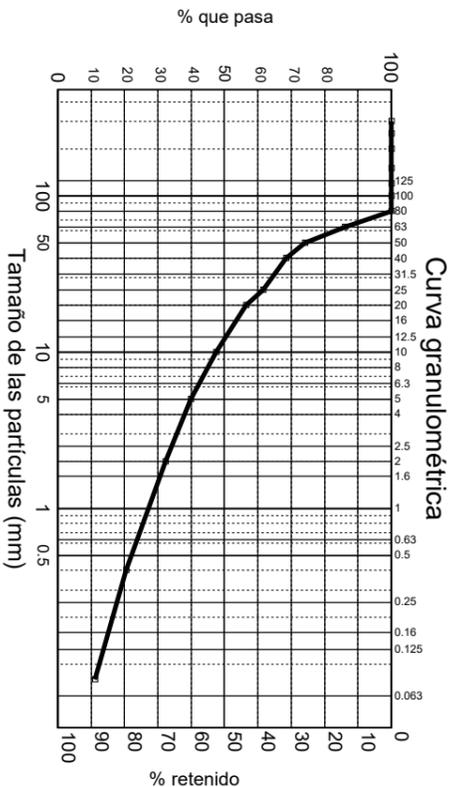
Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº MUESTRA: 2022/374
REF. MUESTRA: C-4. De 1.60 a 2.20 m. MA-2
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1493
FECHA TOMA: 05/10/2022

Análisis granulométrico (UNE 103103, 103104)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
300	100
250	100
200	100
150	100
120	100
100	100
80	100
63	100
50	86
40	74
25	68
20	62
10	57
5	47
2	40
0.4	32
0.08	21



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Clasificación USCS S/ASTM D2487
GW-GM : Grava bien gradada con limo con arena

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



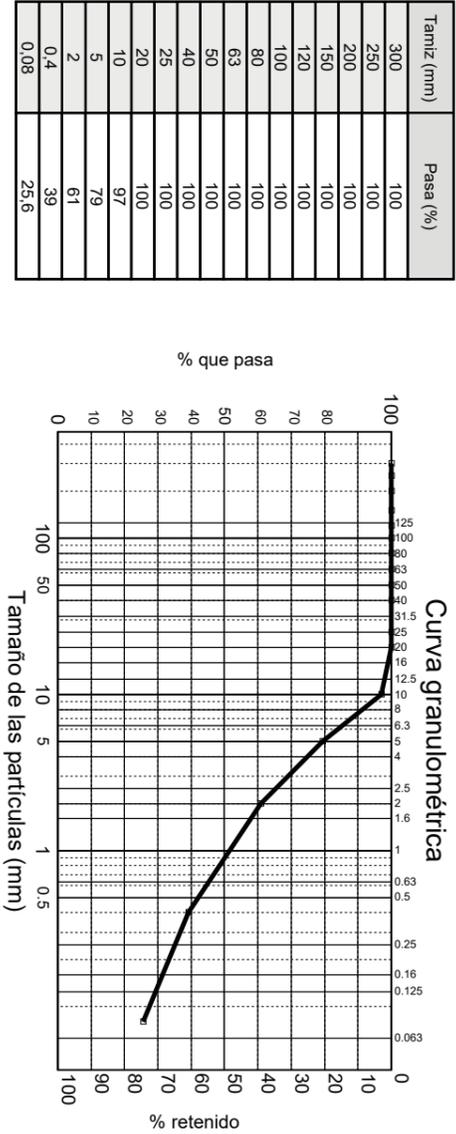
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 V/Bº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1494
Nº MUESTRA: 2022/375
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-5. De 0.70 a 1.20 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103101)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	36,7
Límite plástico	29,0
Índice de plasticidad	7,7

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	SM : Arena limosa con grava
---------------------------------	-----------------------------

Ensayos químicos

Sulfatos (UNE 83963)	SO ₄ mg/kg	<100
----------------------	-----------------------	------

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



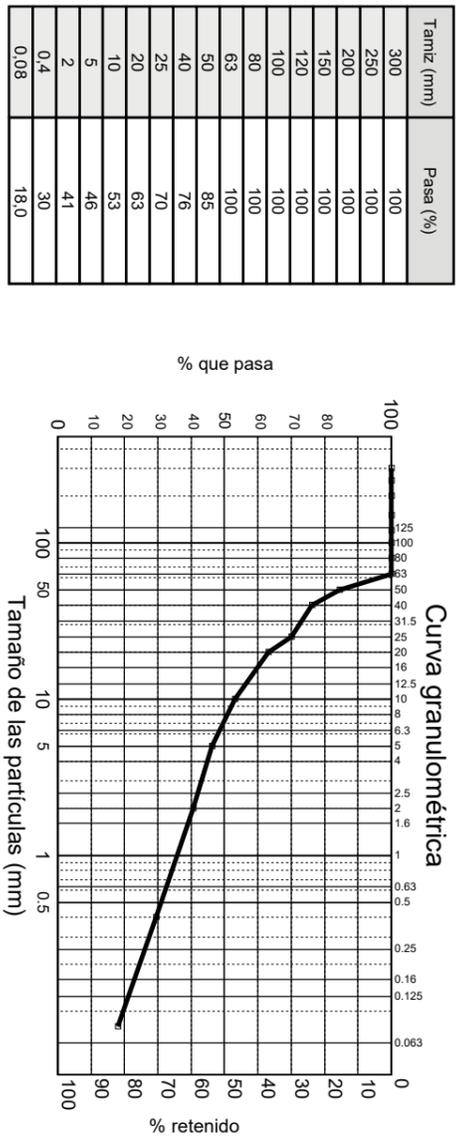
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 VPBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1495
Nº MUESTRA: 2022/377
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-6. De 1.20 a 2.00 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103101)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	GM : Grava limosa con arena
---------------------------------	-----------------------------

Próctor Modificado (UNE EN 103501)

Densidad máxima Humedad óptima

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



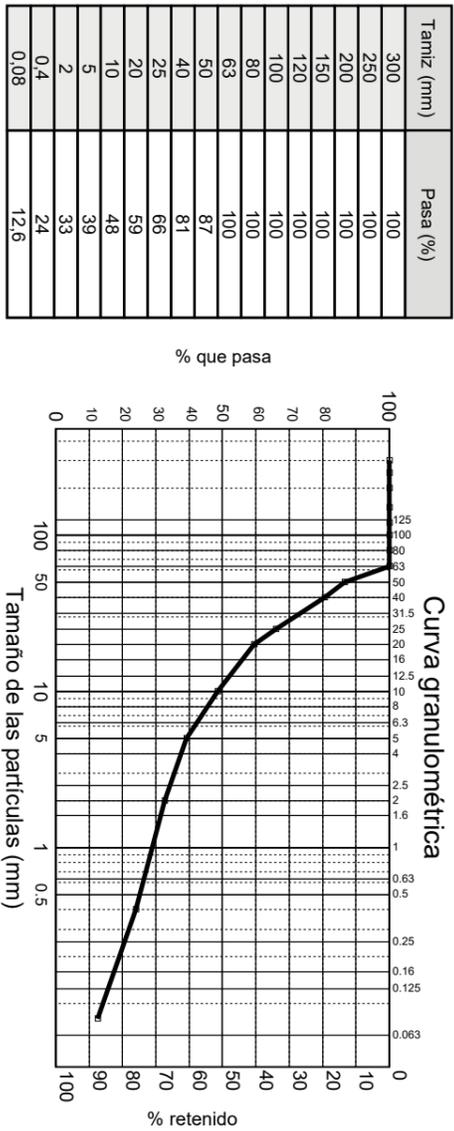
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 VPBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1496
Nº MUESTRA: 2022/379
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-7. De 1.20 a 1.70 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103103, 103104)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	
GM : Grava limosa con arena	

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



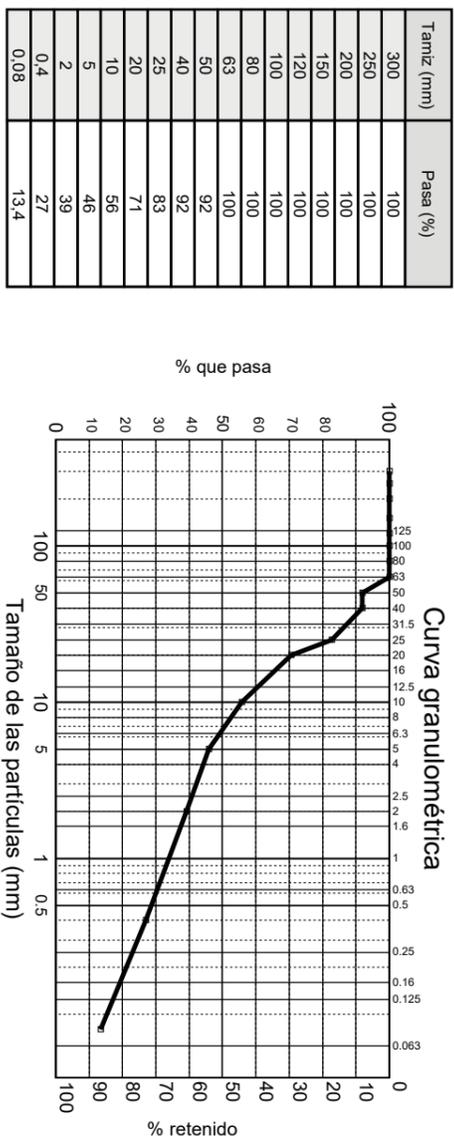
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 VPBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1497
Nº MUESTRA: 2022/380
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-8. De 1.30 a 1.70 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103101)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	
GM : Grava limosa con arena	

Densidad máxima

Humedad óptima

Próctor Modificado (UNE EN 103501)

