
Anejo n.º 4. Geología y geotecnia.

HOJA DE CONTROL.

Proyecto	PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE TÚNELES DE IRAETA Y ARROA DEL FERROCARRIL DEL UROLA			Nº Proyecto:	22044
Documento	Anejo n.º 4. Geología y geotecnia.			Referencia:	22044-AN04_geotecnia_00_v00
Versión	Fecha	Fichero	22044_AN04_geologia y geotecnia_01_v00		
Versión 0	30/06/2023	Descripción	Geología y geotecnia.		
			Preparado	Revisado	Aprobado
		Nombre	Egoitz Larrondo Dr. C.C. Geológicas Team Ingeniería	Gorka Uribe-Etxebarria. Dr. C.C. Geológicas Team Ingeniería	Luisa Uriel Ing. Caminos Canales Puerto Team Ingeniería

Índice.

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	7
1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA.	7
1.3. METODOLOGÍA Y TRABAJOS REALIZADOS.	7
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
3. MARCO GEOLÓGICO.....	7
3.1. ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGÍA.	7
3.2. TECTÓNICA.....	8
3.3. GEOMORFOLOGÍA.....	8
3.1. HIDROGEOLOGIA.	8
3.2. SISMICIDAD.....	8
5. RIESGOS GEOLÓGICOS.....	10
5.1. RIESGO DE DESLIZAMIENTOS Y DESPRENDIMIENTOS.	10
5.2. RIESGO DE HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS.....	10
7. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DEL TRAZADO.	11
7.1. TÚNEL DE IRAETA.....	11
7.2. TÚNEL DE ARROA.....	14
8. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTECNICA.....	17
8.1. SONDEOS MECÁNICOS.....	17
8.2. ENSAYOS DE CAMPO (ENSAYOS DE PERMEABILIDAD).	18
8.3. ESTACIONES GEOMECÁNICAS.....	18
8.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	18
8.5. CAMPAÑA GEOFISICA.....	19
8.6. INVENTARIO ESTADO DE LOS TÚNELES.....	20
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	26
9.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS Y RELLENOS.....	26
9.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA MATRIZ ROCOSA.....	26
9.3. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO.....	27
9.4. CARACTERIZACIÓN DISCONTINUIDADES.....	28
9.5. RESISTENCIA UNITARIA PARA CÁLCULO DE MICROPILOTES.....	28
9.6. AGRESIVIDAD DEL AGUA.....	28
10. GEOTECNIA DE LAS OBRAS DE TIERRA.....	30
10.1. INTRODUCCIÓN.....	30
10.2. BOCA ENTRADA IRAETA.....	30
10.3. BOCA SALIDA IRAETA.....	31
10.1. BOCA ENTRADA ARROA.....	31
10.2. BOCA SALIDA ARROA.....	32

Figuras.

- Figura nº1. Mapa geológico del EVE 1:25.000 (Hoja 63-II Zumaia)
- Figura nº2. Localización campaña geotécnica (1:1500).
- Figura nº3. Perfil longitudinal escala 1:400 túnel de Iraeta.
- Figura nº4. Perfil longitudinal escala 1:200 (V) 1:1000 (H) túnel de Arroa.
- Figura nº5. Perfiles transversales escala 1:300 emboquilles túnel de Iraeta.
- Figura nº6. Perfiles transversales escala 1:300 emboquilles túnel de Arroa.

Apéndices.

- Apéndice n º1. Sondeos de reconocimiento.
- Apéndice n º2. Ensayos de campo (permeabilidad).
- Apéndice n º3. Estaciones geomecánicas.
- Apéndice n º4. Ensayos de laboratorio.
- Apéndice nº5. Campaña geofísica

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE.

El objetivo del presente Anejo es la caracterización geológico-geotécnica de los materiales que serán afectados durante los trabajos de rehabilitación y refuerzo de los túneles de Iraeta y Arroa del ferrocarril del Urola.

Se abordan los aspectos relacionados con la litología, disposición estructural, aspectos geomorfológicos generales y con incidencia en la traza, comportamiento hidrogeológico, riesgos geológicos, etc.

Se determinan los parámetros geotécnicos necesarios para el cálculo de las estructuras, rehabilitación de túneles, etc.

1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA.

La información consultada para la redacción del Anejo geotécnico incluye:

- Proyecto de la Variante de Iraeta y ensanche y mejora de la carretera comarcal 6717 desde el PK43 (cantera de Cestoa) hasta el PK 39,6 (enlace de Zumaia de la Autopista A8). Diputación Foral de Gipuzkoa. Dirección de Carreteras. 1988.
- Extracto estudio informativo de la reapertura del ferrocarril del Urola en el tramo: Azpeitia-Zumaia. ETS (Consultor Fulcrum). 2009
- Proyecto de Construcción. Refuerzo y consolidación del túnel de Iraeta en la línea del ferrocarril del Urola en el tramo Azpeitia-Zumaia-Zestoa. Clave 3-BI-35/2015. Diputación Foral de Gipuzkoa. Departamento de Movilidad e infraestructuras verdes. 2015.
- Proyecto de Construcción. Apertura de la boca sur del túnel de Arroa en la línea del ferrocarril del Urola en el tramo Azpeitia-Zumaia-Zestoa. Clave 3-BI-35/2015-B. Diputación Foral de Gipuzkoa. Departamento de Movilidad e infraestructuras verdes. 2015.

1.3. METODOLOGÍA Y TRABAJOS REALIZADOS.

Se expone la metodología seguida para la elaboración del estudio conducente al establecimiento del modelo geológico-geotécnico conceptual.

La metodología y trabajos realizados han sido:

1. Revisión de la información previa disponible (apartado 1.2).
2. Establecimiento del marco geológico: estratigrafía, tectónica, geomorfología, sismicidad e hidrogeología.
3. Establecimiento del margo geotécnico: evaluación de riesgos, tramificación geotécnica, etc.
4. Trabajos de campo: Campaña de exploración geotécnica e inventario del estado de los túneles.
5. Análisis de resultados: Caracterización de niveles geotécnicos para el dimensionamientos de las soluciones constructivas y de rehabilitación.

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

Los túneles de Arroa e Iraeta pertenecientes a la traza del ferrocarril del Urola entre Azpeitia y Zumaia se encuentran en el término municipal de Zestoa, provincia de Gipuzkoa.

3. MARCO GEOLÓGICO.

La información de consulta pertenece a la hoja 63-II Zumaia del Mapa Geológico de País Vasco. 1:25.000 EVE.

3.1. ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGÍA.

En el tramo afloran materiales sedimentarios de edad Cretácico Inferior (Aptiense Sup. Albiense Medio). Son margas y limolitas calcáreas negras, denominadas como “Margas de Itziar” (Unidad de Oiz).

Estas rocas aparecen generalmente con aspecto masivo, aunque en los emboquillos de los túneles se identifica claramente la estratificación. Es frecuente la existencia de piritas diseminadas en su interior, así como la presencia de nódulos subredondeados de tamaño decimétrico a métrico. Estos nódulos presentan una disyunción característica en “capas de cebolla”.

A partir de la boca de salida del túnel de Arroa, se cartografían lutitas calcáreas negras con intercalaciones de areniscas pertenecientes a la Formación Deba de edad cretácica (Albiense Sup. Cenomaniense inf.).

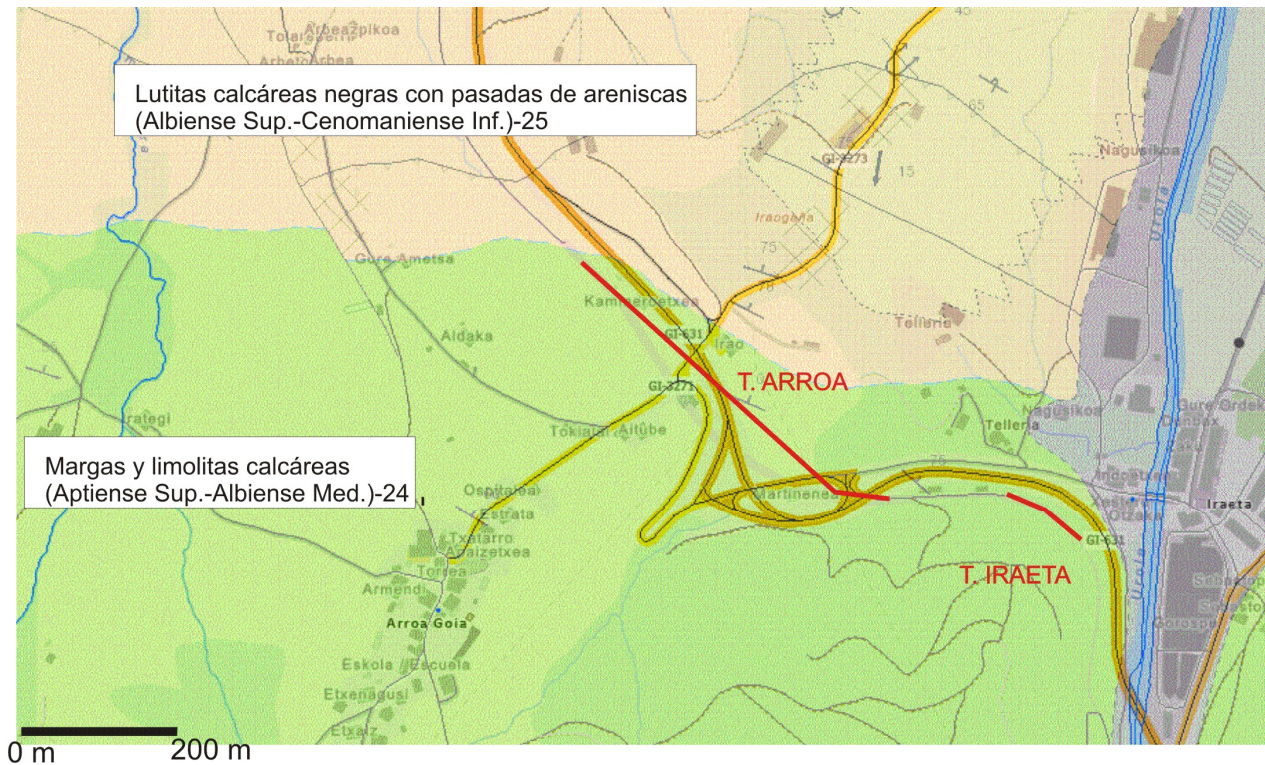


Figura. 1. Planta geológica general

3.2. TECTÓNICA.

La cartografía geológica no indica la presencia de fallas o pliegues de entidad en el tramo de estudio.

De manera general, los estratos buzan en dirección sur.

3.3. GEOMORFOLOGÍA.

Los materiales sedimentarios forman relieves suaves que se salvaron con la ejecución de los túneles de Iraeta y Arroa.

El túnel de Iraeta presenta una montera muy reducida, del orden de 10-12 m. En el túnel de Arroa las monteras son superiores, del orden de 20-25 m.

3.1. HIDROGEOLOGIA.

Los túneles de Iraeta y Arroa no atraviesan ningún cauce de entidad.

Únicamente indicar la presencia de un arroyo tributario del río Urola que atraviesa el trazado entre ambos túneles.

3.2. SISMICIDAD.

El análisis de las acciones sísmicas a tener en cuenta dentro del área de estudio se lleva a cabo de acuerdo con las consideraciones indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), de aplicación para todo el territorio nacional.

Esta norma define una zonificación del territorio nacional según el grado de peligrosidad sísmica, expresado en relación al valor de la gravedad, g , la aceleración sísmica básica, a_b , (valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno) y el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

En la Figura siguiente se muestra la zonificación según la peligrosidad sísmica.

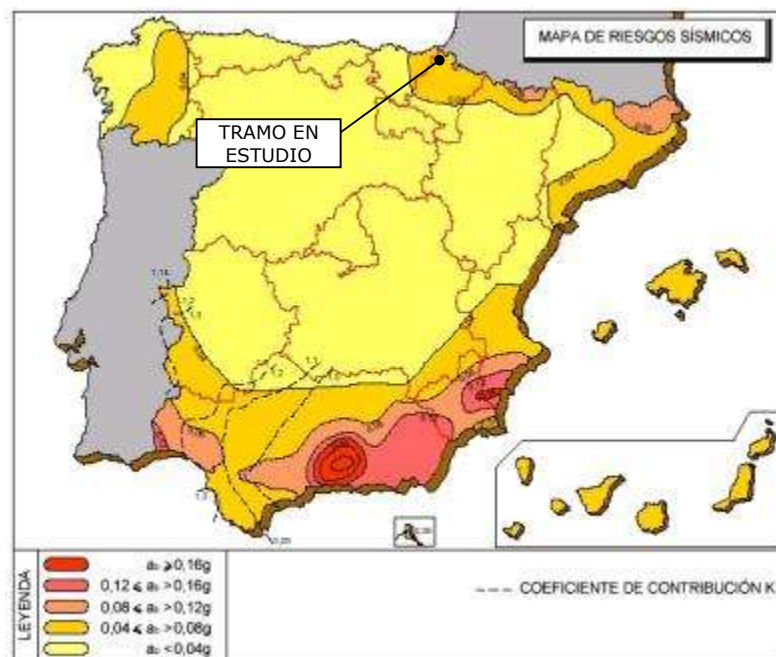


Figura. 2. Mapa de sismicidad (NCSE-02)

Según este mapa se pueden considerar tres sectores claramente diferenciados:

- **Sector de Peligrosidad Sísmica Baja:** Se trata de la zona de la Península Ibérica con un valor de la aceleración básica menor de 0.04 veces el valor de la gravedad, ($a_b < 0,04g$).
- **Sector de Peligrosidad Sísmica Media:** Se corresponde con el área donde son previsibles sismos con aceleraciones básicas iguales o superiores a 0.04g e inferiores a 0,12g.
- **Sector de Peligrosidad Sísmica Alta:** Se trata de aquellas zonas en las que se prevé un valor de la aceleración básica igual o superior a 0,12 veces la gravedad.

A los municipios de Iraeta y Arroa se les asignan en la citada Norma valores de aceleración sísmica de 0,04.

En cuanto a la aplicación de la citada Norma, se definen una serie de categorías de construcciones, en función del uso al que se destinen, de los daños que se puedan ocasionar por su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate:

- **Construcciones de Importancia Moderada:** Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- **Construcciones de Importancia Normal:** Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- **Construcciones de Importancia Especial:** Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas. Se incluyen en esta categoría aquellas obras cuyo servicio es necesario para prestar auxilio después de un terremoto, incluyéndose en estas, vías de acceso principales a las grandes núcleos urbanos.

En el caso que nos ocupa, los túneles de Iraeta y Arroa se clasifican como construcciones de importancia moderada.

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSE-02, la aplicación de esta norma no es obligatoria para construcciones de importancia moderada como la aquí contemplada.

5. RIESGOS GEOLÓGICOS.

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, que pueden constituir riesgos geológicos al afectar, de forma directa o indirecta, a las infraestructuras proyectadas en tanto en cuanto que estas interaccionan con el terreno circundante.

Se describen a continuación las diferentes tipologías de los riesgos geológicos potenciales considerados en el entorno del tramo objeto de estudio, así como la peligrosidad existente para la ocurrencia de estos procesos.

5.1. RIESGO DE DESLIZAMIENTOS Y DESPRENDIMIENTOS.

Dentro de este tipo de riesgo geológico se incluyen los movimientos de ladera asociados a inestabilidades gravitacionales, motivados por cambios en la estructura hidrogeológica, por procesos de degradación y alteración superficial o por modificaciones artificiales de las geometrías estables de ladera.

De acuerdo con esto se considera para este riesgo una peligrosidad media en los emboquilles de entrada y salida de ambos túneles, por la presencia de rellenos en los falsos túneles y por suelos de alteración de espesor métrico.

5.2. RIESGO DE HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIAS.

Dentro de este riesgo se encuadran los fenómenos de colapso de la sección de excavación.

De acuerdo con esto se considera para este riesgo una peligrosidad media-alta en el entronque entre el falso túnel y el túnel en mina de la boca de entrada de Arroa.

También existe riesgo de hundimiento de la clave durante las labores de consolidación de la sección de excavación. Este hundimiento podría llegar a afectar a la superficie del terreno en los tramos de cobertera reducida.

7. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DEL TRAZADO.

7.1. TÚNEL DE IRAETA

7.1.1. Boca de entrada

El emboquille de entrada se encuentra excavado en trinchera. En los taludes afloran limolitas calcáreas negras; el tramo superior de los taludes son suelos coluviales y/o eluviales de espesor reducido (1-2 m).

La estructura del emboquille presenta buen estado. Tan solo una pequeña fisura entre 2 sillares en lado izquierdo.



Figura. 3. Boca sur Iraeta (entrada)

7.1.3. Túnel en mina

De manera general, la mampostería se encuentra en mal estado en lado izquierdo; en el lado derecho se ha realizado un gunitado de refuerzo con anclajes ϕ 40 mm.

Indicar la existencia de un desprendimiento de la clave aproximadamente a 30-40 m de distancia de boca de entrada con material meteorizado procedente de la zona de clave.

La montera sobre clave es reducida (inferior a 5-10 m) por lo que existe riesgo de hundimiento del terreno superior.



Figura. 4. Desprendimiento túnel en mina (Iraeta)

7.1.4. Boca de salida

La boca de salida presenta un muro de mampostería en lado derecho en buen estado; en lado izquierdo aflora el sustrato rocoso (limolitas calcáreas negras).

Existe un desprendimiento a 5 m de la boca, coincidiendo con el inicio del túnel en mina de la boca de salida.

Por el lado derecho de la traza discurre la carretera, aproximadamente a 15 m de distancia en planta. El talud de la carretera esta excavado en roca; bulones para la contención de cuñas.

Posible afección a la carretera durante los trabajos de demolición del falso túnel.



Figura. 5. Desprendimiento y falso túnel boca salida (Iraeta)



Figura. 6. Talud rocoso carretera lado derecho

7.2. TÚNEL DE ARROA

7.2.1. Falso túnel entrada

Falso túnel ejecutado para permitir el tránsito por la carretera GI-631 superior.

El falso túnel son dovelas de hormigón. Al final del falso túnel, material acopiado coincidiendo con el emboquille de entrada del túnel en mina y el hundimiento detectado en superficie.

El tubo de abastecimiento de Añarbe discurre por hastial izquierdo del falso túnel.



Figura. 7. Falso túnel entrada (Arroa)



Figura. 8. Relleno y hundimiento final falso túnel (Arroa)

7.2.2. Comienzo túnel en mina

En superficie se ha detectado un hundimiento del terreno. Según la información obtenida a partir de fotos históricas, ese punto coincide con el inicio del túnel en mina.



Figura. 9. Inicio túnel en mina. 1956 (punto azul)



Figura. 10. Hundimiento en superficie. (Arroa)

7.2.3. Boca de salida

El estudio de fotos históricas indica que el falso túnel de salida presenta una longitud aproximada de 43-45 m.



Figura. 11. Falso túnel. 1954 (Arroa)

El estado de conservación del falso túnel es muy deficiente. Su seguridad estructural está comprometida. Por la margen izquierda (PK creciente) discurre el terraplén de la carretera GI-631.

Posible afección al pie del terraplén de la carretera durante las labores de demolición del falso túnel.



Figura. 12. Boca salida falso túnel. 2021 (Arroa)

8. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTECNICA.