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 VPBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
 ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

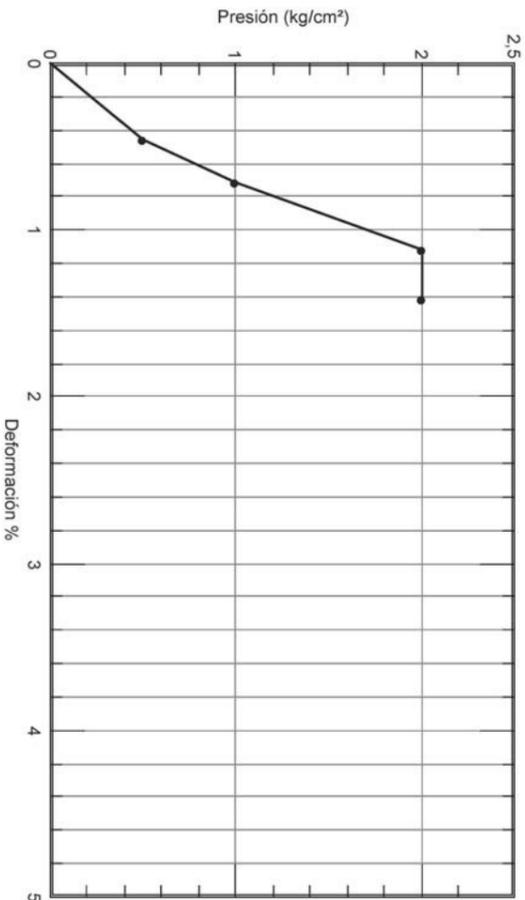
PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº MUESTRA: .2022/381
REF. MUESTRA: C-9. De 0.60 a 0.90 m. Ml-1

Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1502

FECHA TOMA: 05/10/2022

Ensayo de colapso (N.L.T 254)	
Índice de colapso (%)	0,30

Gráfico: Presión - Deformación



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 V/Bº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº MUESTRA: .2022/381
REF. MUESTRA: C-9. De 0.60 a 0.90 m. Ml-1

Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1504

FECHA TOMA: 05/10/2022

Sulfatos (UNE 83963)	SO ₄ mg/kg	<100
----------------------	--------------------------	------

Ensayos químicos

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
 LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



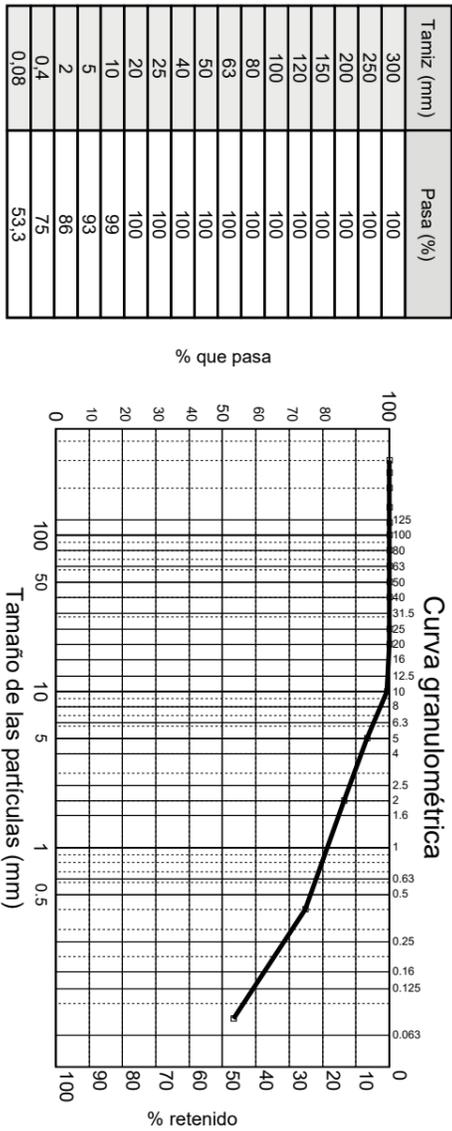
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
 V/Bº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
 INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1498
Nº MUESTRA: 2022/382
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-9. De 1.00 a 1.50 n. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103103, 103104)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	27,0
Límite plástico	17,4
Índice de plasticidad	9,6

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	CL- Arcillas baja plasticidad
---------------------------------	-------------------------------

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



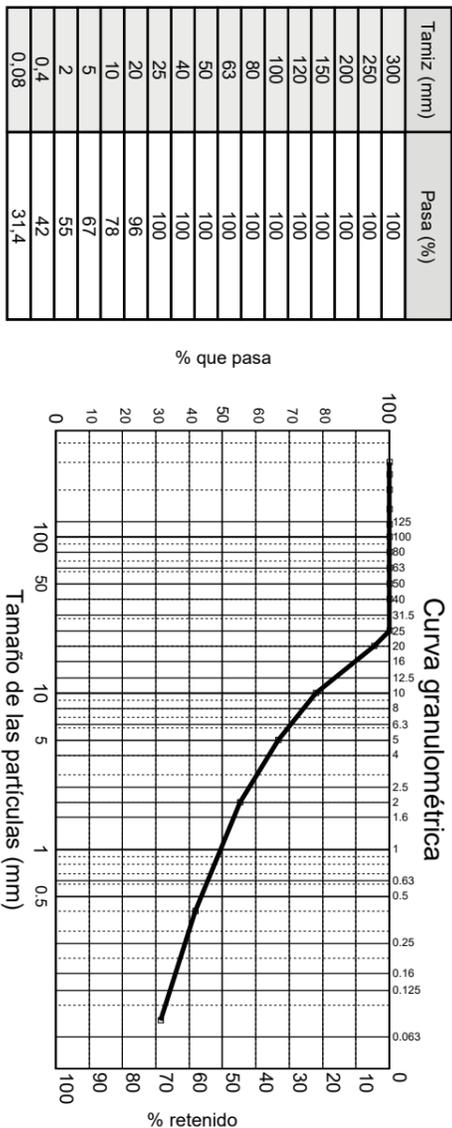
Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
V/Bº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA
Nº OBRA: 266
Nº REF.: 2022/1500
Nº MUESTRA: 2022/385
FECHA TOMA: 05/10/2022
REF. MUESTRA: C-10. De 0.80 a 1.20 m. MA-1

Análisis granulométrico (UNE 103103, 103104)



Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Clasificación

Clasificación USCS S/ASTM D2487	SM : Arena limosa con grava
---------------------------------	-----------------------------

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ
LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022
V/Bº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
INGENIERO INDUSTRIAL

ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
 Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.

Nº OBRA: 266

OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO. LA RIOJA

Nº REF.: 2022/1501

Nº MUESTRA: 2022/385

FECHA TOMA: 05/10/2022

REF. MUESTRA: C-10. De 0.80 a 1.20 m. MA-1

Calificación de agresividad del suelo al acero (DIN 50929-3)	
pH (UNE ISO 10390)	7,88
Acidez (MAPA 18)	
Acidez	mmol/kg 21,0
Alcalinidad	
Alcalinidad (MAPA 18)	
Alcalinidad	mmol/kg 279,6
Sulfuros (UNE EN 196-1)	
Sulfuros	mg/kg <0,3
Sulfatos en extracto ácido (UNE 83963)	
Sulfatos en extracto ácido	mmol/kg <1
Sulfatos en extracto acuoso (UNE 103201)	
Sulfatos en extracto acuoso	mmol/kg <1
Cloruros en extracto acuoso (UNE EN 1744-1)	
Cloruros en extracto acuoso	mmol/kg 0,4

El jefe del área



Zaragoza, 28 de noviembre de 2022

VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. DAVID BOÑA MARTINEZ
LICENCIADO C.C. GEOLOGICAS

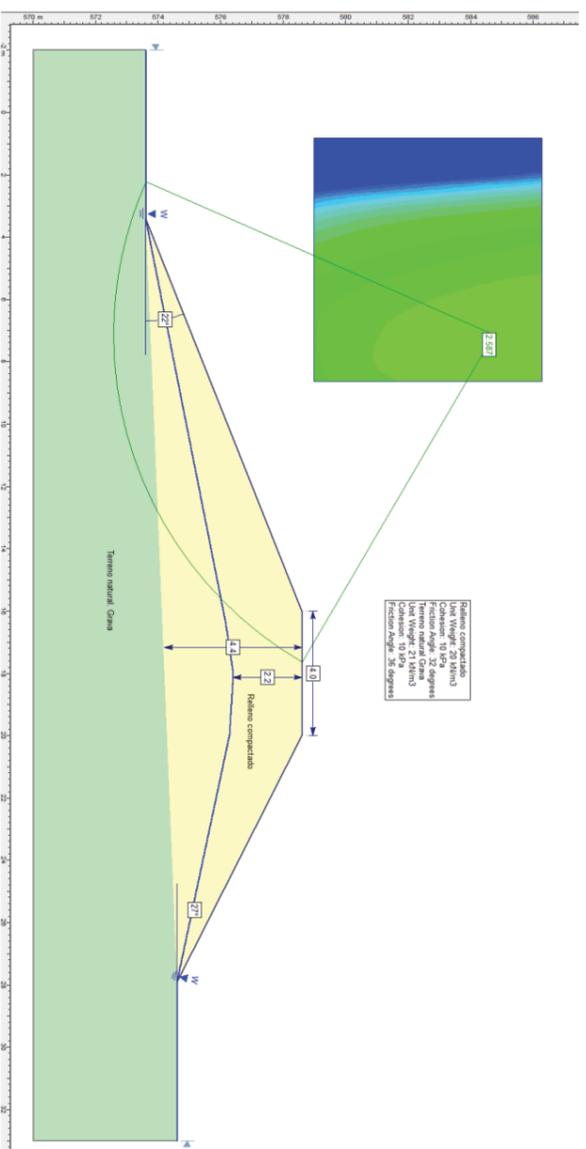
Fdo. ARANTXA MENDIZABAL AGUIRRE
INGENIERO INDUSTRIAL

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA
Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A.

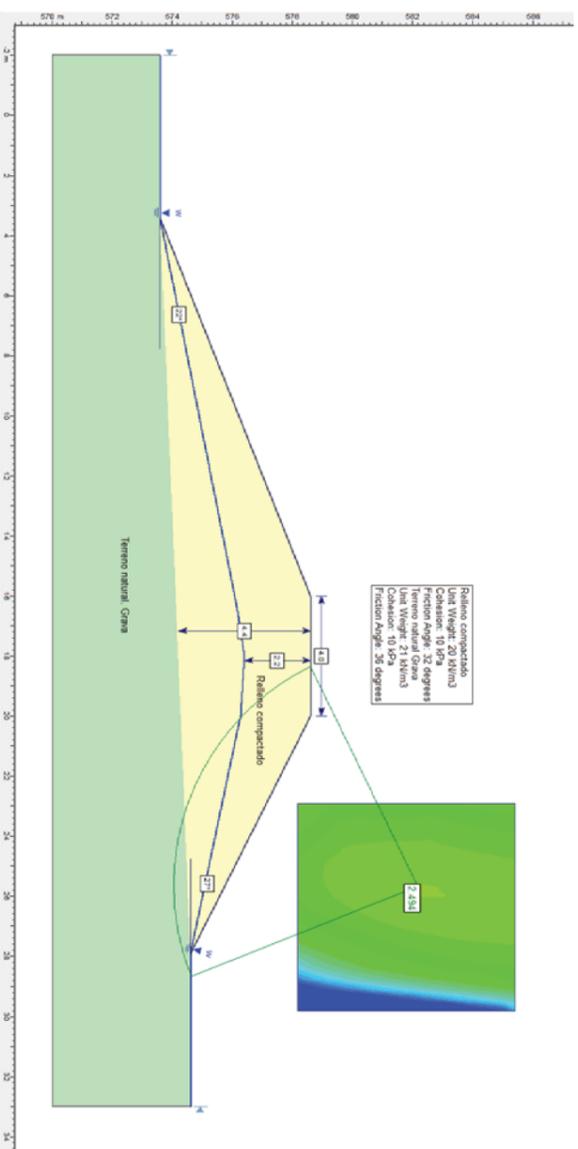
APÉNDICE IV CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

BALSA SUPERIOR PK 0+300 (relleno)