El siguiente apartado enumera los trabajos de investigación geotécnica realizados para la redacción del presente proyecto.

La campaña geotécnica incluye la ejecución de los siguientes trabajos:

- 2 sondeos mecánicos con recuperación continua de testigo: ensayos de campo y laboratorio.
- 3 estaciones geomecánicas con toma de datos estructurales en afloramientos rocosos
- Campaña geofísica compuesta por 6 perfiles de tomografía eléctrica.
- Inspección del estado de conservación e identificación de patologías en el interior de los túneles de Iraeta y Arroa.

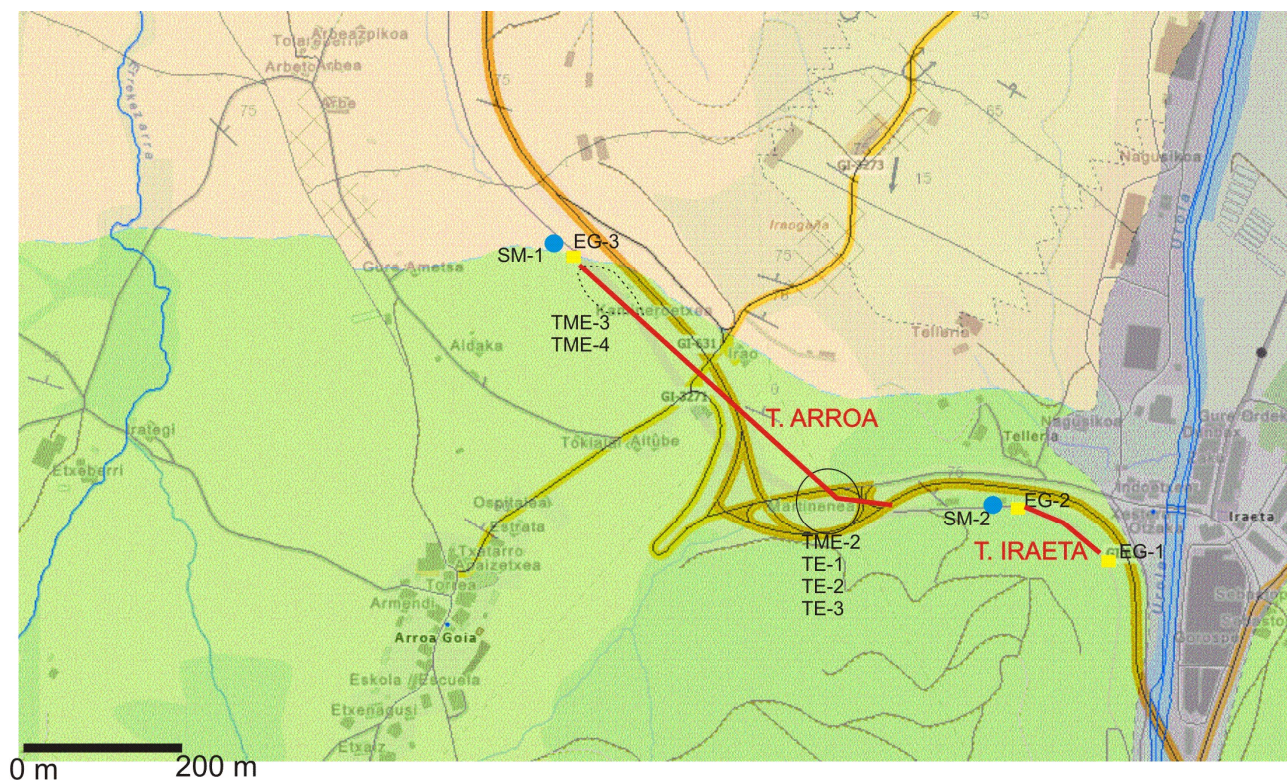


Figura. 13. Campaña geotécnica.

8.1. SONDEOS MECÁNICOS.

Se han realizado 2 sondeos mecánicos con recuperación continua de testigo en las bocas de salida de los túneles de Iraeta y Arroa.

El objeto de los sondeos es determinar las condiciones geotécnicas del terreno para poder dimensionar las estructuras de contención proyectadas (Apéndice nº1).

Sondeo	Coordenada X	Coordenada Y	Z	Longitud (m)/inclinación	Testigos parafinados (TP)/Muestras de agua (W)	Ensayos permeabilidad Lugeon
S-1 Arroa	559111	4789893	58 m.s.m.	10 m/vertical	5 TP	1 (prof. 5,10-10,10 m)
S-2 Iraeta	559741	4789396	47 m.s.m.	10,70 m/vertical	5 TP/ 1(W)	1 (prof. 5,70-10,70 m)

Tabla 1. Características sondeos.

8.2. ENSAYOS DE CAMPO (ENSAYOS DE PERMEABILIDAD).

El ensayo Lugeon se utiliza para cuantificar la permeabilidad en macizos rocosos. El ensayo consiste en introducir agua a presión constante (hasta 10 kp/cm²) en el sondeo, midiendo las admisiones durante un periodo de 10 minutos.

La unidad de medida del ensayo es la unidad Lugeon que corresponde a una absorción de agua de un litro por metro de sondeo y por minuto, realizando el ensayo a 10 atmósferas de presión durante 10 minutos.

Se han realizado 2 ensayos de permeabilidad Lugeon. Ambos ensayos muestran resultados similares (Apéndice nº2).

Sondeo	Profundidad sup. (m)	Profundidad inf. (m)	Litología	RQD (%)	Permeabilidad (m/s)
S-1 Arroa	5,10	10,10	Limolitas calcáreas	100%	7,72*10 ⁻⁶ m/s
S-2 Iraeta	5,70	10,70	Lutitas negras	100%	3,85*10 ⁻⁶ m/s

Tabla 2. Resultados ensayos de permeabilidad Lugeon.

8.3. ESTACIONES GEOMECÁNICAS.

Para el análisis de estabilidad de las zonas de emboquille se han realizado un total de 3 estaciones geomecánicas (Apéndice nº3).

EG	Coordenada X	Coordenada Y	E0	J1	J2	J3	RMRb	GSi
EG-1 Entrada Iraeta	559913	4789269	40/150	80/090	20/330	50/260	50	45
EG-2 Salida Iraeta	559741	4789396	50/180	80/090	80/270	-	50	45
EG-3 Salida Arroa	559219	4789699	30/130	70/350	80/310	-	43	30

Tabla 3. Estaciones geomecánicas (EG)

8.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio realizados (Apéndice nº4).

Sondeo	TP	Profundidad sup. (m)	Profundidad inf. (m)	Litología	Compresión simple (MPa)	Módulo elasticidad (E) (MPa)	Poisson
S-1 Arroa	TP-1	1,50	2,00	lutitas calcáreas negras	23,4	2118,61	0,27
	TP-2	3,70	4,30	lutitas calcáreas negras	26,8	3038,05	0,33
	TP-3	6,00	6,25	lutitas calcáreas negras	22,0	2143,55	0,13
	TP-4	8,30	8,70	lutitas calcáreas negras	28,6	2596,63	0,06
	TP-5	9,70	10,10	lutitas calcáreas negras	15,4	2956,46	0,06
S-2 Iraeta	TP-1	1,40	1,65	Limolitas calcáreas	30,4	3824,83	0,20
	TP-2	3,40	3,65	Limolitas calcáreas	46,1	4822,36	0,18
	TP-3	5,65	6,00	Limolitas calcáreas	35,6	3735,57	0,10
	TP-4	7,75	8,00	Limolitas calcáreas	36,6	4259,15	0,13
	TP-5	10,20	10,75	Limolitas calcáreas	32,9	4653,47	0,11

Tabla 4. Resultados laboratorio, roca.

Sondeo	W	Profundidad NF	PH	CO ₂ mg/l	NH ₄ mg/l	Mg mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Residuo seco mg/l
S-2 Iraeta	W-1	9,40	7,11	3	0	9	575	598

Tabla 5. Resultados laboratorio, Agua.

8.5. CAMPAÑA GEOFISICA

Las prospecciones geofísicas han consistido en perfiles de tomografía eléctrica (Apéndice nº5).

Los perfiles de tomografía eléctrica del presente contrato se han realizado en el tramo de hundimiento en la conexión entre el falso túnel y túnel en mina de Arroa (boca entrada).

Tomografía eléctrica	Localización	Longitud (m)	Disposición
TE-1	Hundimiento (FT-inicio túnel en mina Arroa)	82 m	Longitudinal FT Perpendicular túnel en mina
TE-2	Hundimiento (FT-inicio túnel en mina Arroa)	80 m	Longitudinal FT Perpendicular túnel en mina
TE-3	Hundimiento (FT-inicio túnel en mina Arroa)	60 m	Oblicuo FT

Tabla 6. Tomografías eléctricas dentro del presente contrato

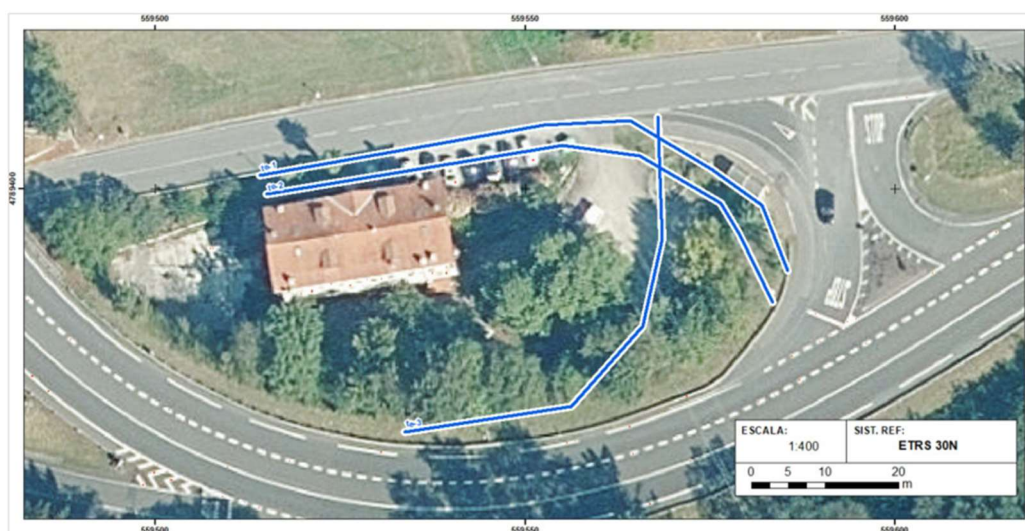


Figura. 14. Localización tomografías eléctricas (presente contrato).

Adicionalmente se dispone de 3 perfiles de tomografía eléctrica realizados para el estudio informativo de la reapertura del ferrocarril del Urola en el tramo: Azpeitia-Zumaia. ETS (Consultor Fulcrum). 2009

Tomografía eléctrica	Localización	Longitud (m)	Disposición
TME-2	Hundimiento (FT-inicio túnel en mina Arroa)	100 m	Perpendicular túnel en mina
TME-3	FT boca salida Arroa	60 m	Oblicuo FT
TME-4	FT boca salida Arroa	60 m	Oblicuo FT

Tabla 7. Tomografías eléctricas estudio informativo

8.6. INVENTARIO ESTADO DE LOS TÚNELES

8.6.1. Túnel de Iraeta.

El inventario del estado del túnel de Iraeta se realizó el 10/03/2023.

La longitud del tramo inventariado ha sido de 50 m, desde la boca de entrada (PK 9+516) hasta el derrumbe del fondo.

El túnel presenta un revestimiento con bloques de mampostería, en hastiales, hombros y clave.

En el hastial izquierdo y clave, la mampostería se encuentra vista. El estado de conservación de la mampostería es deficiente, ya que el cemento entre mampuestos se encuentra lavado.

En el hastial derecho existe una capa de hormigón proyectado por encima de la mampostería. A partir del PK 9+550 la mampostería del lado izquierdo no existe y la capa de hormigón proyectado se encuentra directamente sobre el sustrato rocoso. El hormigón proyectado se ha reforzado con bulones ϕ 32 mm espaciados 2 m y longitud desconocida.

De manera general, el túnel se encuentra seco, únicamente se ha detectado pequeñas humedades y goteos procedentes de clave en el tramo final.

La patología más importante detectada es la existencia de una chimenea en clave de 2-4 m² de superficie en el PK 9+526.

A partir del PK 9+558 el túnel se encuentra derrumbado. El material identificado son bloques rocosos y suelos, por lo que probablemente el derrumbe alcance el terreno. En el hastial izquierdo se han reconocido bloques de hormigón por lo que se deduce que el tramo derrumbado corresponde al final del túnel en mina y comienzo del falso túnel de salida.



Figura. 15. Chimenea en clave (PK 9+526) y lavado de mampostería.



Figura. 16. HMP+bulones sobre mampostería, hastial derecho.



Figura. 17. Desprendimiento fondo túnel.

8.6.2. Túnel de Arroa.

El inventario del estado del túnel de Iraeta se realizó el 14/04/2023.

La longitud del tramo inventariado presencialmente ha sido aproximadamente de 120 m, desde la boca de entrada (PK 9+759) hasta el derrumbe en el entroque del falso túnel con el inicio del túnel en mina (PK 9+843).

En la boca de salida el inventario presencial ha correspondido a la longitud del falso túnel hasta el derrumbe en el entronque entre el final del túnel en mina y el comienzo del falso túnel de salida.

El interior del túnel en mina se ha inspeccionado con vuelo de dron.

El falso túnel de inicio presenta un buen estado de conservación. Se trata de una estructura prefabricada de hormigón. No existen patologías de entidad que requieran su consolidación.



Figura. 18. Aspecto falso túnel entrada.



Figura. 19. Desprendimiento final falso túnel-comienzo túnel en mina (PK 9+843)

En el interior del túnel en mina (vuelo dron), el revestimiento corresponde a mampostería, que en algunos tramos ha sido sustituida por bloques de hormigón en masa.

De manera general, el estado de conservación es bueno, si bien existen tramos en los que se ha producido el lavado del cemento entre mampuestos.

También se han detectado desprendimientos procedentes de la clave que obligan a una consolidación general del tramo. Los desprendimientos más importantes detectados corresponden aproximadamente a los PK 10+100 y 10+200.

En la parte final del tramo excavado en mina, existe una acumulación importante de agua en la plataforma.



Figura. 20. Desprendimiento clave (PK 10+200)

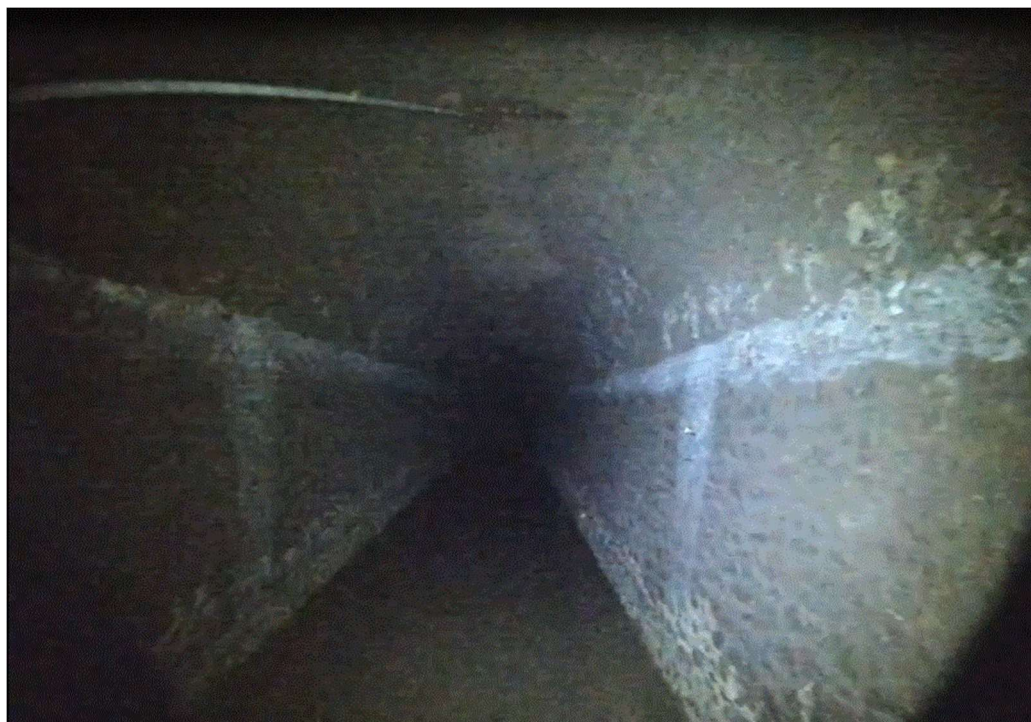


Figura. 21. Acumulación agua en plataforma (PK 10+270)

En el entronque entre el fin del falso túnel y comienzo del túnel en mina, se ha producido un desprendimiento de la clave que alcanza el terreno superior. Este desprendimiento evita el drenaje del agua del interior del túnel y su acumulación.

Por último, el falso túnel de salida presenta un estado de conservación muy deficiente (abombamientos, fisuras entre sillares, etc.) que obliga a su demolición completa.



Figura. 22. Grietas en falso túnel de salida



Figura. 23. Estado mampostería falso túnel salida



Figura. 24. Desprendimiento entronque túnel en mina-falso túnel



Figura. 25. Hundimiento terreno superior

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS Y RELLENOS

La caracterización geotécnica de los suelos y rellenos se determina a partir de referencias bibliográficas y de la experiencia disponible en la zona.

La adherencia límite de anclajes se establece según la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes en obras de carretera.

Nivel	Densidad aparente KN/m ³	Cohesión efectiva KN/m ²	Rozamiento	Módulo elástico MPa	Adherencia anclajes MPa	límite
Relleno Falso túnel	15	0	30°	5	-	
Relleno terraplén	18	15	35°	20	-	
Suelo coluvial-eluvial	19	20	25°	10	0,1 MPa	
Suelos desprendimiento	18	0	25°	5	-	

Tabla 8. Caracterización geotécnica de suelos y rellenos

9.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA MATRIZ ROCOSA

Ambos túneles (Arroa e Iraeta) excavan las limolitas negras del Aptiense Sup.-Albiense Medio (S-2). El sondeo S-1 ha caracterizado las limolitas calcáreas cartografiadas en el tramo siguiente a la boca de salida.

Sondeo	TP	Litología	Compresión simple (MPa)	Módulo elasticidad (E) (MPa)	Poisson
S-1 Arroa	TP-1	lutitas calcáreas negras	23,4	2118,61	0,27
	TP-2	lutitas calcáreas negras	26,8	3038,05	0,33
	TP-3	lutitas calcáreas negras	22	2143,55	0,13
	TP-4	lutitas calcáreas negras	28,6	2596,63	0,06
	TP-5	lutitas calcáreas negras	15,4	2956,46	0,06
Resultados estadísticos		Promedio	23,24	2570,66	0,17
		Mediana	23,4	2596,63	0,13
		Valor max	28,6	3038,05	0,33
		Valor min	15,4	2118,61	0,06
		Desv estandar	5,11	434,38	0,12
S-2 Iraeta	TP-1	Limolita calcárea	30,4	3824,83	0,2
	TP-2	Limolita calcárea	46,1	4822,36	0,18
	TP-3	Limolita calcárea	35,6	3735,57	0,1
	TP-4	Limolita calcárea	36,6	4259,15	0,13
	TP-5	Limolita calcárea	32,9	4653,47	0,11
Resultados estadísticos		Promedio	36,32	4259,076	0,144
		Mediana	35,6	4259,15	0,13
		Valor max	46,1	4822,36	0,2
		Valor min	30,4	3735,57	0,1
		Desv estandar	5,98	483,60	0,04

Tabla 9. Análisis estadístico parámetros roca intacta.