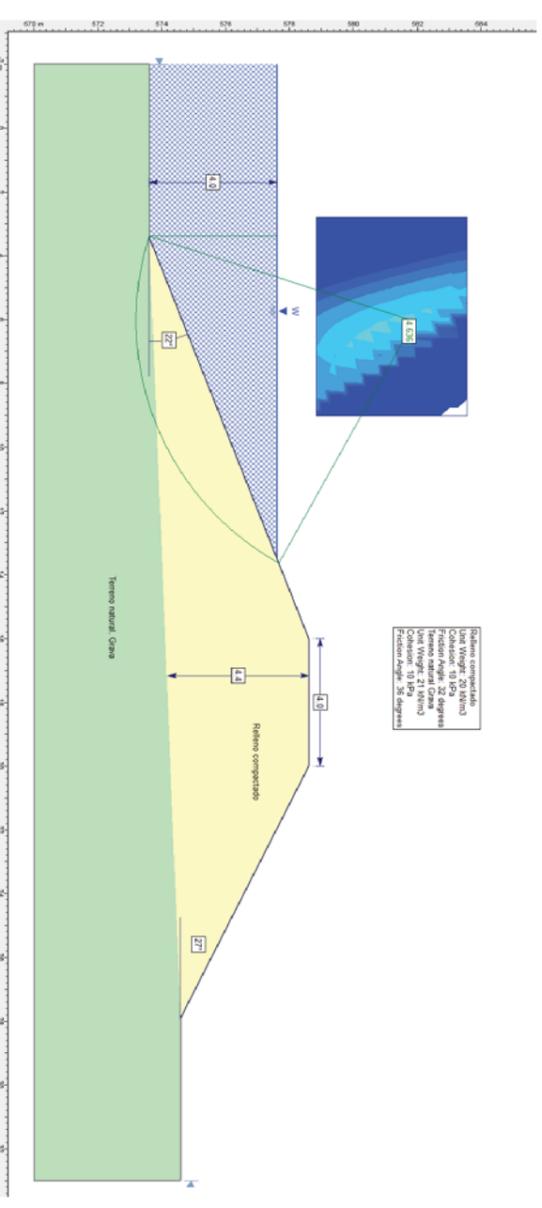
Final construcción. Talud interior



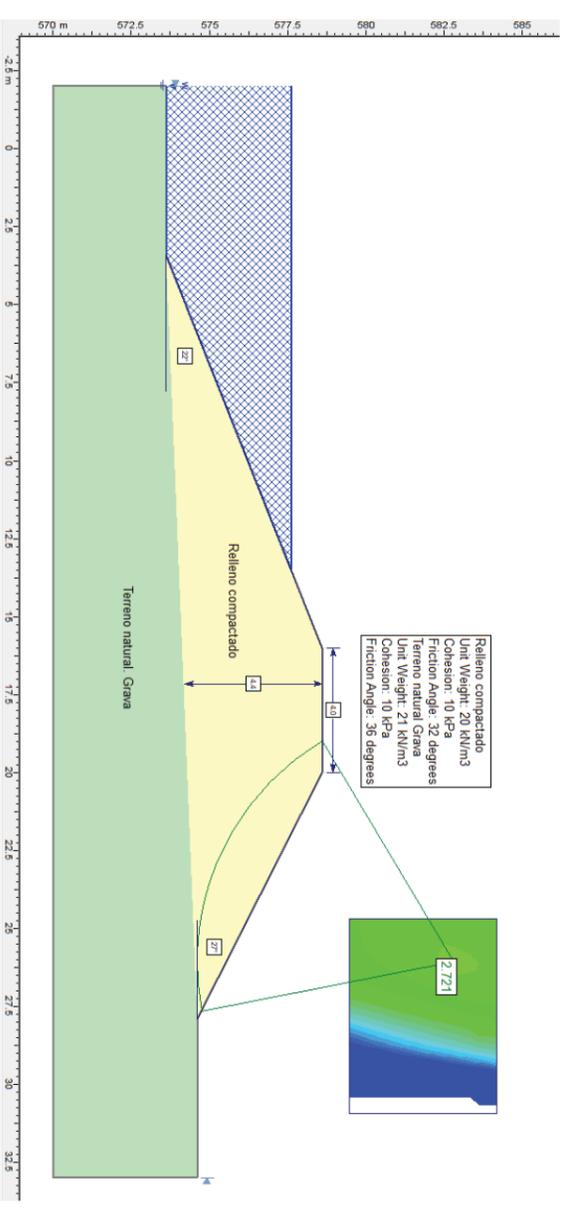
Final construcción. Talud exterior



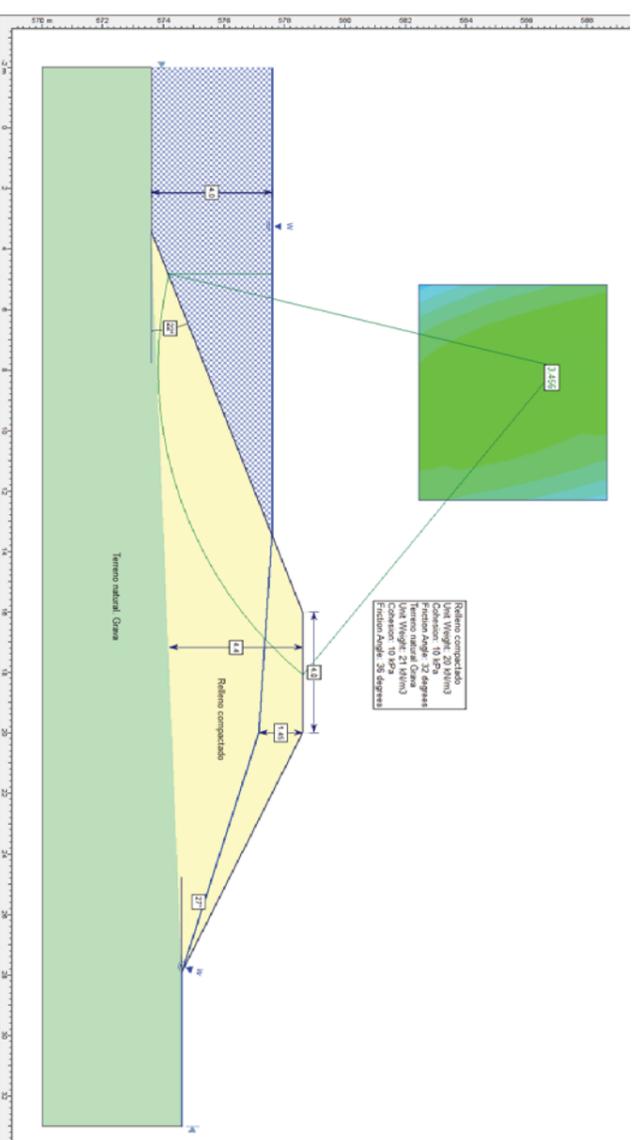
Embalse lleno. Talud interior



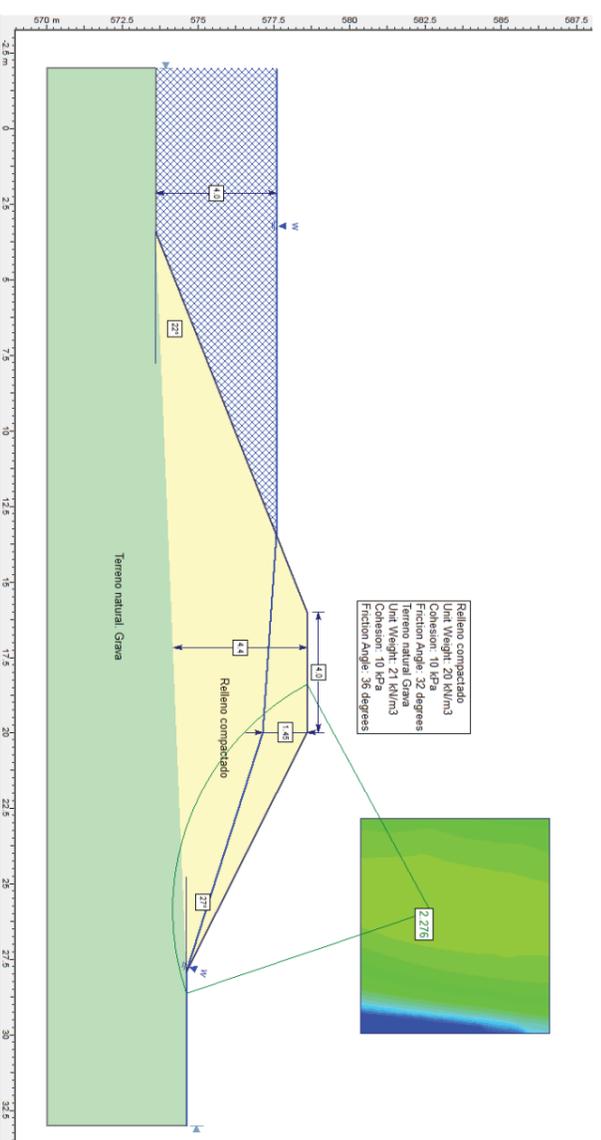
Embalse lleno. Talud exterior



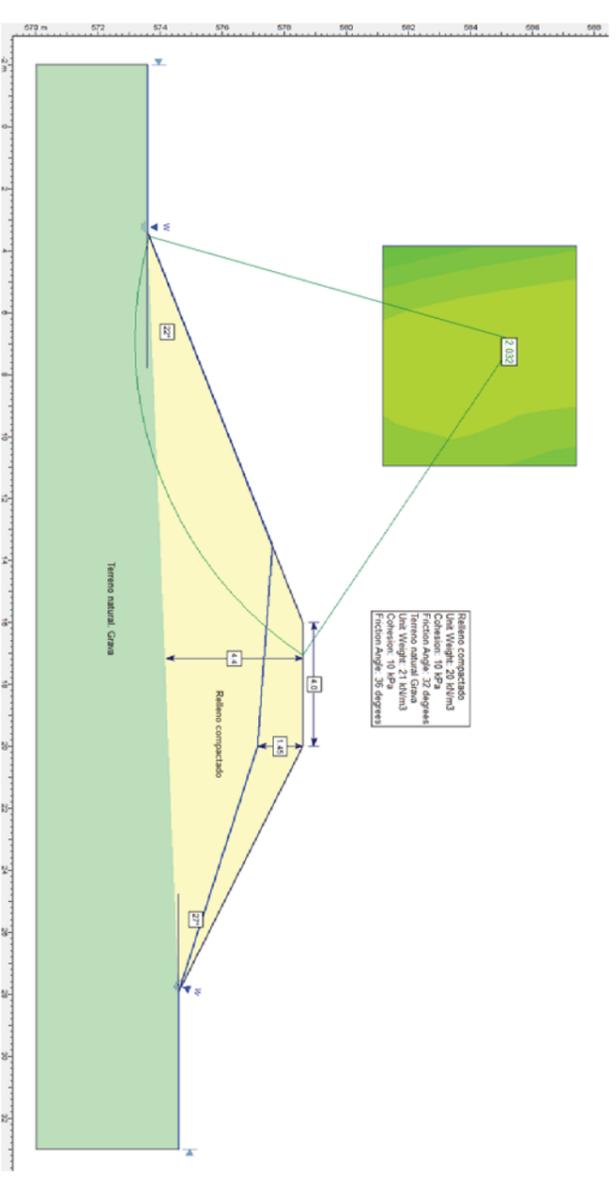
Rotura lámina. Talud interior



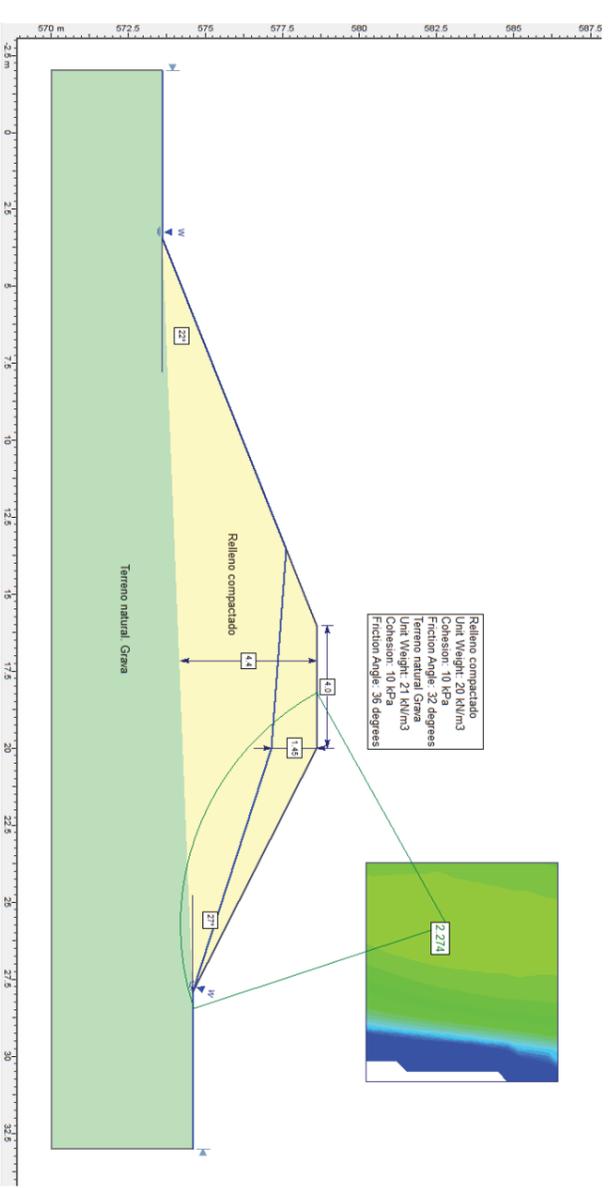
Rotura lámina. Talud exterior



Desembalse rápido. Talud interior

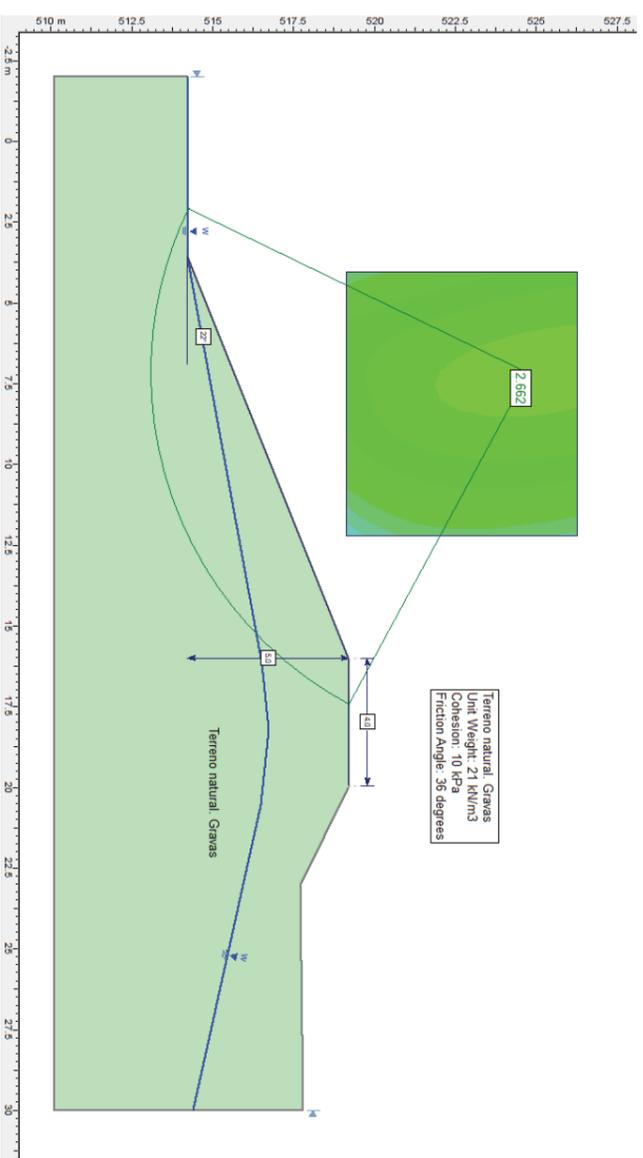


Desembalse rápido. Talud exterior

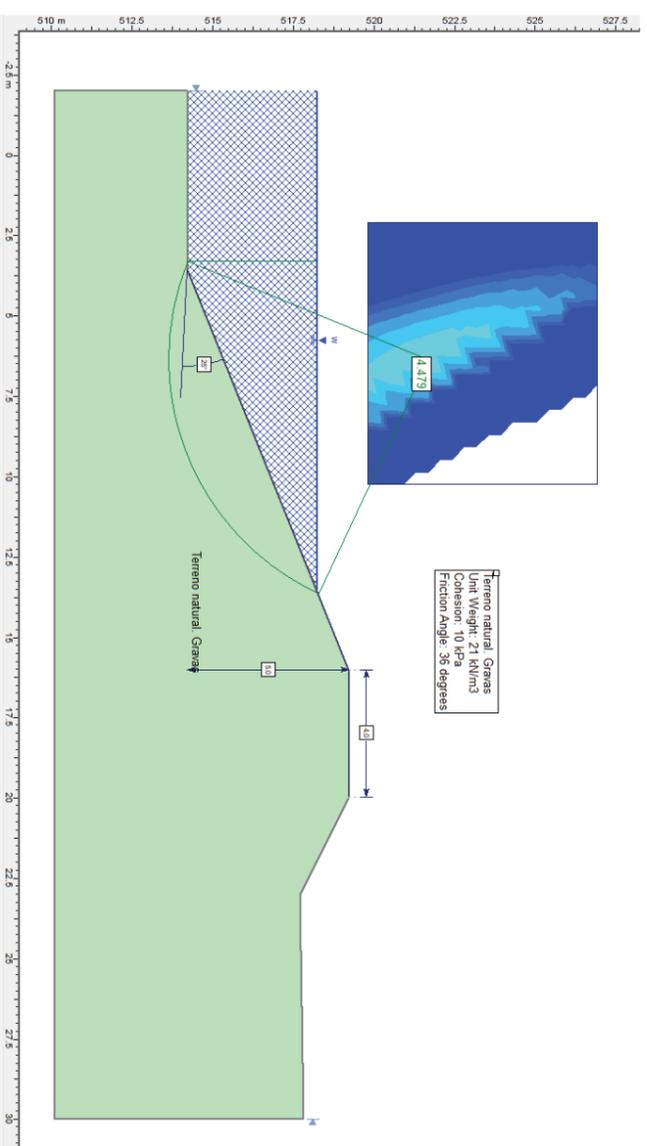


BALSA SUPERIOR PK 0+110 (desmonte)