El análisis de las propiedades resistentes de la matriz rocosa indica que las lutitas calcáreas negras presentan peores parámetros resistentes que las limolitas calcáreas.

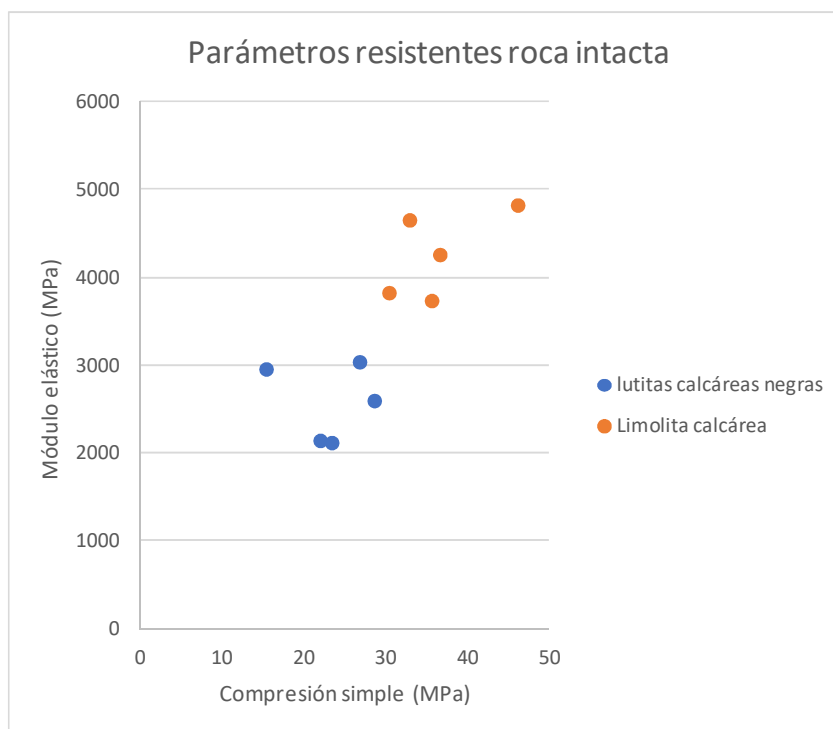


Figura 26. Parámetros resistentes roca intacta

Para la caracterización del macizo rocoso se adopta la caracterización de las lutitas calcáreas por presentar peores parámetros resistentes.

Sustrato rocoso	Densidad aparente KN/m ³	Compresión simple (MPa)	Módulo elasticidad (E) (MPa)	Poisson
Limolitas calcáreas	25	23,24	2570,66	0,17

Tabla 10. Caracterización geotécnica roca intacta

9.3. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

La calidad del macizo rocoso se determina a partir de los índices RMR y GSI determinados en las estaciones geomecánicas.

Sustrato rocoso	Densidad aparente KN/m ³	RMR básico	GSI	Parámetro mi
Limolitas calcáreas	25	50	45	7

Tabla 11. Caracterización macizo rocoso

El módulo elástico se determina a partir de Hoek-Diederich (2005). El resto de parámetros se obtiene de referencias bibliográficas.

La adherencia límite de anclajes se establece según la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes en obras de carretera.

Sustrato rocoso	Densidad aparente KN/m ³	Cohesión efectiva KN/m ²	Rozamiento	Módulo elástico MPa	Adherencia límite anclajes MPa
Limolitas calcáreas	25	200	35°	575	1,5 MPa

Tabla 12. Caracterización geotécnica macizo rocoso

9.4. CARACTERIZACIÓN DISCONTINUIDADES

La toma de datos estructurales indica que ambos túneles atraviesan un único dominio estructural, en el que los estratos lutíticos y limolíticos buzcan preferentemente en dirección SSE.

EG	E0	J1	J2	J3
EG-1 Entrada Iraeta	40/150	80/090	20/330	50/260
EG-2 Salida Iraeta	50/180	80/090	80/270	-
EG-3 Salida Arroa	30/130	70/350	80/310	-

Tabla 13. Estaciones geomecánicas (EG)

Se asignan los siguientes parámetros para los planos de discontinuidad.

Nivel	Cohesión efectiva KN/m ²	Rozamiento	P hidrostática sobre plano discontinuidad
Discontinuidades	0	30°	0

Tabla 14. Caracterización planos de discontinuidad

9.5. RESISTENCIA UNITARIA PARA CÁLCULO DE MICROPILOTES

La resistencia unitaria por punta y fuste para el empotramiento de los micropilotes en el sustrato rocoso se determina según la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera (Tabla 3.3).

Sustrato rocoso	Resistencia unitaria por fuste (MPa)	Resistencia unitaria por punta (MPa)
Limolitas calcáreas	5,81	1,63 MPa

Tabla 15. Empotramiento micropilotes

9.6. AGRESIVIDAD DEL AGUA

Se ha tomado una muestra de agua en el sondeo S-2 que indica agresividad débil por altos contenidos en sulfatos.

Según las clases de exposición ambiental en el código estructural, se produce un ataque débil XA1, por concentraciones de sulfatos en el agua superiores a 200 mg/l.

El origen de los sulfatos probablemente sean las piritas diseminadas en las limolitas calcáreas.

Sondeo	W	Profundidad NF	PH	CO ₂ mg/l	NH ₄ mg/l	Mg mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Residuo seco mg/l	Agresividad
S-2 Iraeta	W-1	9,40	7,11	3	0	9	575	598	Débil XA1 por contenido en sulfatos

Tabla 16. Resultados laboratorio, Agua.

Tabla 27.1.b Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83963	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

Tabla 17. Clasificación de la agresividad química

10. GEOTECNIA DE LAS OBRAS DE TIERRA

10.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo define el sostenimiento para los taludes de los emboquilles de los túneles.

La información de partida son las estaciones geomecánicas realizadas en los trabajos de campo.

10.2. BOCA ENTRADA IRAETA

La estación geomecánica EG-1 ha identificado un sustrato rocoso compuesto por limolitas calcáreas negras (margas de Itziar-Urgoniano) muy fracturadas y ligeramente meteorizadas GM=II. Presentan la típica exfoliación en capas de cebolla producto de la meteorización y que producen el desprendimiento de numerosos bloques pero de pequeño tamaño.

Por encima existen suelos arcillosos de color marrón de naturaleza coluvial-eluvial y espesor inferior a 1 m.

La proyección estereográfica de las discontinuidades indica, que de manera general, ambos taludes (derecho e izquierdo) son cinemáticamente estables. Tan solo existen pequeñas cuñas de tamaño centimétrico.

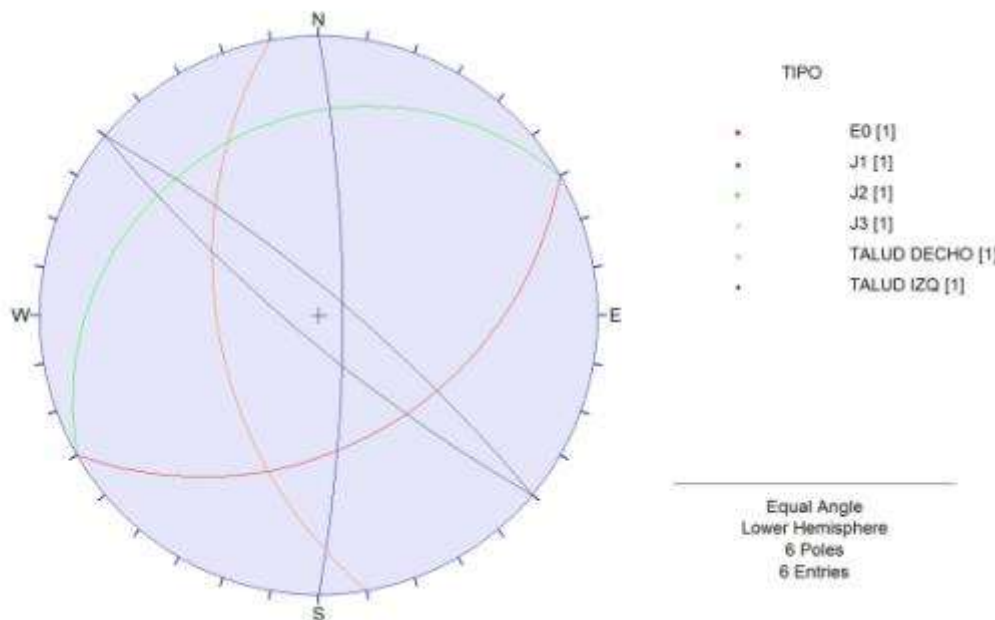


Figura. 27. Disposición estructural boca entrada túnel Iraeta.

La protección de ambos taludes se define con malla metálica de triple torsión 100x80/2,7 mm de alambre de acero galvanizado adosada a la superficie rocosa con barras Gewi ϕ 20 mm de 0,8 m espaciados 2x2 m. La parte superior e inferior de la malla se fija al terreno con cables de acero galvanizado de 16 mm de diámetro.

La protección se extenderá en los 10 m anteriores a la entrada del túnel en mina. En ambos taludes (derecho e izquierdo).

10.3. BOCA SALIDA IRAETA

La estación geomecánica EG-2 ha identificado limolitas calcáreas negras (margas de Itziar-Urgoniano) muy fracturadas y ligeramente meteorizadas GM=II. Presentan la típica exfoliación en capas de cebolla producto de la meteorización y que producen el desprendimiento de numerosos bloques pero de pequeño tamaño.

Por encima existen suelos arcillosos de color marrón de naturaleza coluvial-eluvial y espesor inferior a 1 m.

La proyección estereográfica de las discontinuidades indica, que de manera general, ambos taludes (derecho e izquierdo) son cinemáticamente estables. Tan solo existen pequeñas cuñas de tamaño centimétrico.

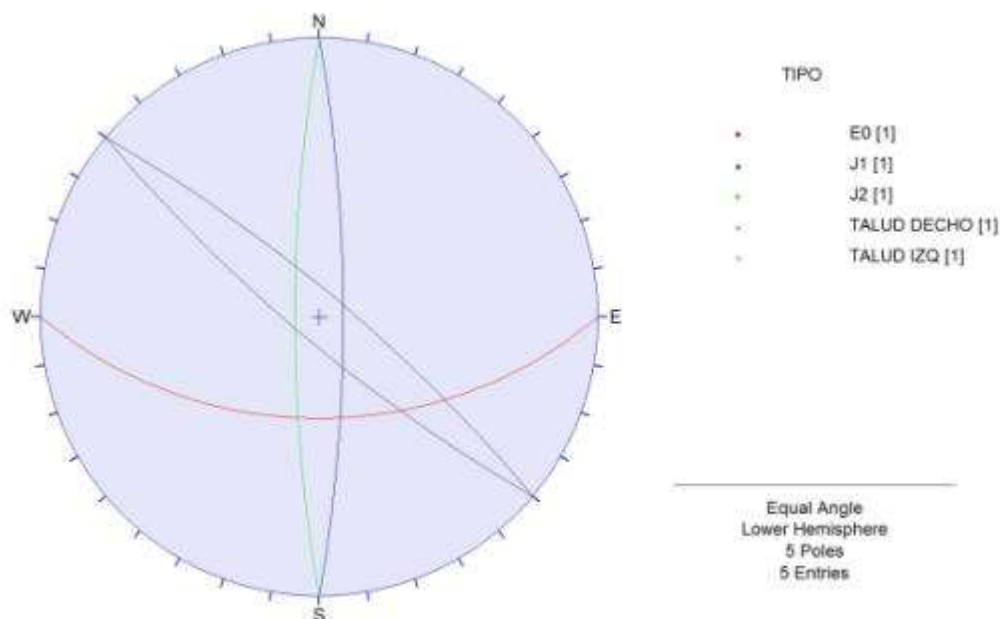


Figura. 28. Disposición estructural boca salida túnel Iraeta.

La protección de ambos taludes se define con malla metálica de triple torsión 100x80/2,7 mm de alambre de acero galvanizado adosada a la superficie rocosa con barras Gewi ϕ 20 mm de 0,8 m espaciados 2x2 m. La parte superior e inferior de la malla se fija al terreno con cables de acero galvanizado de 16 mm de diámetro.

El talud izquierdo alcanza una altura máxima de hasta 15 m, por lo que, sobre la malla metálica de triple torsión, se dispondrán bulones pasivos tipo Gewi 550/500 de 32 mm de diámetro y 4 m de longitud espaciados 2,0x2,0 m.

10.1. BOCA ENTRADA ARROA

No existen taludes en la boca de entrada al túnel de Arroa (falso túnel).

10.2. BOCA SALIDA ARROA

La estación geomecánica EG-3 ha identificado un sustrato rocoso compuesto por limolitas calcáreas negras (margas de Itziar-Urgoniano) muy fracturadas y meteorizadas GM=I-IV. Los tramos menos meteorizados presentan la típica exfoliación en capas de cebolla producto de la meteorización y que producen el desprendimiento de numerosos bloques pero de pequeño tamaño. El tramo más meteorizado presenta el aspecto de una arcilla gris compacta.

La proyección esterográfica de las discontinuidades indica, que de manera general, ambos taludes (derecho e izquierdo) son cinemáticamente estables. Tan solo existen pequeñas cuñas de tamaño centimétrico.

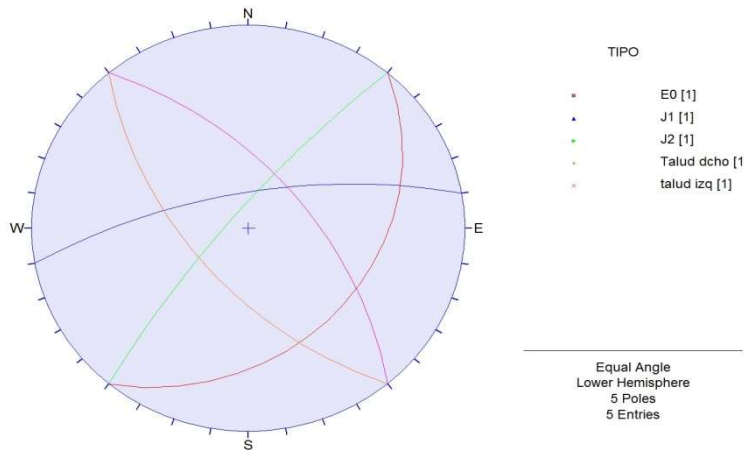


Figura. 29. Disposición estructural boca salida túnel Arroa.

La protección de ambos taludes se define con malla metálica de triple torsión 100x80/2,7 mm de alambre de acero galvanizado adosada a la superficie rocosa con barras Gewi ϕ 20 mm de 0,8 m espaciados 2x2 m. La parte superior e inferior de la malla se fija al terreno con cables de acero galvanizado de 16 mm de diámetro.

La protección se extenderá en los 10 m siguientes a la salida del falso túnel; en ambos taludes (derecho e izquierdo).

Figuras.

Figura nº1. Mapa geológico del EVE 1:25.000.

Figura nº2. Planta con inventario de estaciones geomecánicas.

Figura nº3. Perfil longitudinal escala 1:1000 túnel de Iraeta.

Figura nº4. Perfil longitudinal escala 1:1000 túnel de Arroa.

Figura nº5. Perfil trasversal escala 1:100 emboquilles túnel de Iraeta.

Figura nº5. Perfil trasversal escala 1:100 emboquilles túnel de Arroa.

Apéndices.

Apéndice n º1. Sondeos de reconocimiento.

Apéndice n º2. Ensayos de campo (permeabilidad).

Apéndice n º3. Estaciones geomecánicas.

Apéndice n º4. Ensayos de laboratorio.

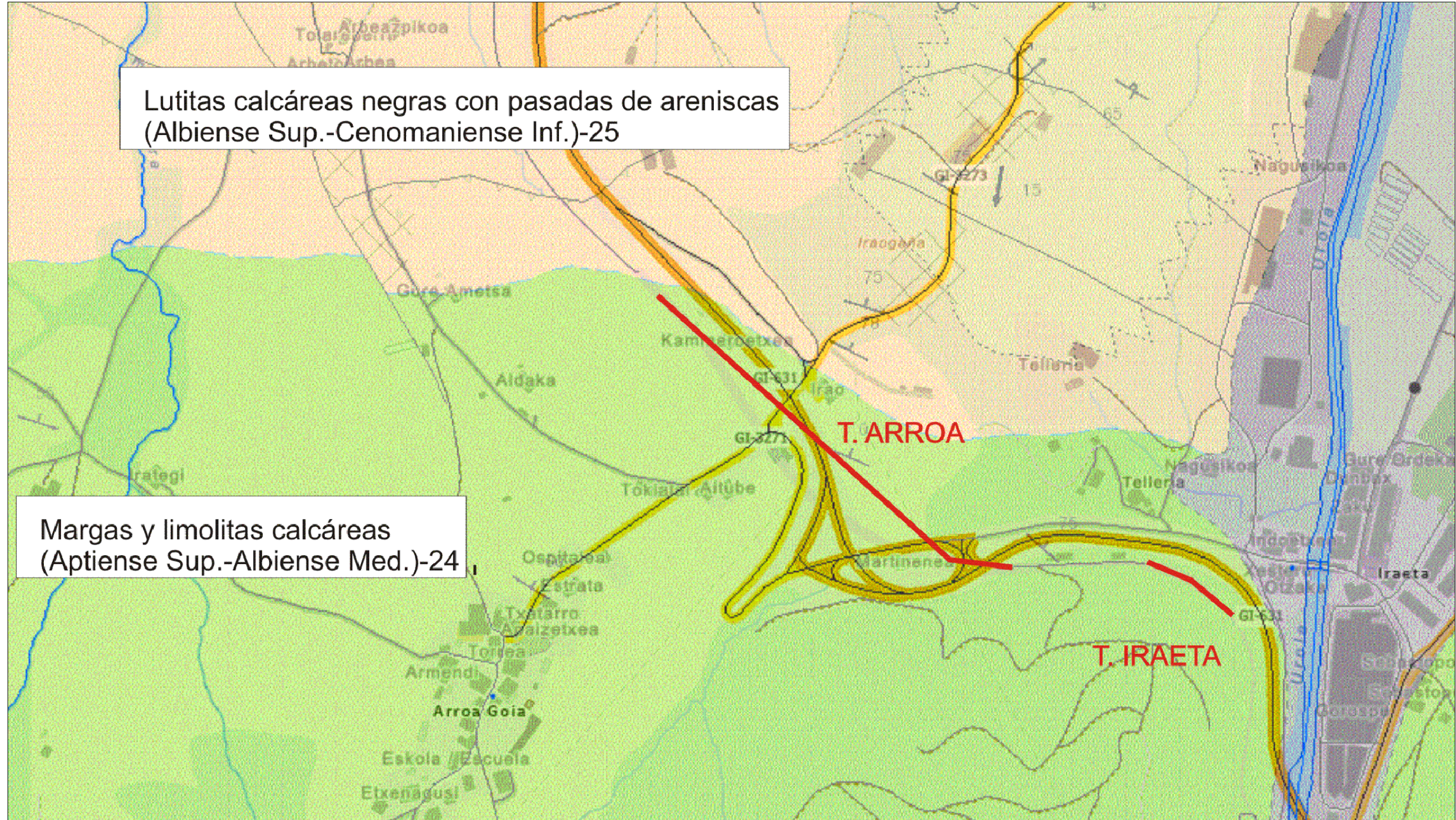
Apéndice nº5. Campaña geofísica

Figuras.

OHARRAK :
NOTAS :

Lutitas calcáreas negras con pasadas de areniscas
(Albiense Sup.-Cenomaniense Inf.)-25

Margas y limolitas calcáreas
(Aptiense Sup.-Albiense Med.)-24



A	PRIMERA EMISION	Julio 23	TEAM	ETS	NO	
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA	
BERRIKUSPENAK / REVISIONES						
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR			
team ingeniería consultoría			LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418			
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA			
			22044-AN04-FIG_1			

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

LURRALDE PLANGINTZA,
ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES



PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA
ESCALA ORIGINAL

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250

1:2500

EN DIN A1

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE LOS TÚNELES
DE IRAETA Y ARROA DEL FERROCARRIL DEL UROLA.

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
FIGURA Nº1

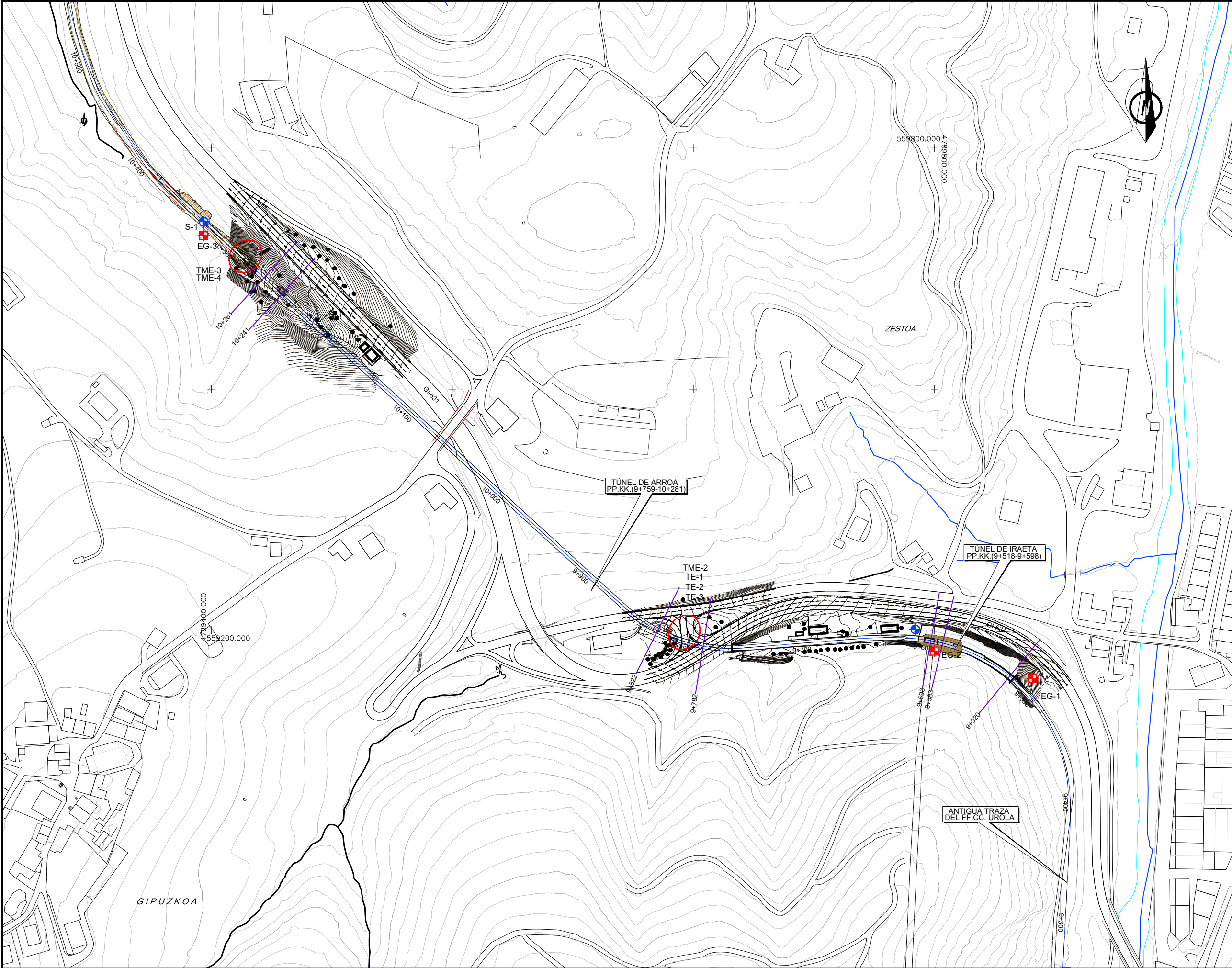
MAPA GEOLÓGICO DEL EVE 1:25.000 (HOJA 63-II ZUMAIA)

PLANO ZK. / N. PLANO

AN04 F1


ORRIA / HOJA


1 Sigue FIN




OHARRAK :
NOTAS :


LEYENDA GEOTÉCNIA

 SONDEOS


 ESTACIÓN GEOMECÁNICA

 TOMOGRAFIA ELÉCTRICA

EL SISTEMA DE REFERENCIA TERRESTRE GEODÉSICO UTILIZADO EN EL PROYECTO (SIRD 1071/2007) ES: ETRS89 UTM30N (EPSG:25830)

A	PRIMERA EMISIÓN	Julio 23	TEAM	ETS	NO
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES					
AHOLKULARIA / CONSULTOR		INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR			
		LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418			
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR		ERREFERENTZIA REFERENCIA			
22044-AN04-FIG_2					


EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

LURRALDE PLANGINTZA,
ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES



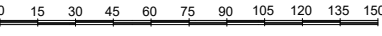
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA
ESCALA ORIGINAL

1:1.500

EN DIN A1

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA



PROIEKTUAREN IZENBURUA
TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE LOS TÚNELES
DE IRAETA Y ARROA DEL FERROCARRIL DEL UROLA.

PLANOAREN IZENBURUA
TÍTULO DEL PLANO

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
FIGURA Nº2
LOCALIZACIÓN CAMPAÑA GEOTÉCNICA

PLANO ZK. / N. PLANO
AN04 F2

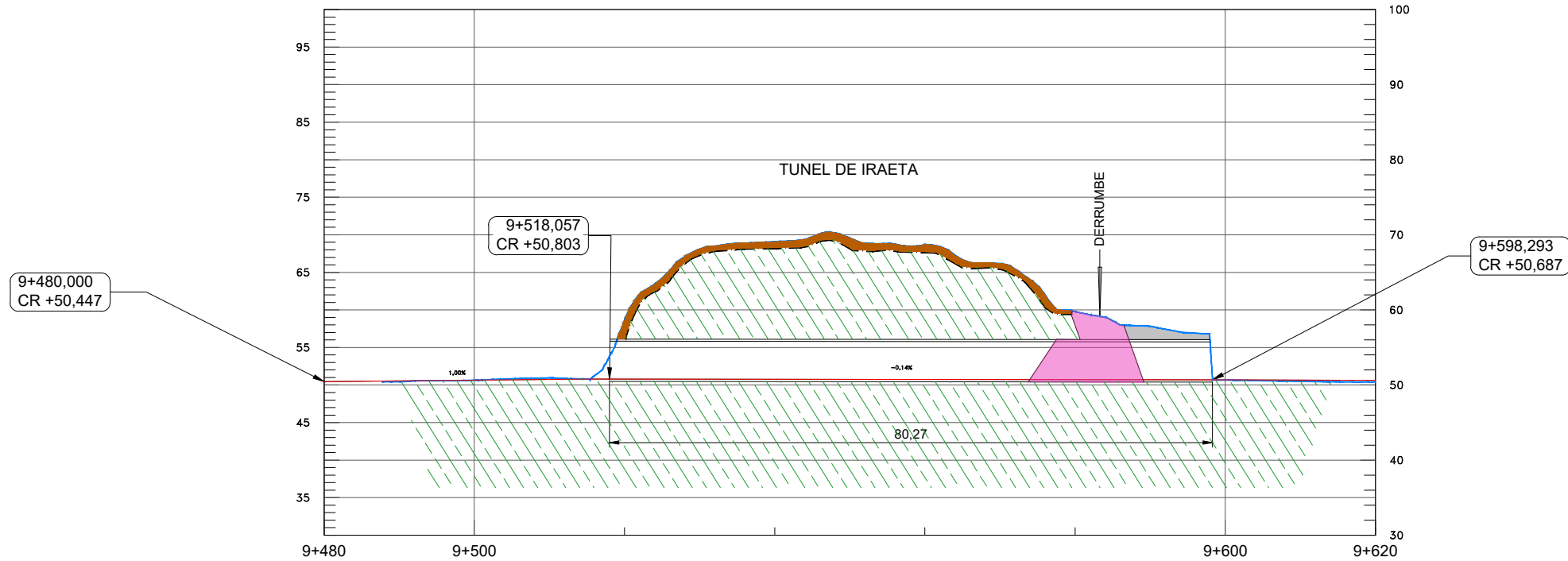
ORRIA / HOJA
1 Sigue FIN



AZPEITIA
Zestoa

ZUMAIA
Arroa

Longitudinal:TÚNEL IRAETA. EJE-UROLA-ETS
Escala - V: 400 H:400



COTA-TERRENO	51.45	52.57	53.04	54.62	58.18	62.95	65.91	66.88	67.18	65.71	62.99	58.21	53.75	54.00	54.04
COTA-RASANTE	50.447	50.547	50.647	50.747	50.796	50.782	50.768	50.754	50.740	50.726	50.712	50.699	50.683	50.657	50.631
COTA ROJA	1.005	2.020	2.392	3.878	7.385	12.167	15.138	16.125	16.440	14.982	12.278	7.512	3.067	3.348	3.407

OHARRAK :
NOTAS :

LEYENDA GEOLOGÍA

MATERIAL DESPRENDIDO

RELLENO TERRAPLEN

RELLENO FALSO TÚNEL

SUELO ELUVIAL-COLUVIAL

MARGAS Y LIMOLITAS CALCÁREAS (APTIENSE SUPERIOR-ALBIENSE MEDIO)

LUTITAS CALCÁREAS NEGRAS (ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE SUPERIOR)

CONTACTO SUPUESTO

TERRENO NATURAL

RASANTE SOLERA FFCC UROLA

TÚNEL FFCC UROLA

LEYENDA GEOTÉCNIA

SONDEOS

ESTACIÓN GEOMECÁNICA

TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

A		PRIMERA EMISION	Julio 23	TEAM	ETS	NO
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP	OBRA	
BERRIKUSPENAK / REVISIONES						
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR			
team ingeniería consultoría			LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418			
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA			
22044-AN04-FIG_3						

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

LURRALDE PLANGINTZA,
ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

ets

PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA
ESCALA ORIGINAL

1:400

EN DIN A1

0 5 10 15 20

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE LOS TÚNELES
DE IRAETA Y ARROA DEL FERROCARRIL DEL UROLA.

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO

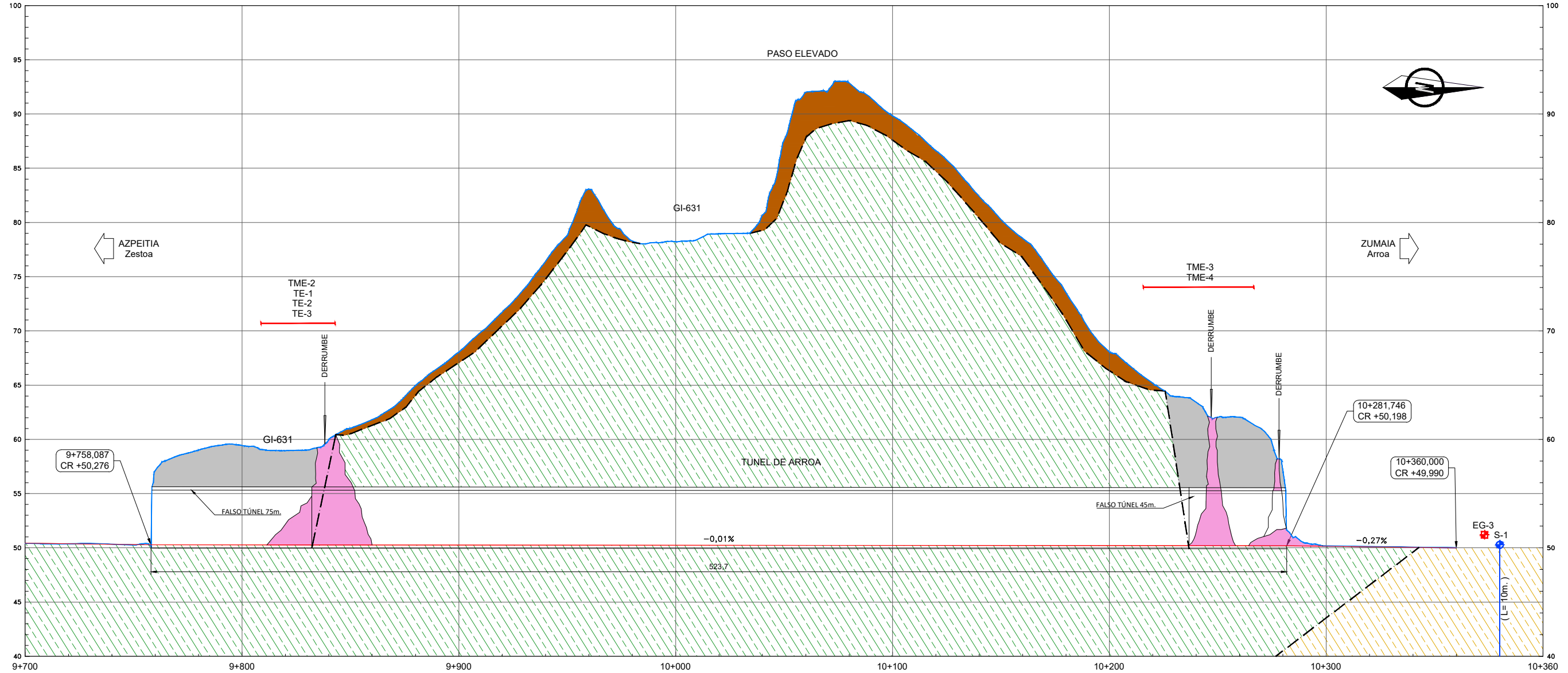
GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
FIGURA Nº3
PERFIL LONGITUDINAL TÚNEL DE IRAETA

PLANO ZK. / N. PLANO

AN04 F3

ORRIA / HOJA

1 Sigue FIN




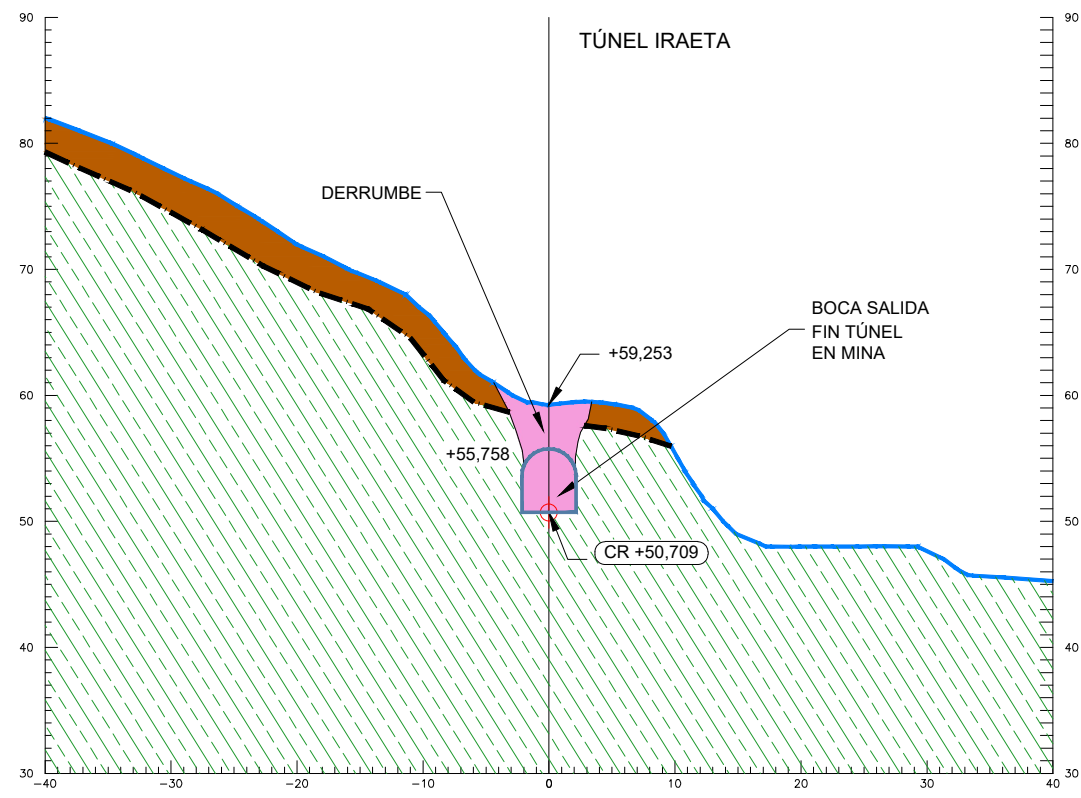
COTA ROJA	COTA-RASANTE																																COTA-TERRENO																																			
	1.025	0.812	1.467	1.731	1.228	2.453	5.120	6.997	8.432	9.731	9.729	9.712	9.678	9.710	10.066	11.262	12.363	13.479	14.611	16.428	18.133	19.518	21.896	24.001	26.231	28.500	32.459	30.018	29.713	29.681	29.672	29.709	29.741	29.759	32.544	38.483	39.837	40.289	40.554	40.789	40.376	38.117	36.558	35.033	32.617	30.647	28.861	26.728	24.469	21.830	19.265	17.815	16.612	15.566	14.082	12.827	11.572	10.329	4.441	2.276	0.559	0.09	0.08	0.07	0.05	0.02	0.000	51.45
	50.425	50.399	50.374	50.348	50.322	50.296	50.275	50.274	50.272	50.271	50.269	50.268	50.266	50.265	50.263	50.262	50.260	50.259	50.258	50.256	50.255	50.253	50.252	50.250	50.249	50.247	50.246	50.244	50.243	50.241	50.240	50.238	50.237	50.235	50.234	50.232	50.231	50.229	50.228	50.226	50.225	50.223	50.222	50.220	50.219	50.217	50.216	50.214	50.213	50.212	50.210	50.209	50.207	50.206	50.204	50.203	50.201	50.200	50.198	50.176	50.149	50.123	50.096	50.070	50.043	50.017	49.990	49.99