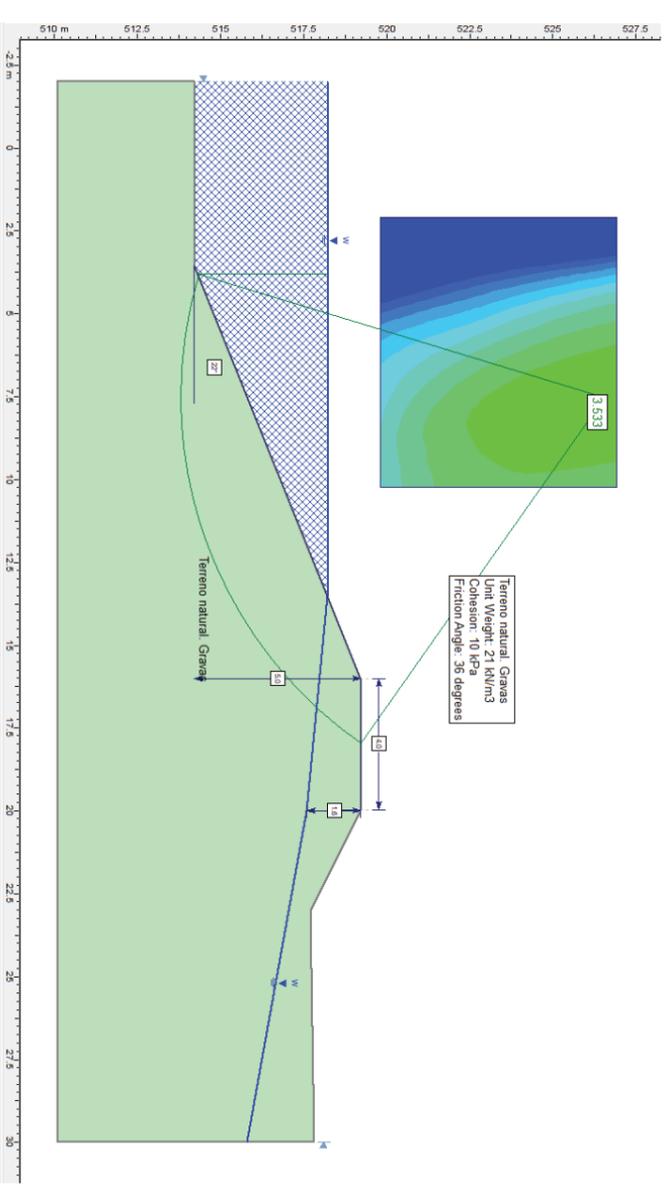
Final construcción



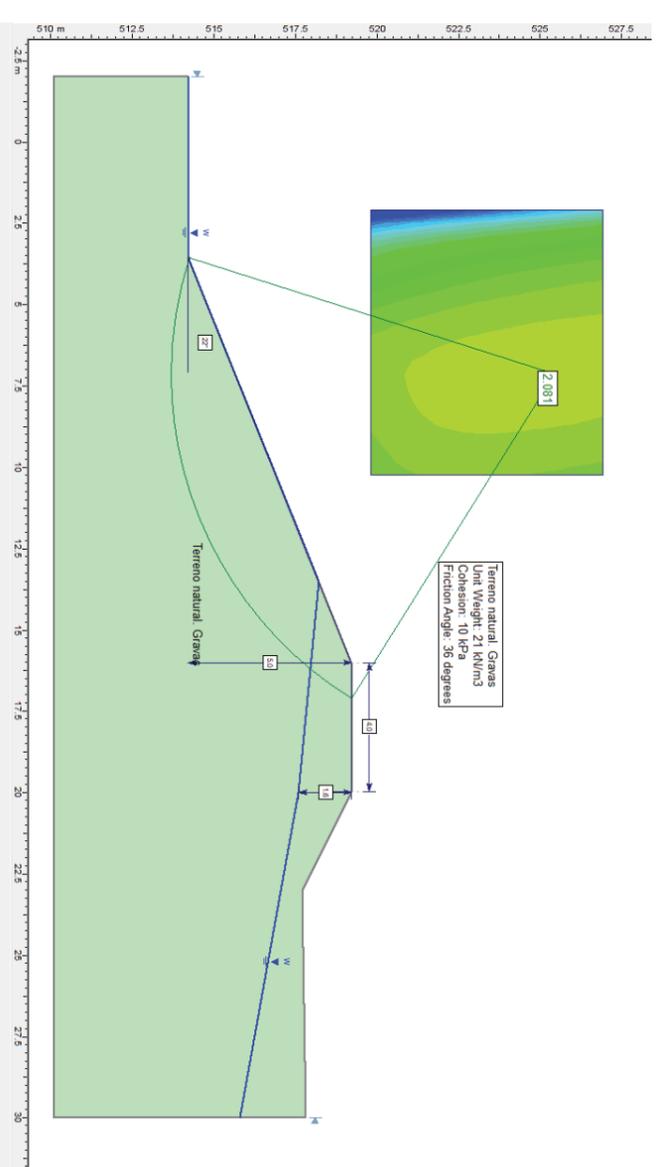
Embalse lleno



Rotura lámina

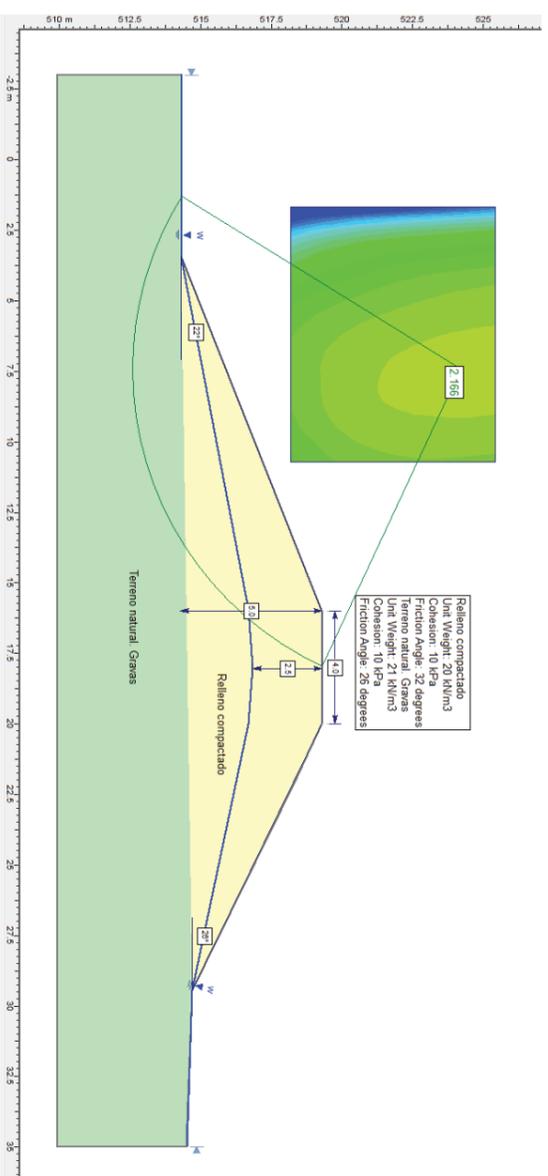


Desembalse rápido

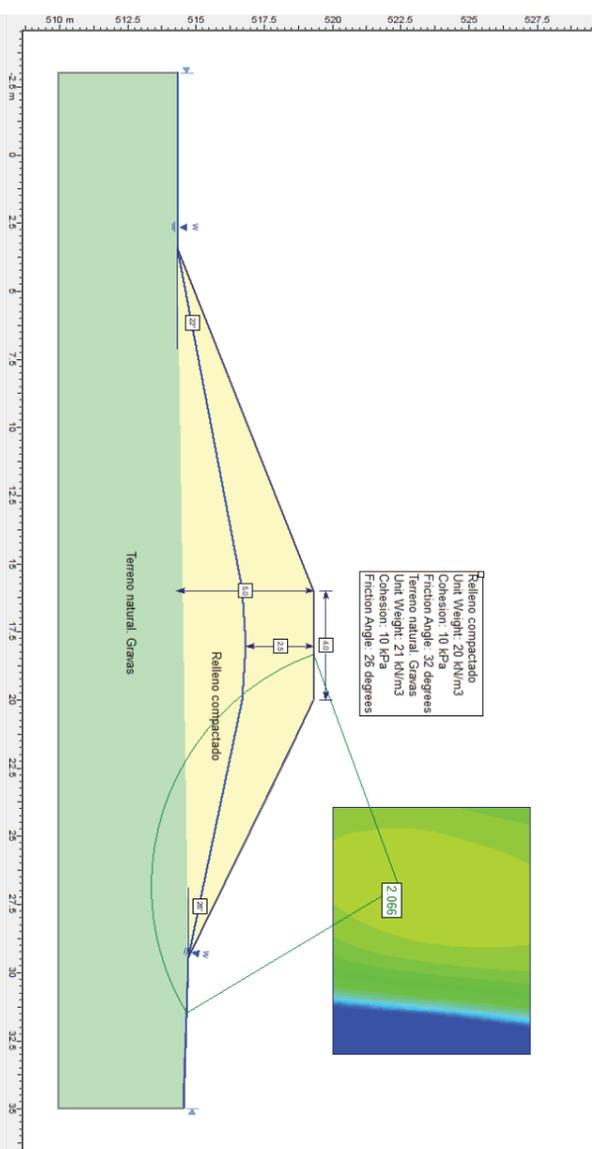


BALSA INFERIOR PK 0+440 (relleno)

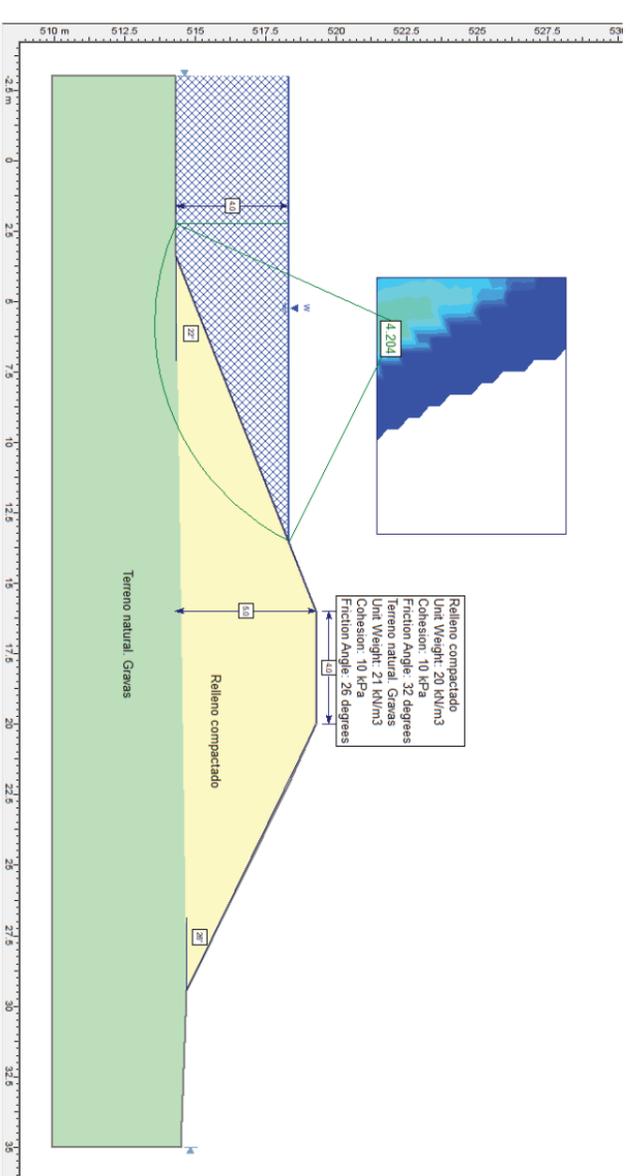
Final construcción. Talud interior



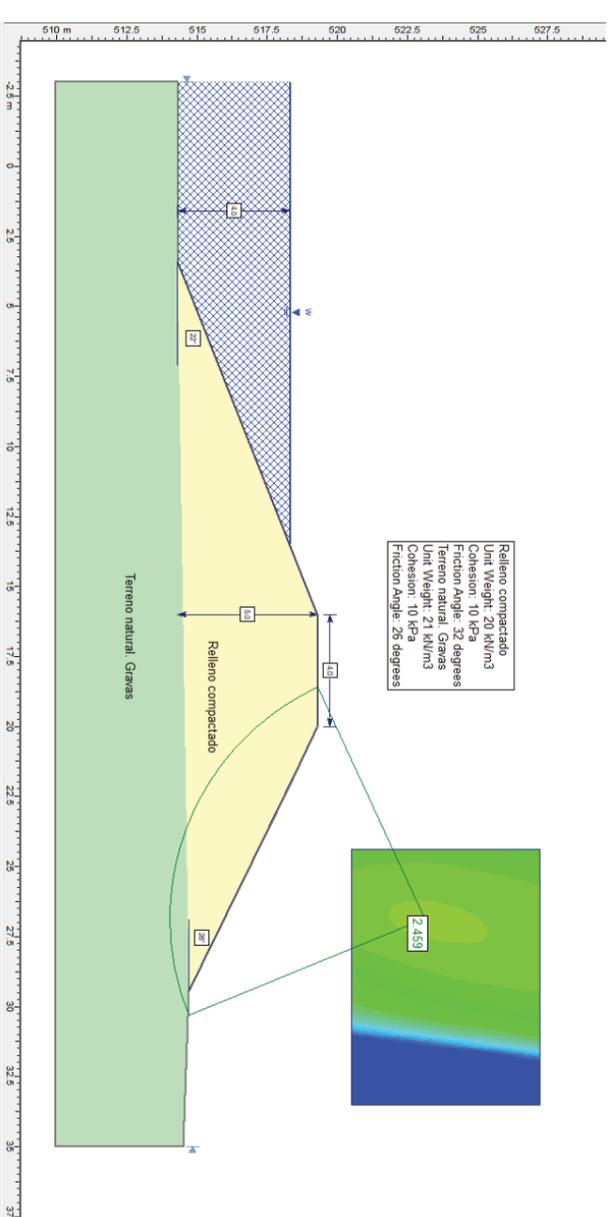
Final construcción. Talud exterior



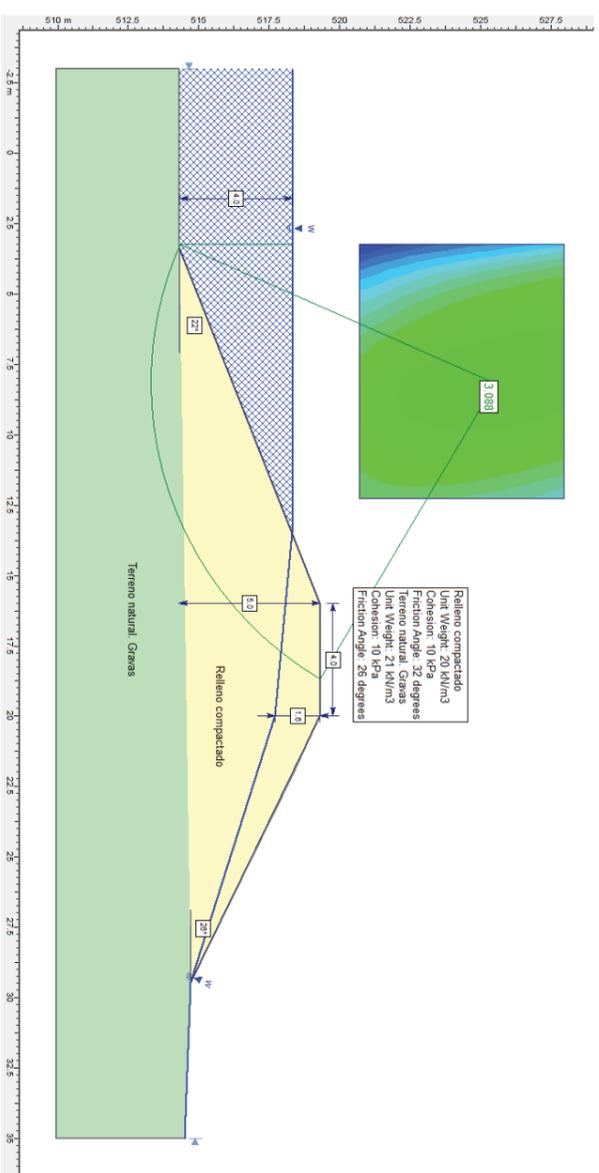
Embalse lleno. Talud interior



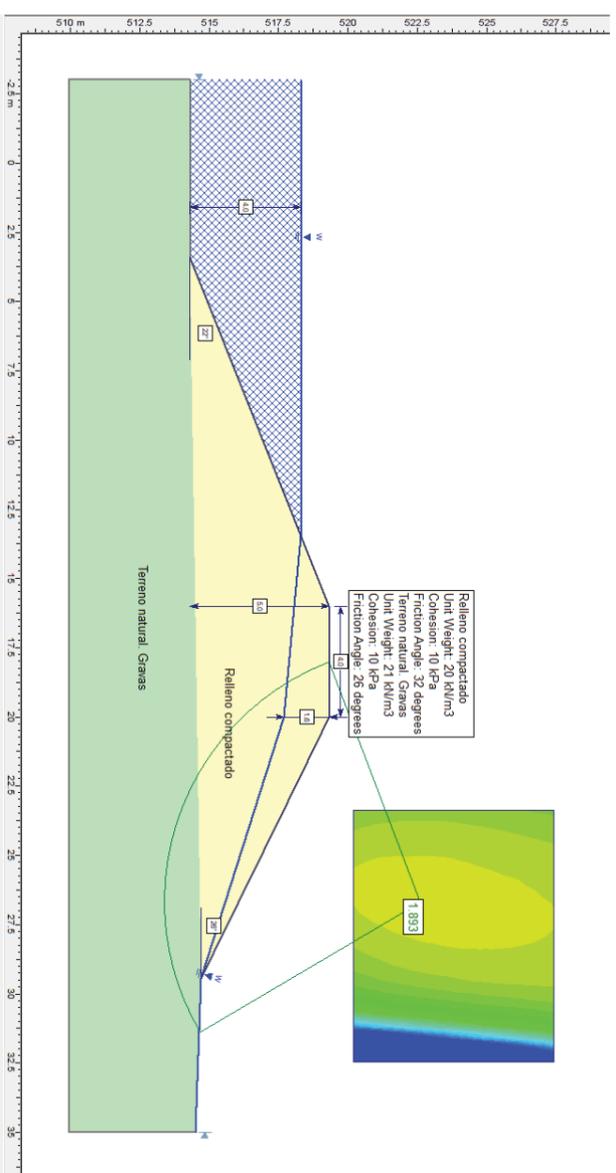
Embalse lleno. Talud exterior



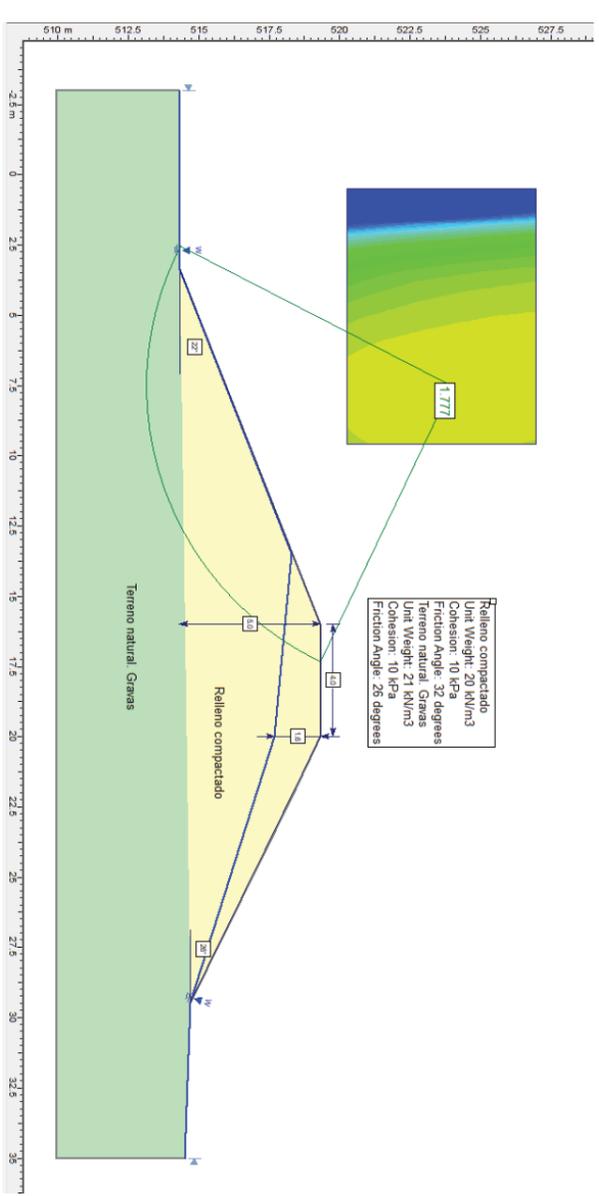
Rotura lamina. Talud interior



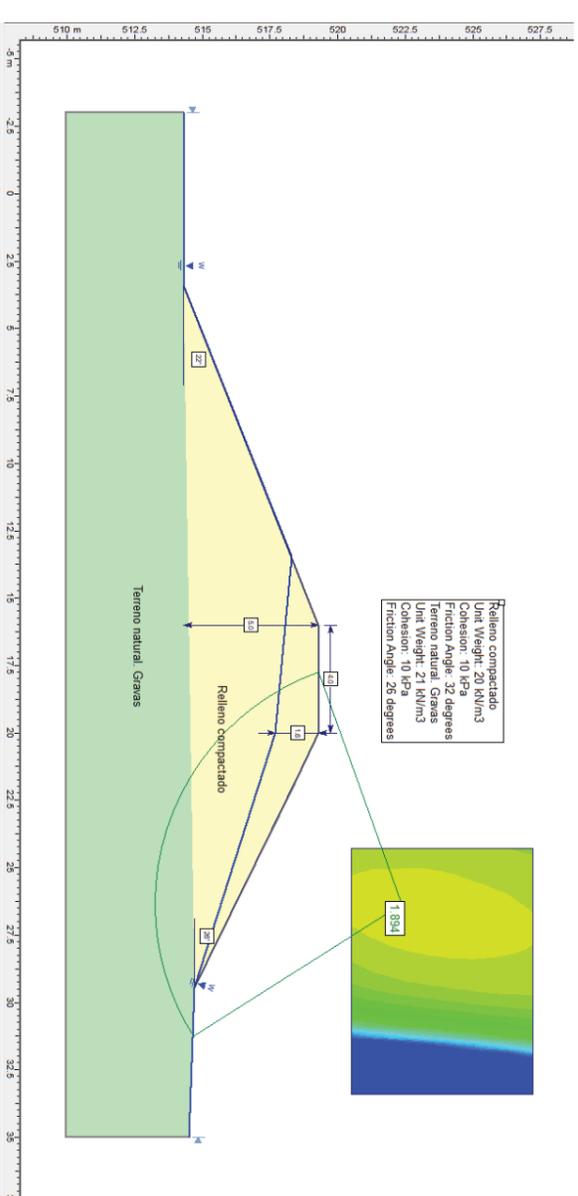
Rotura lamina. Talud exterior



Desembalse rápido. Talud interior

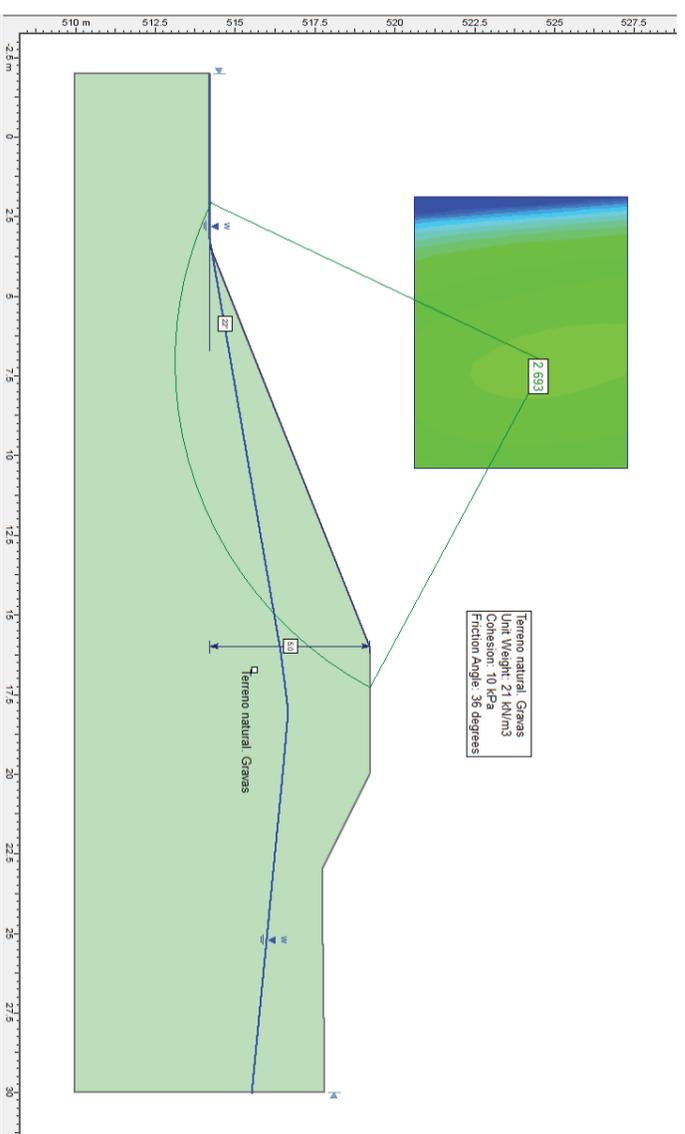


Desembalse rápido. Talud exterior

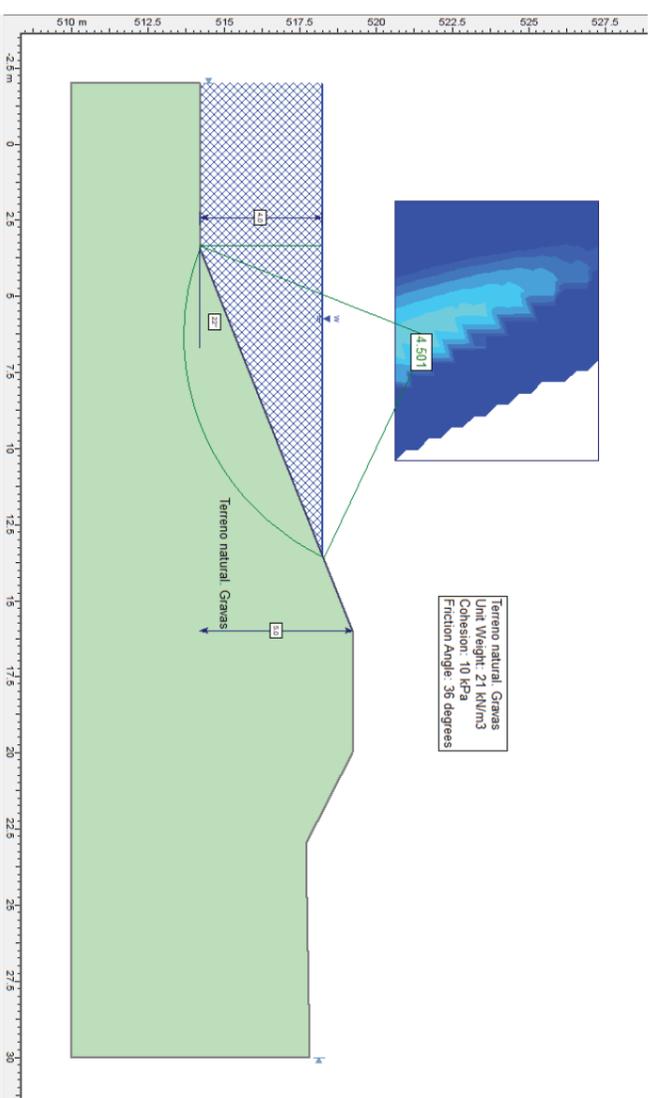


BALSA INFERIOR PK 0+190 (desmonte)

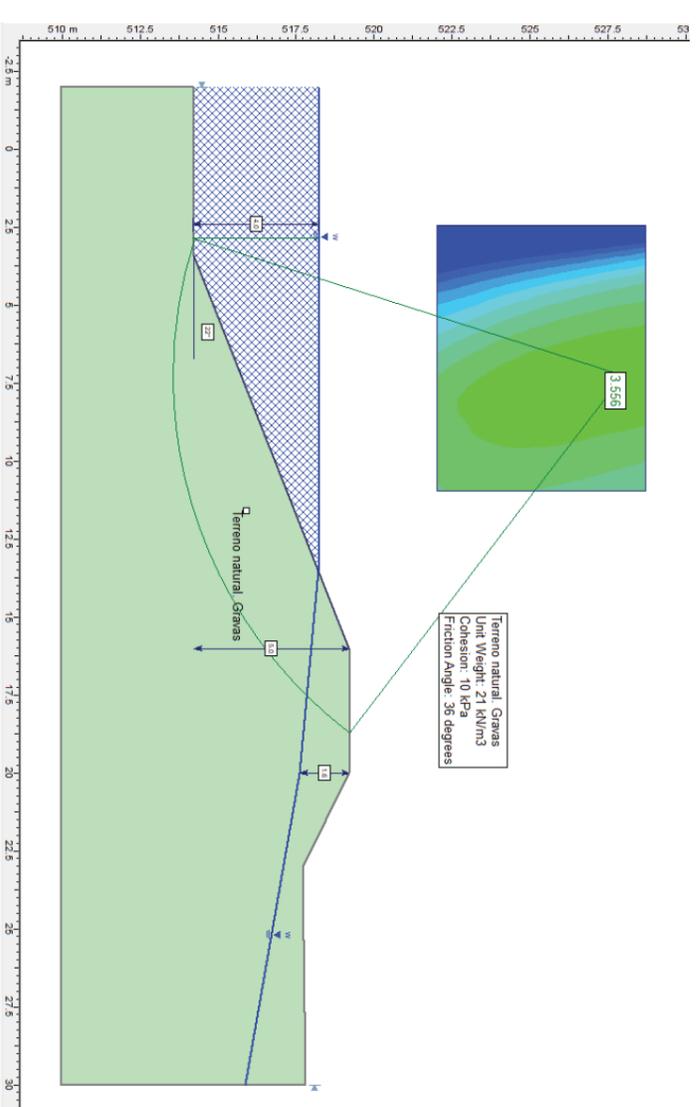
Final construcción



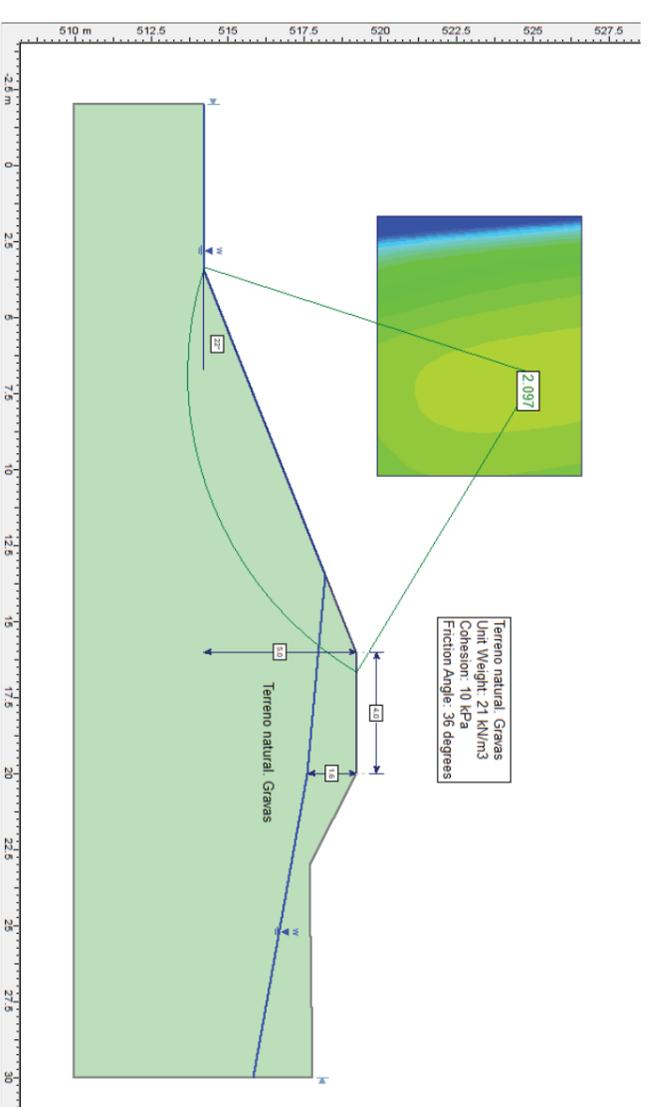
Embalse lleno



Rotura lámina



Desembalse rápido



APÉNDICE V
PERFIL RESISTIVO DEL TERRENO

Ref.: 266



MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.
OBRA: MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN CENICERO (LA RIOJA)
FECHA: 04-oct-22

Coordenadas ETRS89 HUSO 30		
X	Y	Z
526.269	4.701.760	514,0

Para determinar la conductividad del terreno se sigue el Método de Wenner o de los cuatro electrodos equidistantes. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta, en un mismo eje, realizándose mediciones con diferentes espaciamientos entre ellos. Para ello se inyecta una corriente a través de los electrodos exteriores y se mide la diferencia de potencial a través de los electrodos interiores.