LEYENDA GEOLOGÍA	
	MATERIAL DESPRENDIDO
	RELLENO TERRAPLEN
	RELLENO FALSO TÚNEL
	SUELO ELUVIAL-COLUVIAL
	MARGAS Y LIMOLITAS CALCÁREAS (APTIENSE SUPERIOR-ALBIENSE MEDIO)
	LUTITAS CALCÁREAS NEGRAS (ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE SUPERIOR)
	CONTACTO SUPUESTO

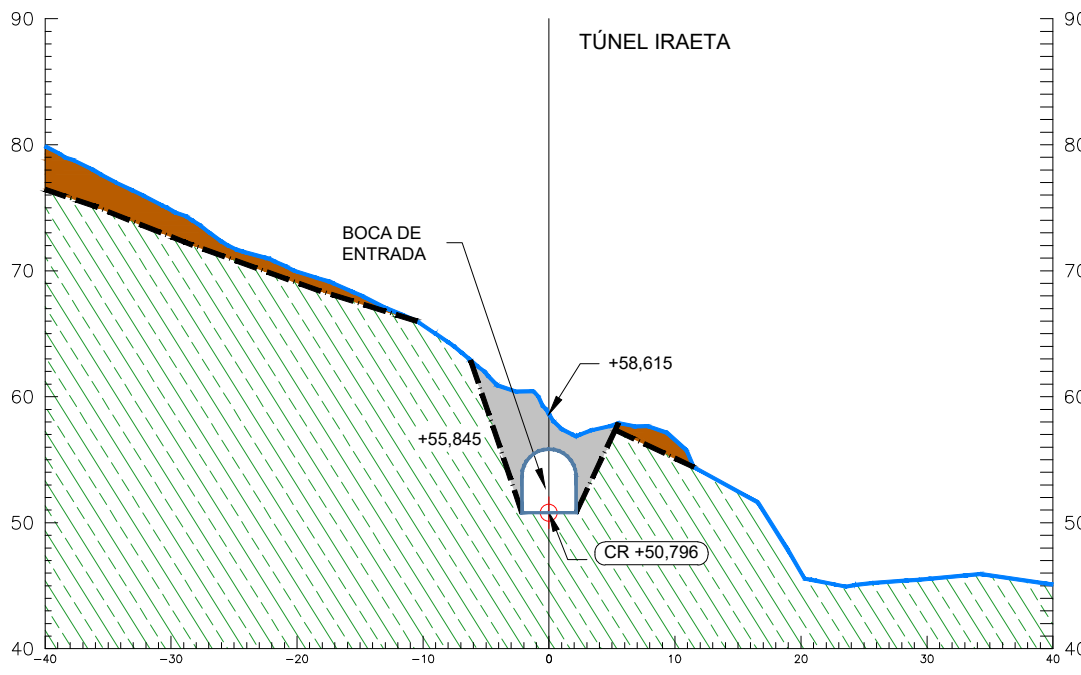
	TERRENO NATURAL
	RASANTE SOLERA FFCC UROLA
	TÚNEL FFCC UROLA

LEYENDA GEOTÉCNIA	
	SONDEOS
	ESTACIÓN GEOMECÁNICA
	TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

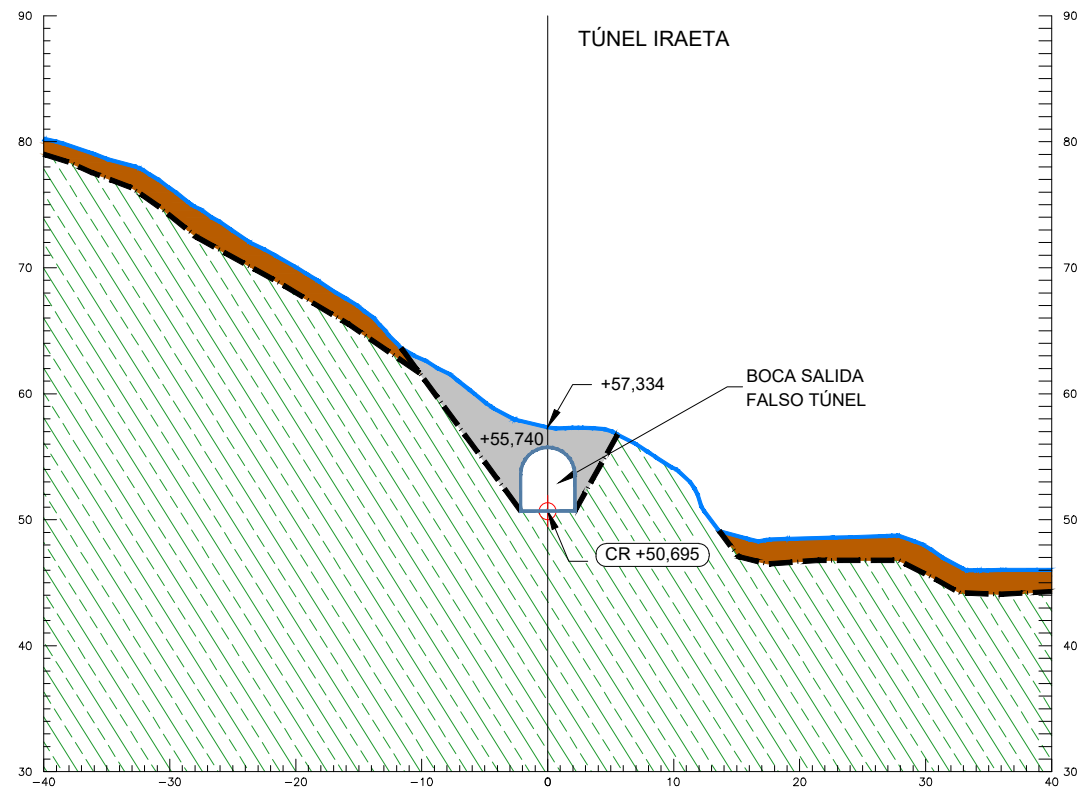
A	PRIMERA EMISION	Julio 23	TEAM	ETS	NO		
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA		
BERRIKUSPENAK / REVISIONES							
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR				
			LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418				
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA				
			22044-AN04-FIG_4				



P.K.=9+582,508



P.K.=9+519,991



P.K.=9+592,529

OHARRAK :
NOTAS :

LEYENDA GEOLOGÍA

MATERIAL DESPRENDIDO

RELLENO TERRAPLEN

RELLENO FALSO TÚNEL

SUELO ELUVIAL-COLUVIAL

MARGAS Y LIMOLITAS CALCÁREAS (APTIENSE SUPERIOR-ALBIENSE MEDIO)

LUTITAS CALCÁREAS NEGRAS (ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE SUPERIOR)

CONTACTO SUPUESTO

TERRENO NATURAL

RASANTE SOLERA FFCC UROLA

TÚNEL FFCC UROLA

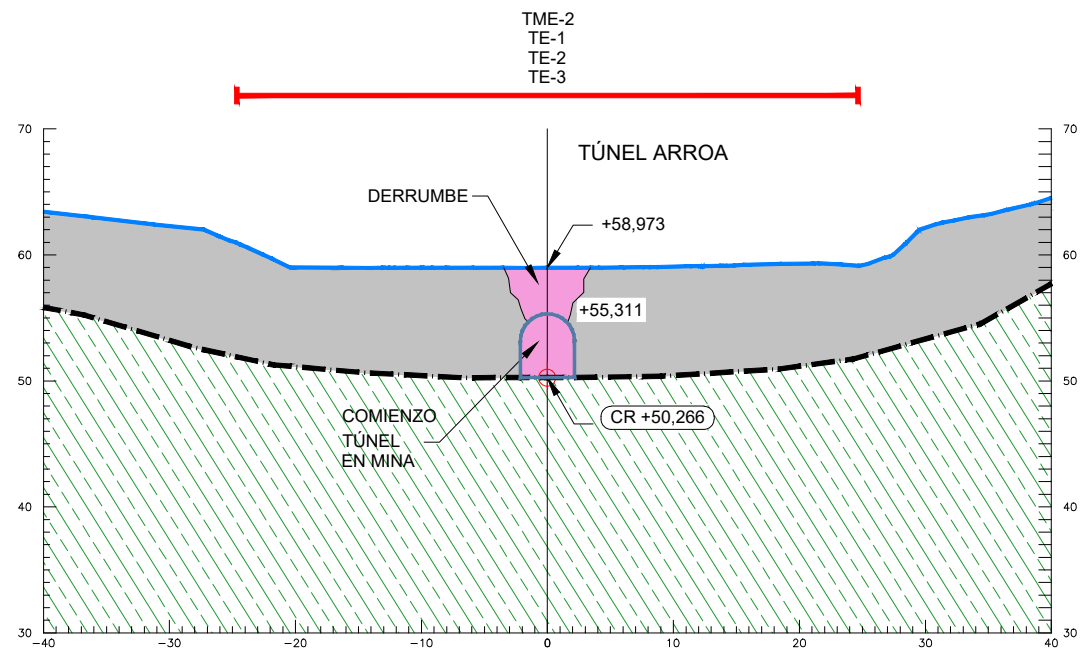
LEYENDA GEOTÉCNIA

SONDEOS

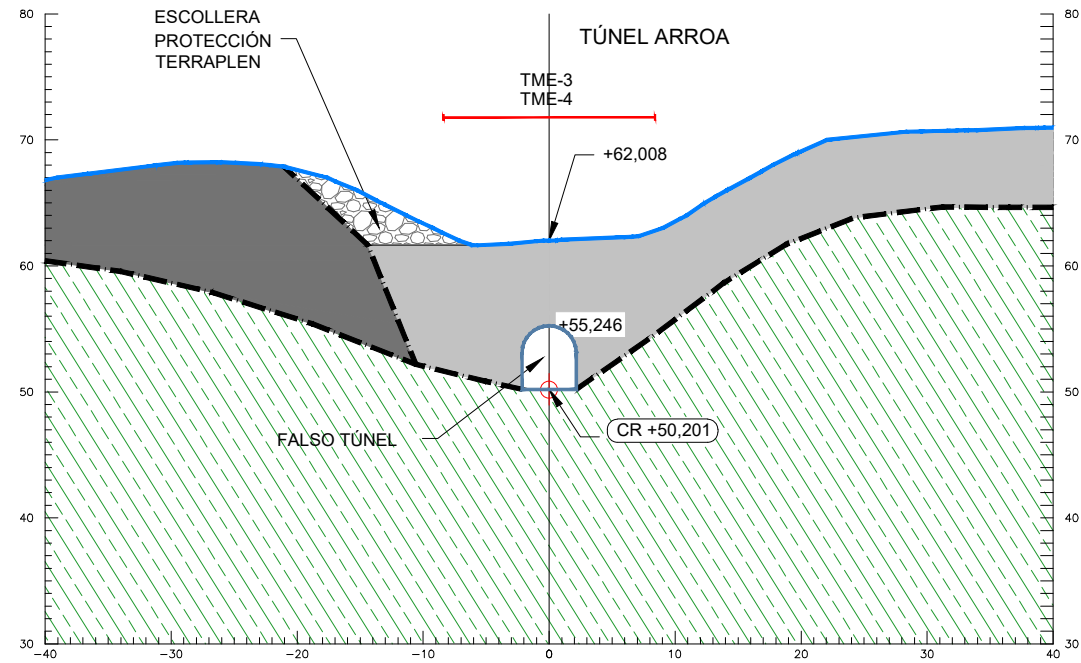
ESTACIÓN GEOMECÁNICA

TOMOGRFÍA ELÉCTRICA

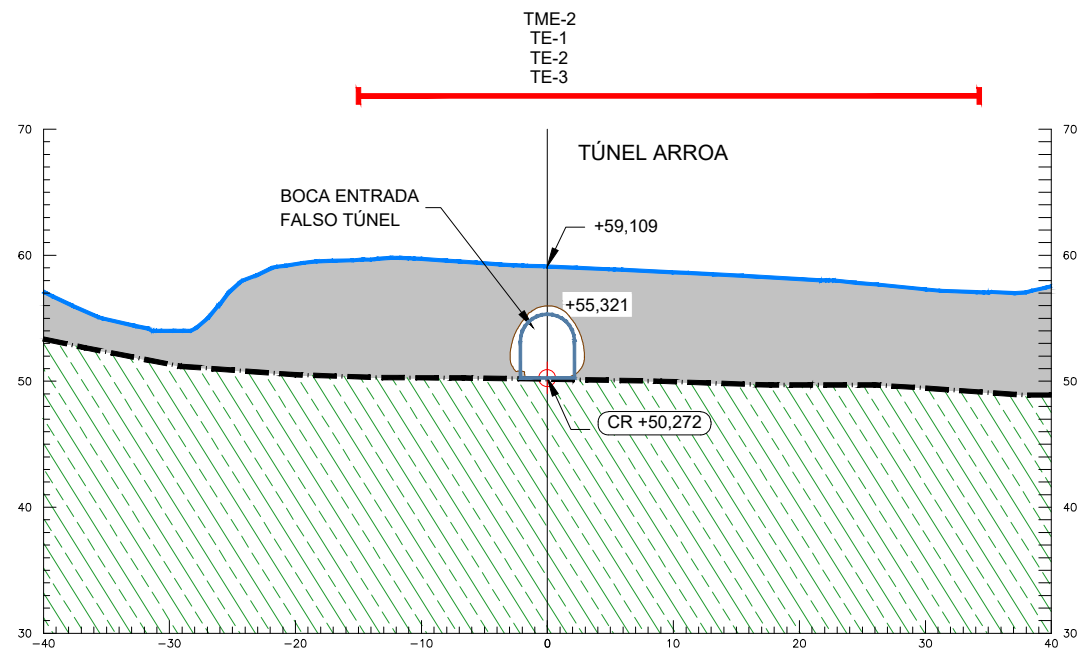
A	PRIMERA EMISION		Julio 23	TEAM	ETS	NO		
REV.	CLASE DE MODIFICACION		FECHA	NOMBRE	COMP	OBRA		
BERRIKUSPENAK / REVISIONES								
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR					
team ingeniería consultoría			LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418					
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA					
			22044-AN04-FIG_5					



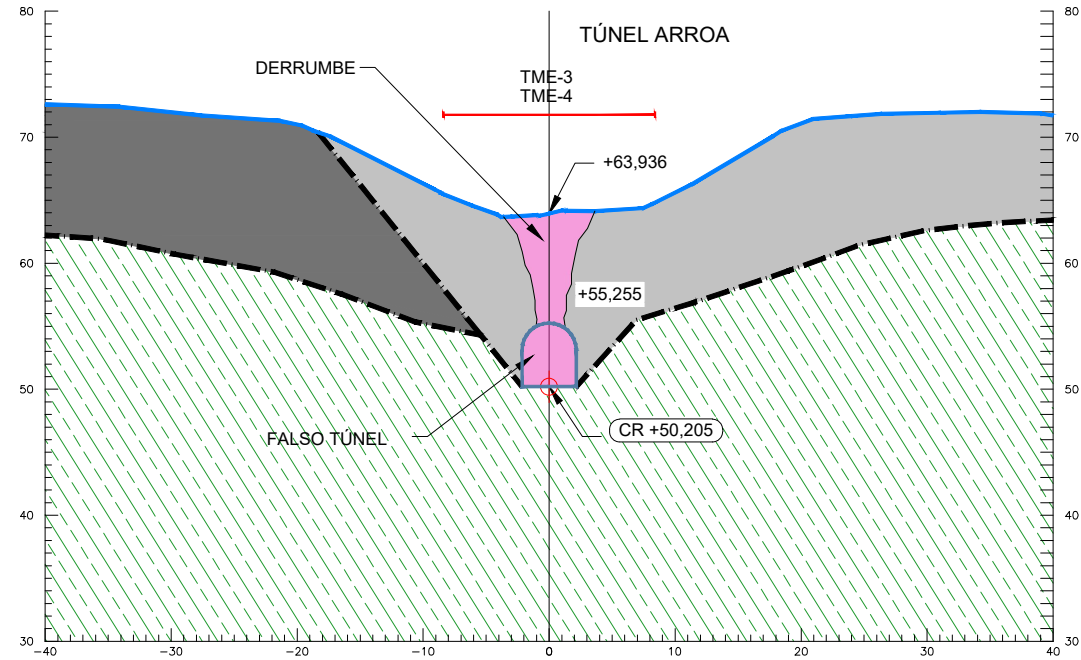
P.K.=9+822,484



P.K.=10+261,030



P.K.=9+781,522



P.K.=10+241,006

OHARRAK :
NOTAS :

LEYENDA GEOLOGÍA

- MATERIAL DESPRENDIDO
- RELLENO TERRAPLEN
- RELLENO FALSO TÚNEL
- SUELO ELUVIAL-COLUVIAL
- MARGAS Y LIMOLITAS CALCÁREAS (APTIENSE SUPERIOR-ALBIENSE MEDIO)
- LUTITAS CALCÁREAS NEGRAS (ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE SUPERIOR)
- CONTACTO SUPUESTO

LEYENDA GEOTÉCNIA

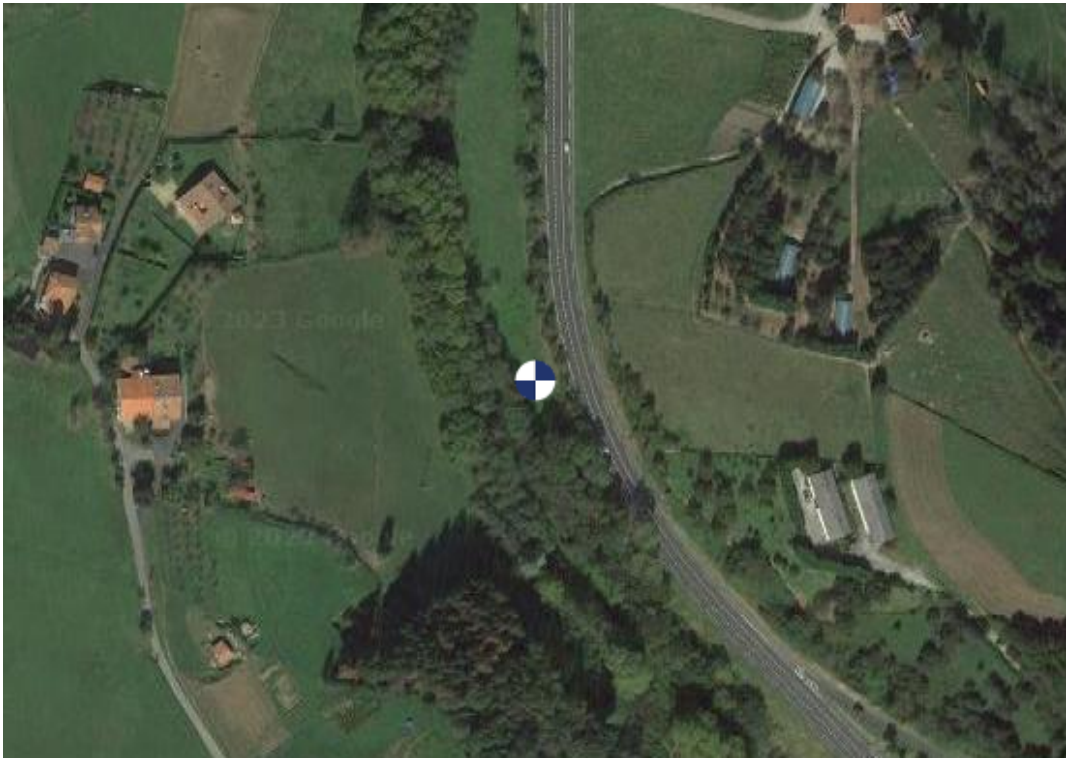
- SONDEOS
- ESTACIÓN GEOMECÁNICA
- TOMOGRFÍA ELÉCTRICA

A	PRIMERA EMISION	Julio 23	TEAM	ETS	NO	
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA	
BERRIKUSPENAK / REVISIONES						
AHOLKULARIA / CONSULTOR		INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR				
team ingeniería consultoría		LUISA URIEL TORRE ICCP Nº 12.418				
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR		ERREFERENTZIA REFERENCIA				
		22044-AN04-FIG_6				

Apéndices.

Apéndice n.º 1. Sondeos de reconocimiento.

MARCO GEODÉSICO:	X: 559111	SONDA TIPO:	TECOINSA TP-50	SONDISTA	CLIENTE	SOLICITANTE:				OBRA: SONDEOS MECANICOS			
	Y: 4789893			SANTIAGO									
	Z: 0	EMPRESA DE SONDEOS:	INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA LUR S.L.	GEÓLOGO:	REVISADO:								
	I: 0			DANIEL	CLAVE:								
	AZ:	MétODO DE PERFORACIÓN:	ROTACIÓN										



SITUACIÓN



Emplazamiento



Caja 1 Profundidad: 0-1.5m.



Caja 2 Profundidad: 1.5-3.7m.

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estándar	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Areno	LL: Límite Líquid	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxia	SO ₄ Sulfatos
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	Ø: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO ₃ : Carbonatos



Caja 3 Profundidad: 3.7-5.8m.



Caja 4 Profundidad: 5.8-8.1m.



Caja 5 Profundidad: 8.1-10.1m.



SITUACIÓN



Emplazamiento



Caja 1 Profundidad: 0-2.25m.



Caja 2 Profundidad: 2.25-4.4m.



Caja 3 Profundidad: 4.4-6.35m.



Caja 4 Profundidad: 6.35-8m.



Caja 5 Profundidad: 8-10.75m.

Apéndice n.º 2. Ensayos de campo (permeabilidad).



ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

PROYECTO:	RECONOCIMIENTO GEOTECNICO TUNELES UROLA					
SONDEO:	SM-1 TUNEL ARROA	PRUEBA N°:	1	FECHA:	15/02/2023	
MATERIAL ENSAYADO:	LUTITAS CALCAREAS NEGRAS					
TRAMO ENSAYADO	DE:	5,10	m	A:	10,10	m

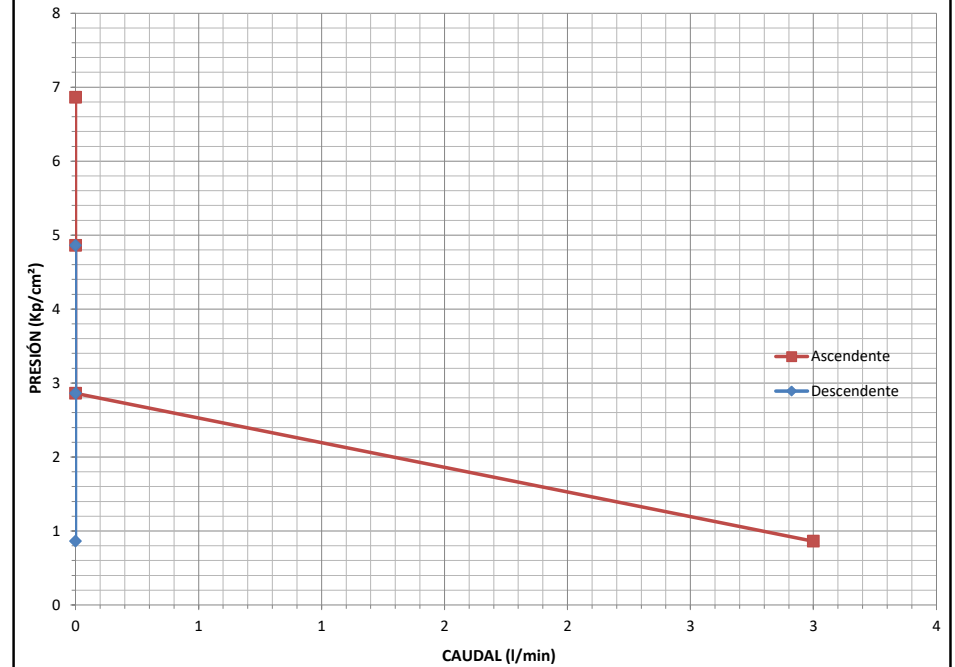
Datos referentes al sondeo:		
Z: Altura del manómetro desde la cota del terreno	1,0	m
D: Diámetro del tramo ensayado	101	mm
F: Profundidad del nivel freático desde cota de terreno	25,0	m
h: Presión del agua desde el manómetro hasta el nivel freático, si es superior al tramo ensayado o hasta el punto medio de este	0,86	kp/cm²
L: Longitud del tramo ensayado	5,0	m

DATOS DE CAMPO

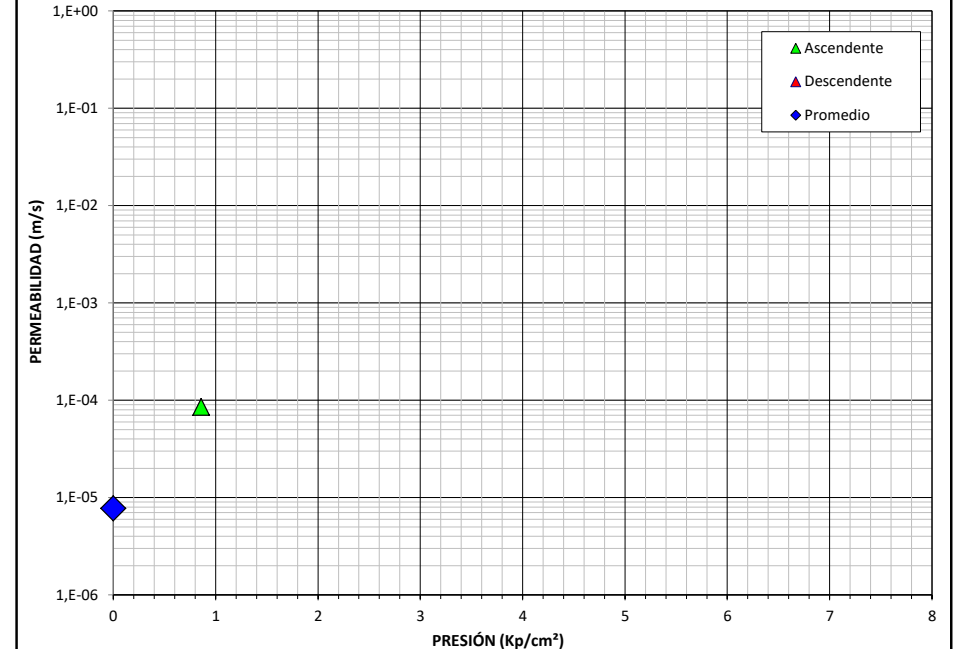
Estadio	P: Presión del manómetro		V: Volumen de agua introducido en el sondeo		t: Tiempo de duración del ensayo	
1	0,0	kp/cm²	30	litros	10	min
2	2,0	kp/cm²	0	litros	10	min
3	4,0	kp/cm²	0	litros	10	min
4	6,0	kp/cm²	0	litros	10	min
5	8,0	kp/cm²	0	litros	10	min
6	10,0	kp/cm²	0	litros	10	min
7	8,0	kp/cm²	0	litros	10	min
8	6,0	kp/cm²	0	litros	10	min
9	4,0	kp/cm²	0	litros	10	min
10	2,0	kp/cm²	0	litros	10	min
11	0,0	kp/cm²	0	litros	10	min

Estadio	H	(kp/cm²)	Q	(l/min)	K (m/s)	Uni. LUGEON
1	H1	0,86	Q1	3,00	8,50E-05	7,0
2	H2	2,86	Q2	0,00	0,00E+00	0,0
3	H3	4,86	Q3	0,00	0,00E+00	0,0
4	H4	6,86	Q4	0,00	0,00E+00	0,0
5	H5	8,86	Q5	0,00	0,00E+00	0,0
6	H6	10,86	Q6	0,00	0,00E+00	0,0
7	H7	8,86	Q7	0,00	0,00E+00	0,0
8	H8	6,86	Q8	0,00	0,00E+00	0,0
9	H9	4,86	Q9	0,00	0,00E+00	0,0
10	H10	2,86	Q10	0,00	0,00E+00	0,0
11	H11	0,86	Q11	0,00	0,00E+00	0,0
OBSERVACIONES:					K promedio	7,72E-06 m/s
						7,72E-08 cm/s

GRÁFICO CAUDAL-PRESIÓN



PERMEABILIDAD





ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

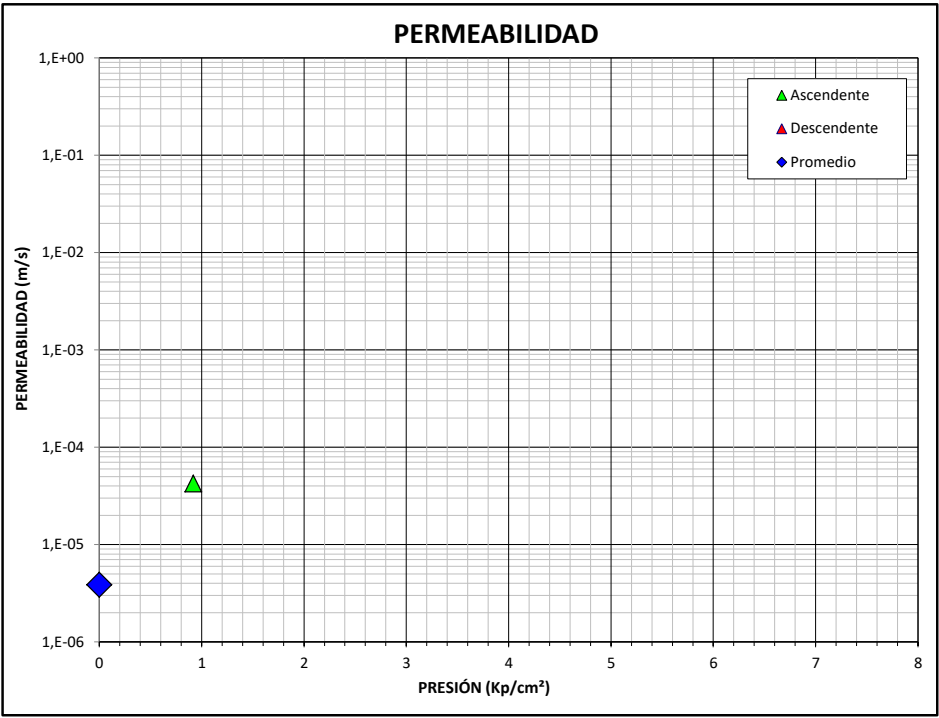
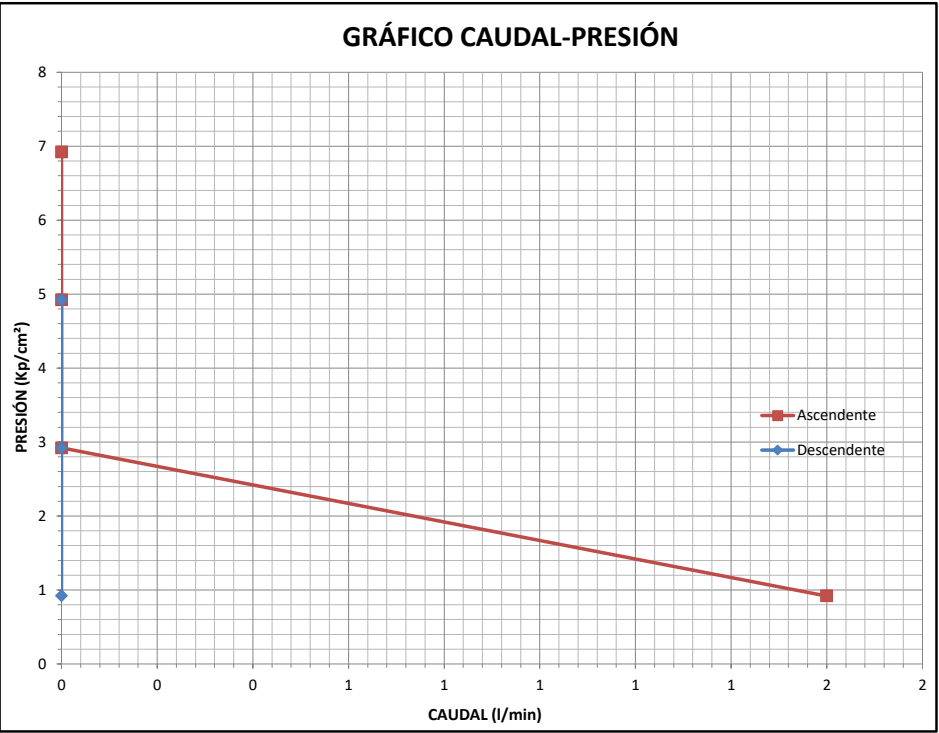
PROYECTO:	RECONOCIMIENTO GEOTECNICO TUNELES UROLA					
SONDEO:	SM-1 TUNEL IRAETA	PRUEBA N°:	1	FECHA:	16/02/2023	
MATERIAL ENSAYADO:	MARGAS Y LIMOLITAS CALCAREAS					
TRAMO ENSAYADO	DE:	5,70	m	A:	10,70	m

Datos referentes al sondeo:		
Z: Altura del manómetro desde la cota del terreno	1,0	m
D: Diámetro del tramo ensayado	101	mm
F: Profundidad del nivel freático desde cota de terreno	25,0	m
h: Presión del agua desde el manómetro hasta el nivel freático, si es superior al tramo ensayado o hasta el punto medio de este	0,92	kp/cm²
L: Longitud del tramo ensayado	5,0	m

DATOS DE CAMPO

Estadio	P: Presión del manómetro		V: Volumen de agua introducido en el sondeo		t: Tiempo de duración del ensayo	
1	0,0	kp/cm²	16	litros	10	min
2	2,0	kp/cm²	0	litros	10	min
3	4,0	kp/cm²	0	litros	10	min
4	6,0	kp/cm²	0	litros	10	min
5	8,0	kp/cm²	0	litros	10	min
6	10,0	kp/cm²	0	litros	10	min
7	8,0	kp/cm²	0	litros	10	min
8	6,0	kp/cm²	0	litros	10	min
9	4,0	kp/cm²	0	litros	10	min
10	2,0	kp/cm²	0	litros	10	min
11	0,0	kp/cm²	0	litros	10	min

Estadio	H	(kp/cm²)	Q	(l/min)	K (m/s)	Uni. LUGEON
1	H1	0,92	Q1	1,60	4,24E-05	3,5
2	H2	2,92	Q2	0,00	0,00E+00	0,0
3	H3	4,92	Q3	0,00	0,00E+00	0,0
4	H4	6,92	Q4	0,00	0,00E+00	0,0
5	H5	8,92	Q5	0,00	0,00E+00	0,0
6	H6	10,92	Q6	0,00	0,00E+00	0,0
7	H7	8,92	Q7	0,00	0,00E+00	0,0
8	H8	6,92	Q8	0,00	0,00E+00	0,0
9	H9	4,92	Q9	0,00	0,00E+00	0,0
10	H10	2,92	Q10	0,00	0,00E+00	0,0
11	H11	0,92	Q11	0,00	0,00E+00	0,0
OBSERVACIONES:					K promedio	3,85E-06 m/s
						3,85E-08 cm/s



Apéndice nº3. Estaciones geomecánicas.

DATOS GENERALES

PROYECTO:

Expediente P200023298; Servicio para la redacción del proyecto de rehabilitación y refuerzo de los túneles de Iraeta y Arroa del ferrocarril de Urola

CLAVE:

22-044-ETS UROLA

LOCALIZACIÓN

BOCA ENTRADA IRAETA

FECHA:

10/03/2023

COORDENADAS UTM:

X

Y

X

559913

4789269

54

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

SECO

Índice RMR (Bieniawski, 1989):

CARACTERIZACIÓN DE LA ROCA MATRIZ

LITOLOGÍA:

CALIZAS CON INTERCALACIONES DE MARGOCALIZAS

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981):

I

RESISTENCIA (ISRM 1981):

25-50 MPa

Fotografía del macizo.

Fotografía de detalle (macizo Escudo).

Proyección estereográfica de discontinuidades y del talud.

LEYENDA

Tipo de plano (1)

E Estratificación

S Esquistosidad

J Juntas

F Fallas

B Bandeado

Rellenos (2)

C Arcillas y lim

S Arenas

G Gravas

B Brechas

M Milonitas

Litología (3)

Ox Óxidos

Q Cuarzo

Cc Carbonatos

F Feldespatos

Ma Miner. Arcilli

Ma Mármoles

Mg Margas

Es Esquistos

Bc Biocalcarenititas

Gr Rocas graníticas

V Rocas básicas

Resistencia a partir de índices de campo (ISRM, 1981) (4)

R0 Se puede marcar con la uña.

R1 Al golpear con la punta del martillo la roca se desmenuza.

R2 Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas.

R3 Con un golpe fuerte de martillo puede fracturarse.

R4 Se requiere más de un golpe del martillo para fracturarla.

R5 Se requiere muchos golpes del martillo para fracturarla.

R6 Al golpear con el martillo sólo saltan esquirlas.

S1 El puño penetra fácilmente varios cm.

S2 El dedo penetra fácilmente varios cm.

S3 Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.

S4 Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.

S5 Con cierta presión suele marcarse con la uña.

S6 Se marca con dificultad al presionar con la uña.

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

Fresca

Lig. Meteorizada

Mod. Meteorizada

Altamente Meteorizada

Completamente Meteorizada

Suelo residual

R0

R1

R2

R3

R4

R5

R6

RESISTENCIA (MPa) (ISRM, 1981) (4)

Extrem. Blanda

Muy blanda

Blanda

Moder Dura

Dura

Muy Dura

Extrem Dura

0,25-1,0

1,0-5,0

5,0-25

25-50

50-100

100-250

>250

CARACTERIZACIÓN DE LA ROCA MATRIZ

LITOLOGÍA (3)

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

Fresca

Lig. Meteorizada

Mod. Meteorizada

Altamente Meteorizada

Completamente Meteorizada

Suelo residual

R0

R1

R2

R3

R4

R5

R6

RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)

Extrem. Blanda

Muy blanda

Blanda

Moder Dura

Dura

Muy Dura

Extrem Dura

0,25-1,0

1,0-5,0

5,0-25

25-50

50-100

100-250

>250

CARACTERIZACIÓN DE LAS JUNTAS Y DISCONTINUIDADES DEL MACIZO ROCOSO

TIPO DE PLANO (1)

BUZAMIENTO (º)

DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (º)

ESPACIADO (mm) (ISRM, 1981)

Extrem. Juntas.