La resistividad viene dada por la siguiente expresión:

$$r = 2 \cdot d \cdot \frac{V}{I} = 2 \cdot d \cdot R$$

donde:

r, resistividad a una profundidad igual a la separación de los polos en ohmios-m

d, profundidad en metros

V, tensión en voltios

I, intensidad de corriente en amperios

R, resistencia en ohmios

Se realizan lecturas de resistividad a distancias entre electrodos (a) de 1, 2 y 4 m; equivalentes a las profundidades.

Para la realización de las pruebas se ha contado con un comprobador multifunción de marca Metrel, modelo EUROTTEST 61557 de lectura directa.

Equipo de ensayo:

- Marca y modelo: Metrel Eurotest 61557
- Rango de lectura: 0,11 Ω ~ 20 kΩ
- Frecuencia: 125 Hz • Corriente: < 20 mA

Distancia entre electrodos [a]	Resistividad (Ω·m)
	Lectura
1 m	994,0
2 m	880,0
4 m	732,0

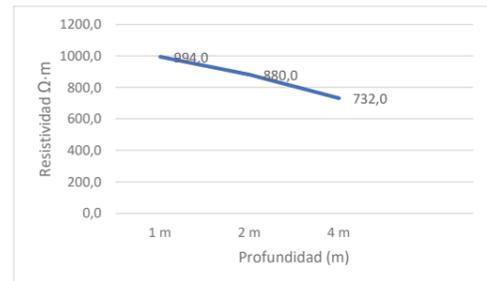
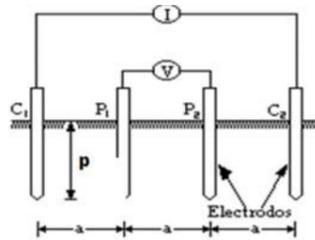


Gráfico Resistividad/ profundidad



Esquema de montaje por el Método de Wenner.

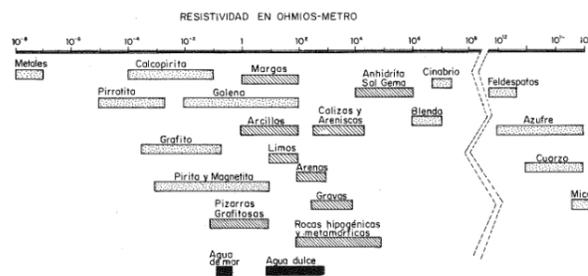


Fig. II-13. Gráfico de los márgenes de variación más comunes en algunas rocas y minerales. La fisuración, impregnación de agua salada, etc., pueden extender estos límites. (Orellana, 1982)



Emplazamiento