Muy Juntas

Juntas

Modern. Juntas

Separadas

Muy separadas

Extrem. Separadas

CONTINUIDAD (m) (ISRM, 1981)

SEGÚN DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO

SEGÚN BUZAMIENTO

ABERTURA (ISRM; 1981)

Muy cerrada

Cerrada

Parcialm. Abierta

Abierta

Moderad. Abierta

Ancha

Muy ancha

Extrem ancha

Cavernas

RUGOSIDAD (ISRM 1981)

Escalonada

Ondulada

Plana

CARACTERIZACIÓN DEL RELLENO

LITOLOGÍA (2)

ESPESOR (mm)

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

Fresca

Lig. Meteorizada

Mod. Meteorizada

Altamente Meteorizada

Completamente Meteorizada

Suelo residual

HUMEDAD (%) (Bieniawski, 1989)

Seco

Ligeram húmedo

Húmedo

Goteando

RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)

Agua fluyendo

Muy blanda

Débil

Firme

Rígida

Muy Rígida

<0,025

0,025-0,0

0,05-0,1

0,1-0,25

0,25-0,5

CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS

ÍNDICE RMR

DATO

Valoración

Resistencia

25

2

RQD

20%

4

Espaciado

0,02-0,06

8

Longitud (m)

<1 m

6

Rugosidad

Ondulada

1

Apertura (mm)

0,1-1mm

5

Relleno

No

6

Alteración

Mod. alterada

3

Agua

Seco

15,0

Orientación

x

Q BARTON

DATO

VALORACIÓN

RQD

Jn

Jr

Ja

Jw

SRF

ORIENTACIÓN PROMEDIO DISCONTINUIDADES

TIPO PLANO

BUZAMIENTO

DIRECCION BUZAMIENTO

E0

40

150

J1

80

90

J2

20

330

J3

50

260

J4

Limolitas calcáreas negras (margas de Itziar-Urgoniano) muy fracturadas y ligeramente meteorizadas GM=II. Presentan la típica exfoliación en capas de cebolla produco de la meteorización y que producen el desprendimiento de numerosos bloques pero de pequeño tamaño

RMR BÁSICO RMRb

50

RMR CORREGIDO RMRc

50

ÍNDICE Q DE BARTON (2000)

#iDIV/0!

ÍNDICE GSI (MARINOS Y HOEK,2000)

45

[illegible]

DATOS GENERALES

PROYECTO:

Expediente P200023298; Servicio para la redacción del proyecto de rehabilitación y refuerzo de los túneles de Iraeta y Arroa del ferrocarril de Urola

CLAVE:

22-044-ETS UROLA

LOCALIZACIÓN

BOCA SALIDA ARROA

FECHA:

19/04/2023

COORDENADAS UTM:

X559219Y4789699X60

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

HÚMEDO

Índice RMR (Bieniawski, 1989):

CARACTERIZACIÓN DE LA ROCA MATRIZ

LITOLOGÍA:

CALIZAS CON INTERCALACIONES DE MARGOCALIZAS

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981):

I

RESISTENCIA (ISRM 1981):

25-50 Mpa

Fotografía del macizo.

Fotografía de detalle (*incluir escala*) .

Proyección estereográfica de discontinuidades y del talud.

LEYENDA

Tipo de plano (1)

Rellenos (2)

Litología (3)

E EstratificaciónC Arcillas y lim Ox ÓxidosPz PizarrasEs Esquistos

S EsquistosidadS ArenasQ CuarzoGw GrauwacasBc Biocalcarenitas

J JuntasG GravascC CarbonatosAr AreniscasGr Rocas graníticas

F FallasB BrechasF FeldespatosCz CalizasV Rocas básicas

B BandeadoM MilonitasMa Miner. Arcill; Ma MármolesMg Margas

Resistencia a partir de índices de campo (ISRM, 1981) (4)

R0 Se puede marcar con la uña.
R1 Al golpear con la punta del martillo la roca se desmenuza.
R2 Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas.
R3 Con un golpe fuerte de martillo puede fracturarse.
R4 Se requiere más de un golpe del martillo para fracturarla.
R5 Se requiere muchos golpes del martillo para fracturarla.
R6 Al golpear con el martillo sólo saltan esquirlas.

S1 El puño penetra fácilmente varios cm.
S2 El dedo penetra fácilmente varios cm.
S3 Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.
S4 Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.
S5 Con cierta presión suele marcarse con la uña.
S6 Se marca con dificultad al presionar con la uña.

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

RESISTENCIA (MPa) (ISRM, 1981) (4)

FrescaLig. MeteorizadaMod. MeteorizadaAltamente MeteorizadaCompletamente MeteorizadaSuelo residualExtrem. Bland1,0-5,0Muy blanda5,0-25Moder Dura50-100Dura100-250Muy Dura>250Extrem Dura

I IIRIIIIIVIROR1R2R3R4R5R6

CARACTERIZACIÓN DE LA ROCA MATRIZ

CARACTERIZACIÓN DE LAS JUNTAS Y DISCONTINUIDADES DEL MACIZO ROCOSO

CARACTERIZACIÓN DEL RELLENO

LITOLOGÍA (3)

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)

TIPO DE PLANO (1)

BUZAMIENTO (º)

DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (º)

ESPACIADO (mm) (ISRM, 1981)

CONTINUIDAD (m) (ISRM, 1981)

ABERTURA (ISRM; 1981)

RUGOSIDAD (ISRM 1981)

FrescaLig. MeteorizadaMod. MeteorizadaAltamente MeteorizadaCompletamente MeteorizadaSuelo residualExtrem. Blanda1,0-5,0Muy blanda5,0-25Moder Dura50-100Dura100-250Muy Dura>250Extrem Dura

< 20≥20, <60≥60, <200≥200, <600≥600, <2000≥2000, <6000≥6000Extm.Separadas< 1≥1, <3≥3, <10≥10, <20≥20< 1≥1, <3≥3, <10≥10, <20≥20< 1≥1, <3≥3, <10≥10, <20≥20< 0,1 mm≥0,1, <0,25 m≥0,25, <0,50≥0,50, <2,50≥2,50, <10 m≥1 cm≥1, <10 cm≥10, <100 cm≥1 mEscalonadaI RugosaII LisaIII PulidaIV RugosaV LisaVI PulidaVII RugosaVIII LisaIX Pulida

OnduladaPlana

LITOLOGÍA (2)

ESPESOR (mm)

METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)

HUMEDAD (%) (Bieniawski, 1989)

RESISTENCIA (Mpa) (ISRM, 1981) (4)

FrescaLig. MeteorizadaMod. MeteorizadaAltamente MeteorizadaCompletamente MeteorizadaSuelo residualSecoHúmedoGoteandoAgua fluyendoMuy blanda0,025-0,05Débil0,05-0,1Firme0,1-0,25Rígida0,25-0,5

S1S2S3S4S5

CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS

INDICE RMR

DATO

Valoración

Resistencia

5

1

RQD

0%

0

Espaciado

0,02-0,06

8

Longitud (m)

<1 m

6

Rugosidad

Ondulada

1

Apertura (mm)

0,1-1mm

5

Relleno

No

6

Alteración

mUY. alterada

1

Agua

Húmedo

7,0

Orientación

x

Q BARTON

DATO

VALORACIÓN

RQD

Jn

Jr

Ja

Jw

SRF

ORIENTACIÓN PROMEDIO DISCONTINUIDADES

TIPO PLANO

BUZAMIENTO

DIRECCION BUZAMIENTO

E0

30

130

J1

70

350

J2

80

310

J3

J4

Limolitas calcáreas negras (margas de Itziar-Urgoniano) muy fracturadas y meteorizadas GM=I-IVI. Los tramos menos meteorizados presentan la típica exfoliación en capas de cebolla produco de la meteorización y que producen el desprendimiento de numerosos bloques pero de pequeño tamaño. El tramo mas meteorizado prsenta el aspecto de una arcilla gris compacta

RMR BÁSICO RMRb

43

RMR CORREGIDO RMRc

35

ÍNDICE Q DE BARTON (2000)

#iDIV/0!

ÍNDICE GSI (MARINOS Y HOEK,2000)

30

Apéndice n.º 4. Ensayos de laboratorio.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4025	1771	86311	S .2023/465	15/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 10,20 a 10,75 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Iraeta**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

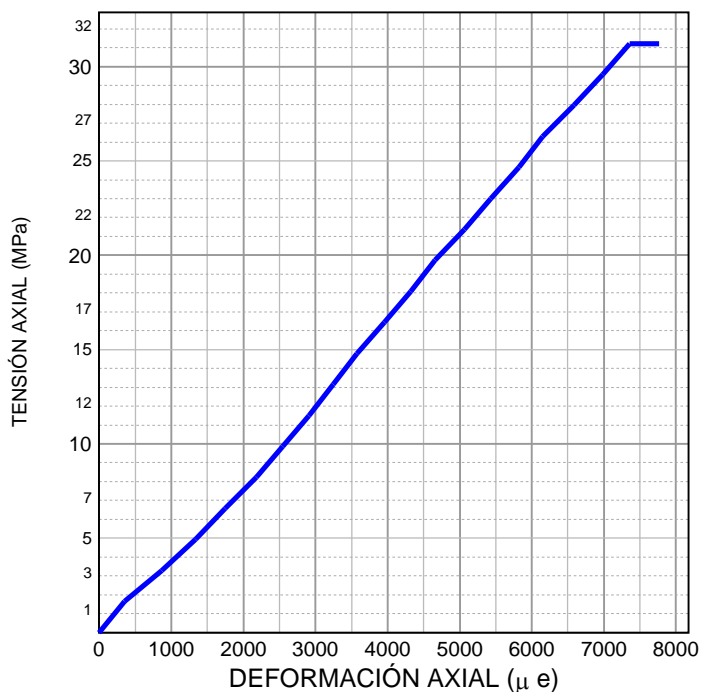
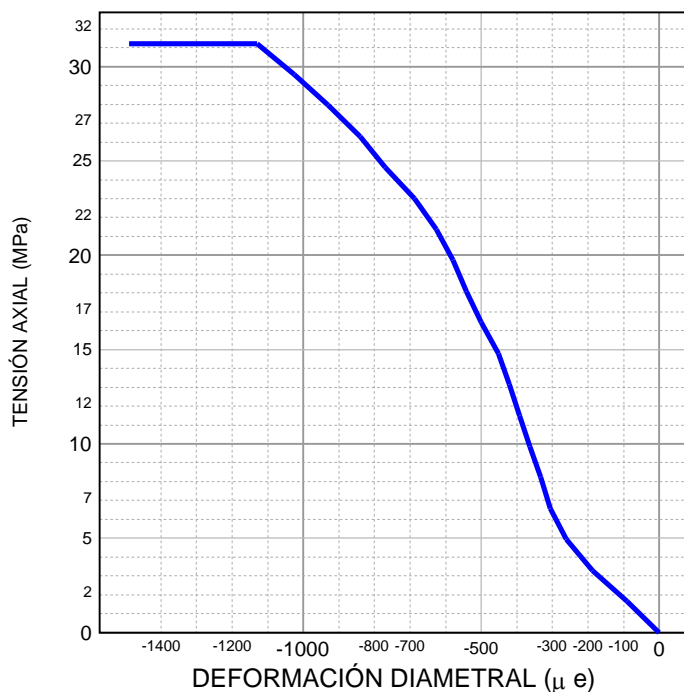


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4025	1771	86311	S .2023/465	15/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	221,8
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	32,9
Módulo medio de Young	MPa	4653,47
Coeficiente de Poisson		0,11

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²


OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4026	1772	86311	S .2023/465	15/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varías

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 3,70 a 4,30 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Arroa**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

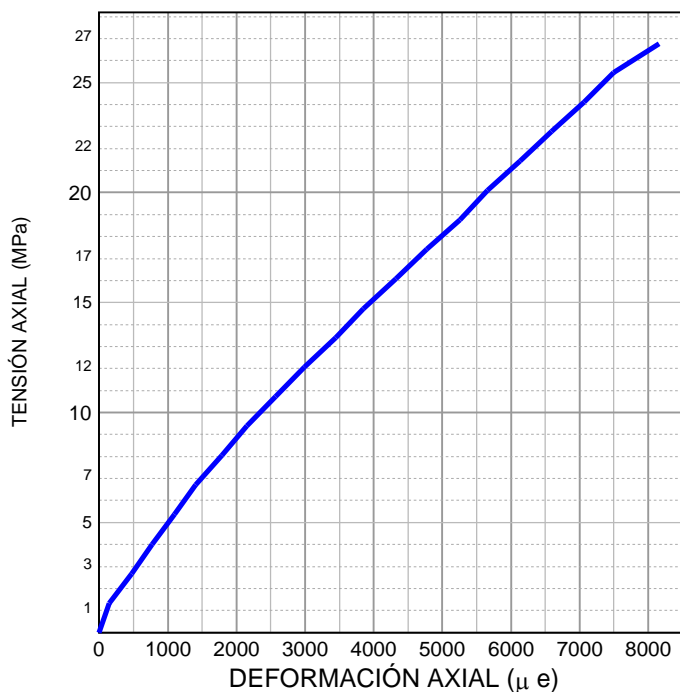
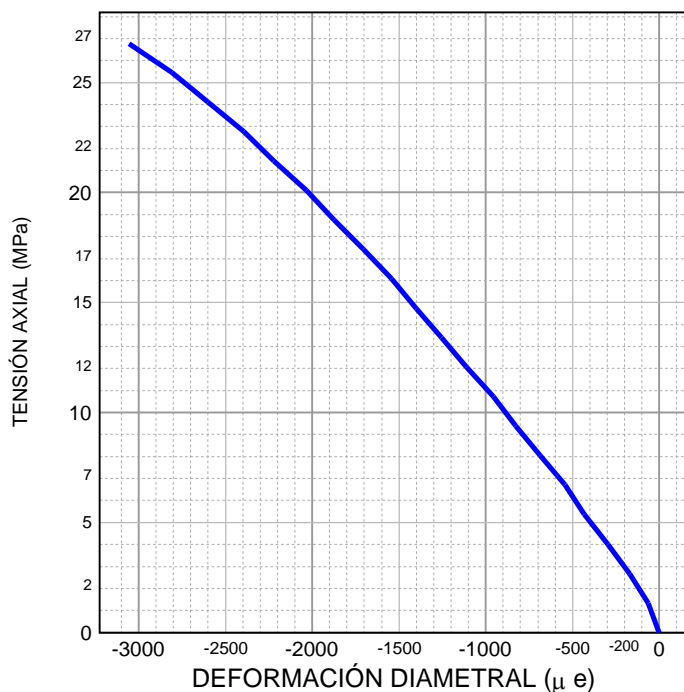


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4026	1772	86311	S .2023/465	15/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,3
Altura	mm	217,2
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	26,8
Módulo medio de Young	MPa	3038,05
Coeficiente de Poisson		0,33

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4027	1773	86311	S .2023/465	15/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 100896

1605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245Ensayos varios de geotecnia.
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 1,50 a 2,00 m)

PROCEDENCIA: Túnel Arroa

FECHA DE MUESTREO: 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

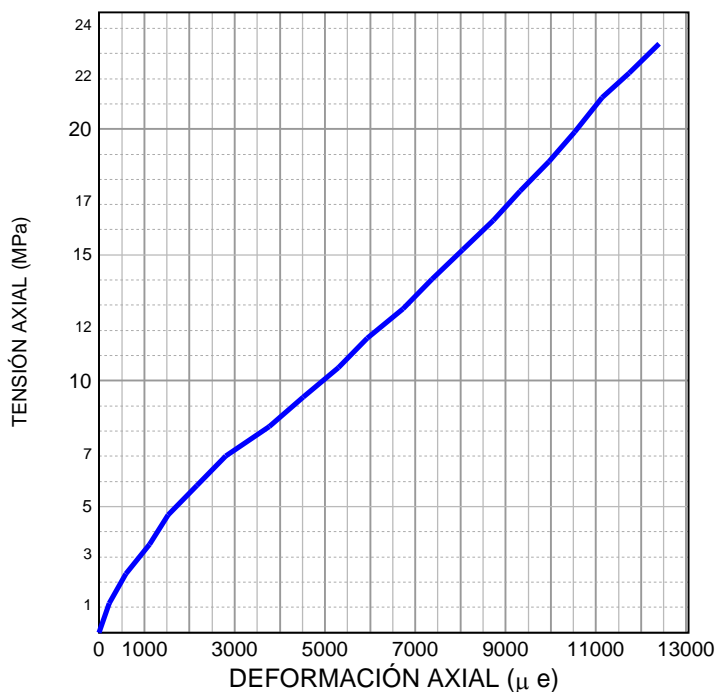
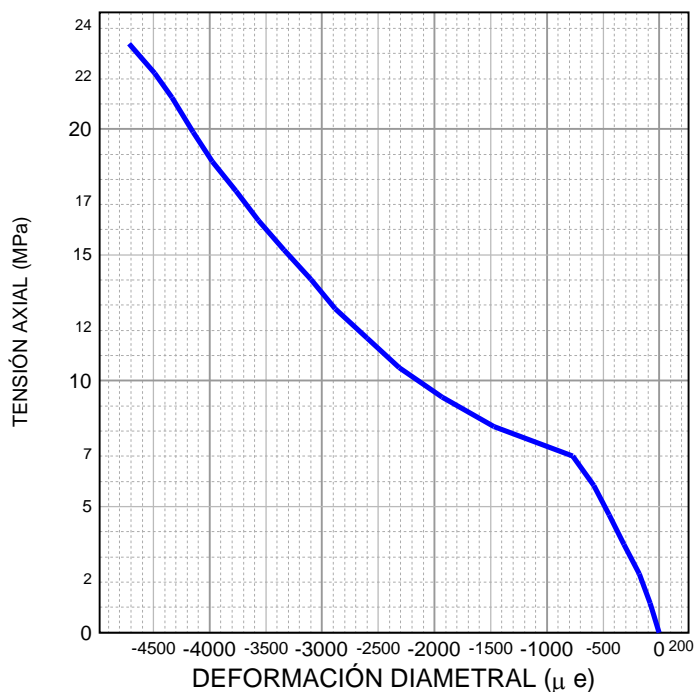


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4027	1773	86311	S .2023/465	15/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.

DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	223,6
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	23,4
Módulo medio de Young	MPa	2118,61
Coeficiente de Poisson		0,27

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4028	1774	86311	S .2023/465	15/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 100896

1605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245Ensayos varios de geotecnia.
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 5,65 a 6,00 m)

PROCEDENCIA: Túnel Iraeta

FECHA DE MUESTREO: 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

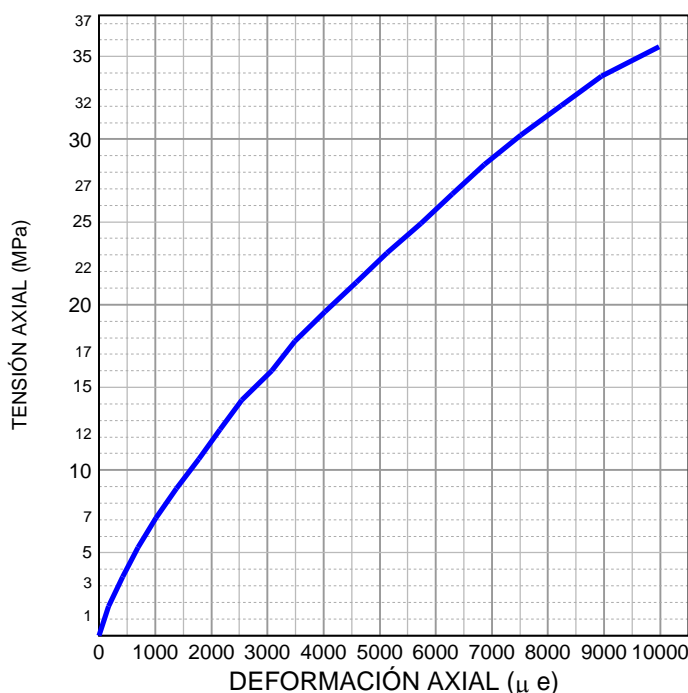
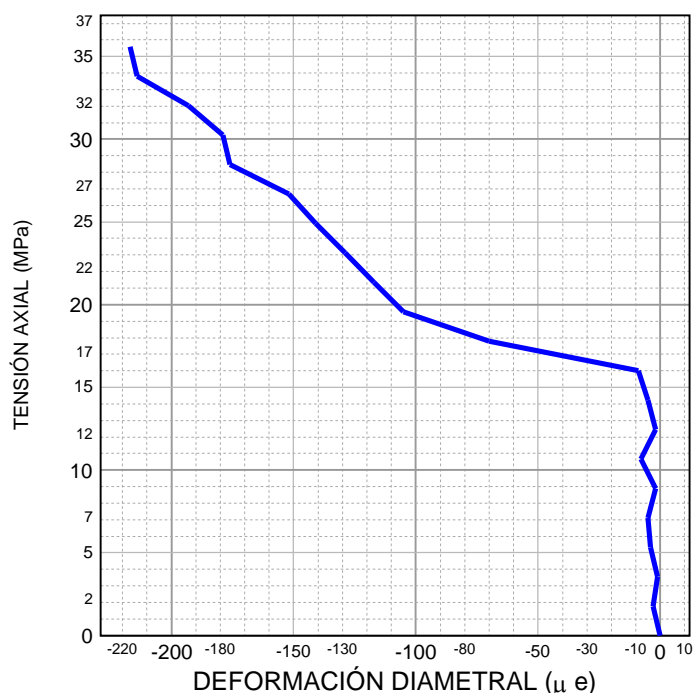


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4028	1774	86311	S .2023/465	15/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	223,6
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	35,6
Módulo medio de Young	MPa	3735,57
Coeficiente de Poisson		0,10

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm².



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4029	1775	86311	S .2023/465	16/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 9,70 a 10,10 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Arroa**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

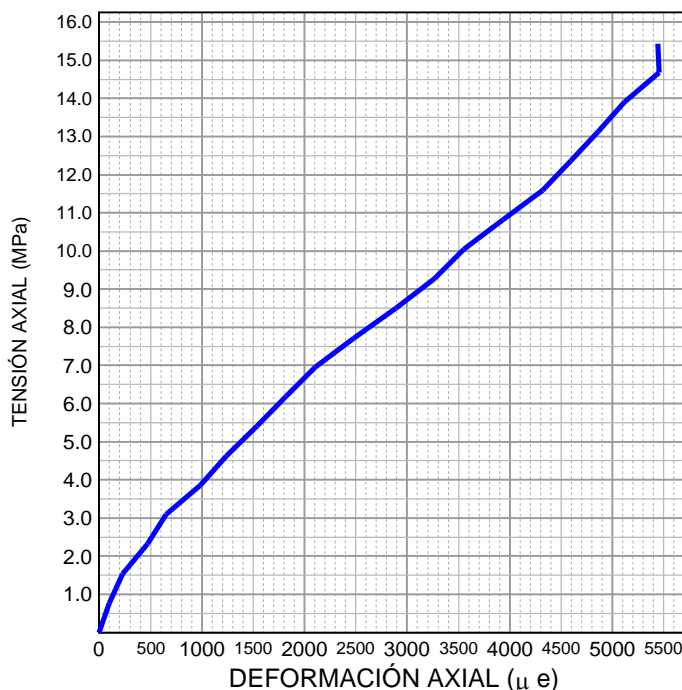
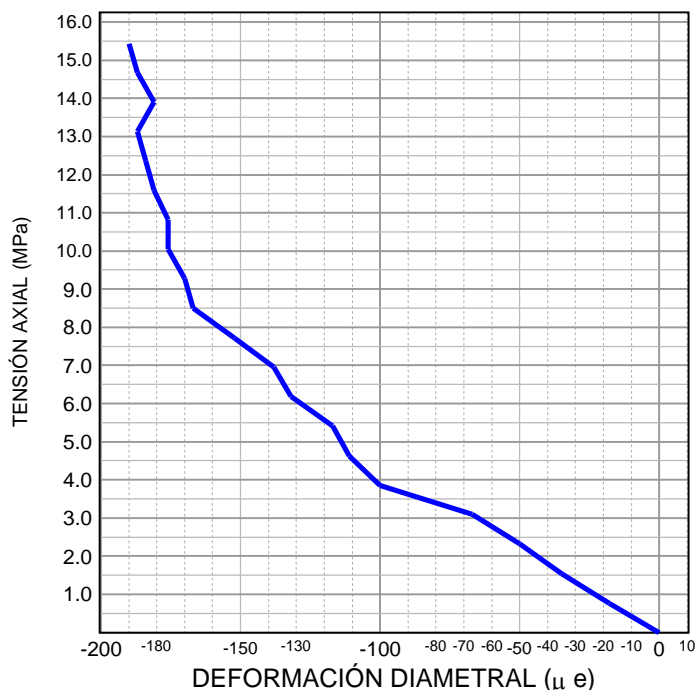


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4029	1775	86311	S .2023/465	16/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	197,0
Forma de rotura		Plano a 30º con eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		Altura/diámetro < 2,5
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	15,4
Módulo medio de Young	MPa	2956,46
Coeficiente de Poisson		0,06

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm² //TÚNEL ARROA, S-1, TP (De 9,70 a 10,10 m)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4030	1776	86311	S .2023/465	16/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 8,30 a 8,70 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Arroa**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

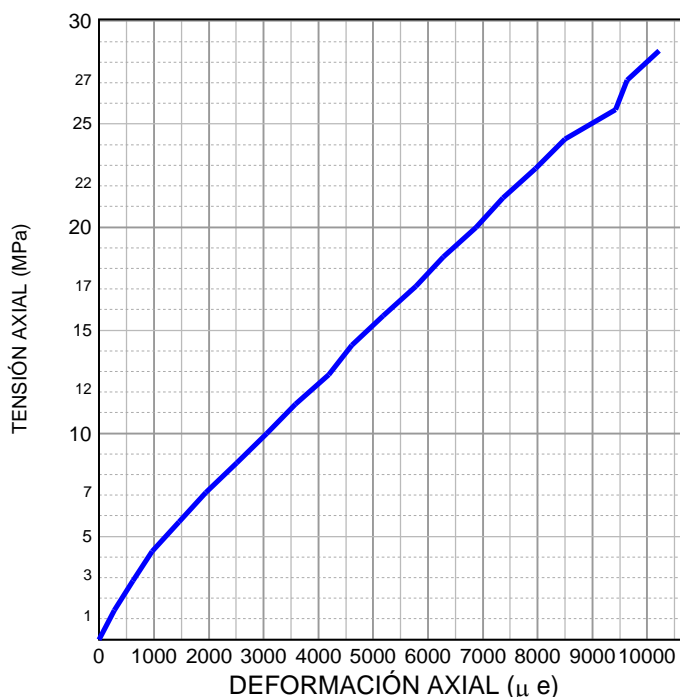
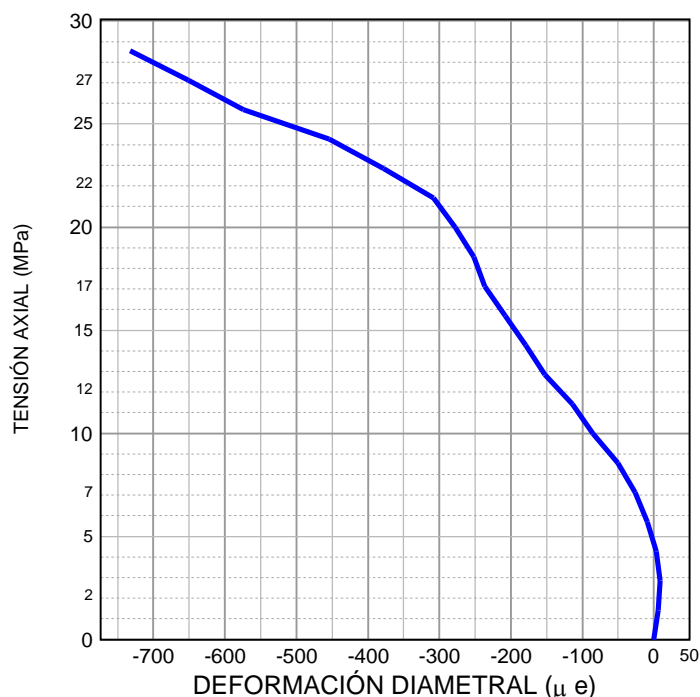


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4030	1776	86311	S .2023/465	16/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,3
Altura	mm	214,3
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	28,6
Módulo medio de Young	MPa	2596,63
Coeficiente de Poisson		0,06

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²// TÚNEL ARROA, S-1, TP (De 8,30 a 8,70 m)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4202	1777	86311	S .2023/465	20/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varías

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 3,40 a 3,65 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Iraeta**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

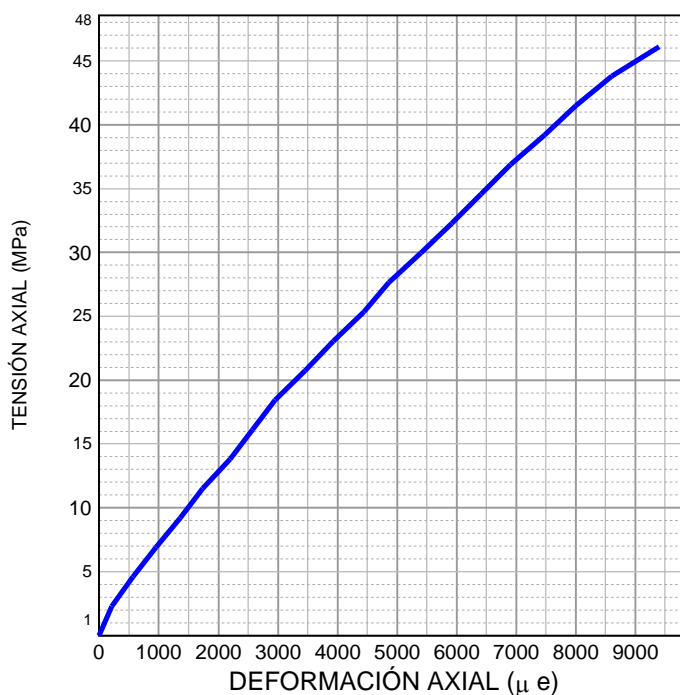
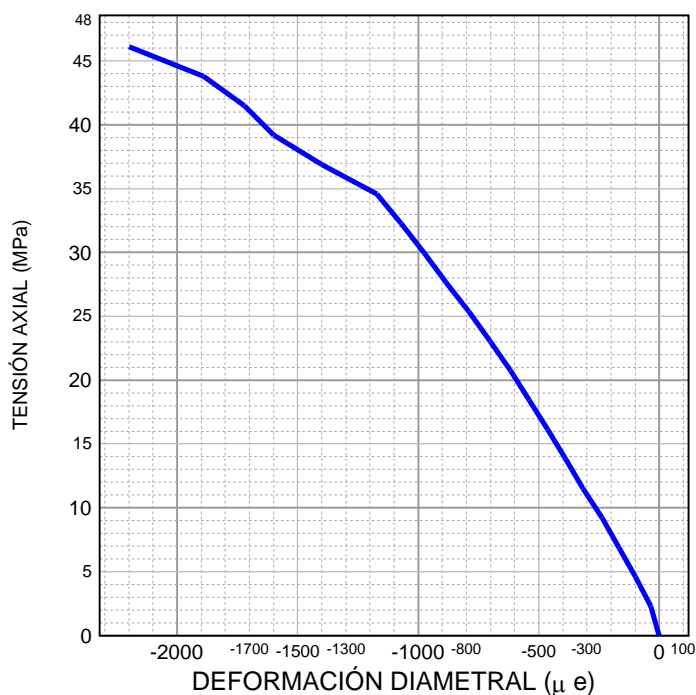


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4202	1777	86311	S .2023/465	20/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	215,5
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	46,1
Módulo medio de Young	MPa	4822,36
Coeficiente de Poisson		0,18

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4239	1778	86311	S .2023/465	20/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 7,75 a 8,00 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Iraeta**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

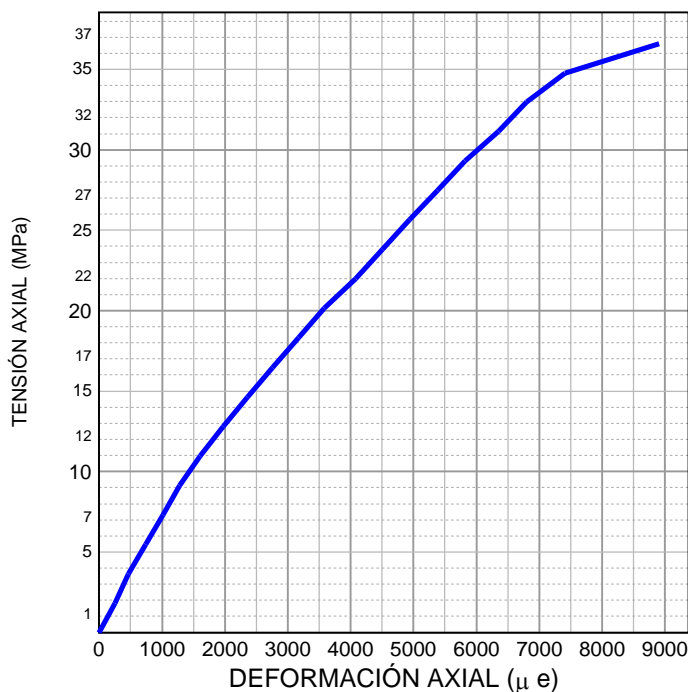
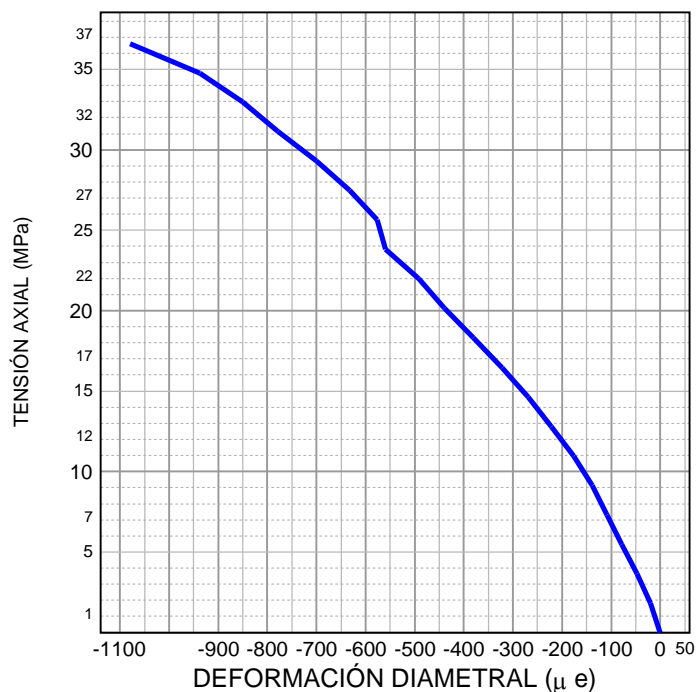


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4239	1778	86311	S .2023/465	20/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,4
Altura	mm	213,0
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	36,6
Módulo medio de Young	MPa	4259,15
Coeficiente de Poisson		0,13

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4240	1779	86311	S .2023/465	20/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 100896

1605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245

Ensayos varios de geotecnia.
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 1,40 a 1,65 m)

PROCEDENCIA: Túnel Iraeta

FECHA DE MUESTREO: 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

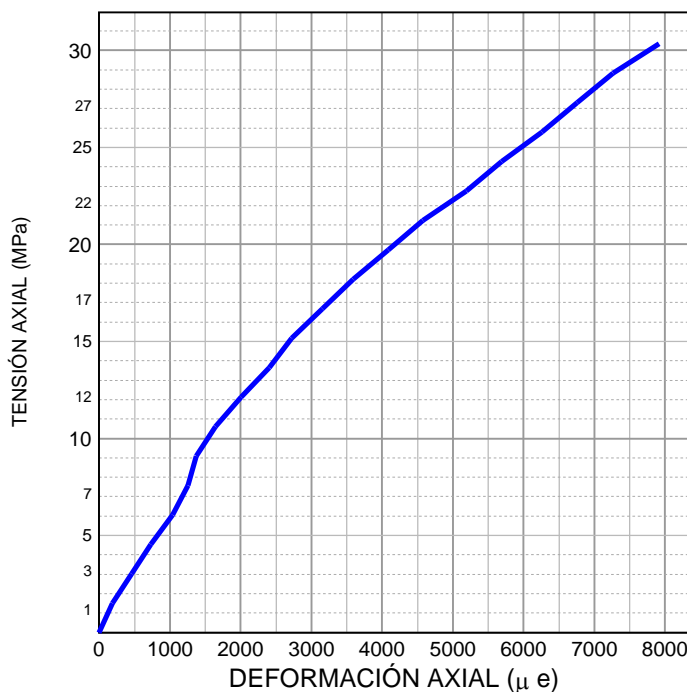
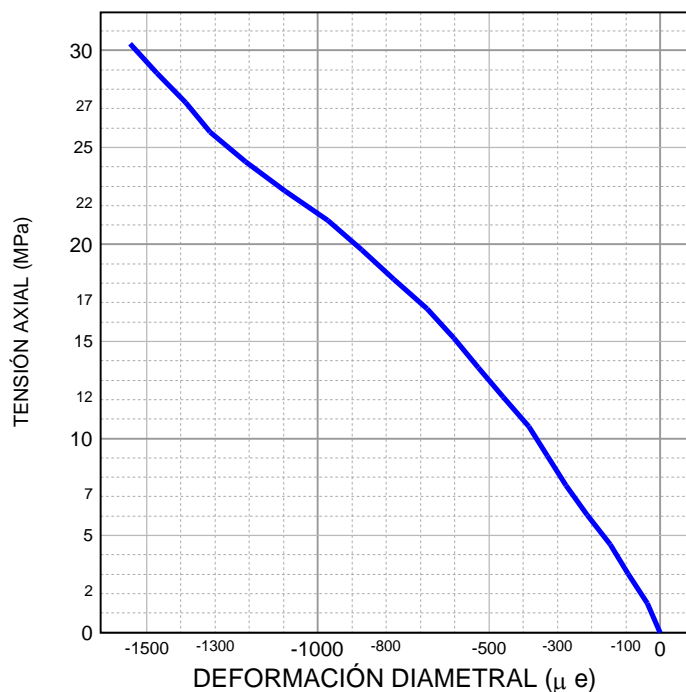


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4240	1779	86311	S .2023/465	20/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	83,2
Altura	mm	208,0
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	30,4
Módulo medio de Young	MPa	3824,83
Coeficiente de Poisson		0,20

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²// TÚNEL IRAETA S-1, TP (De 1,40 a 1,65 m)


OBSERVACIONES:
RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4241	1780	86311	S .2023/465	20/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 1008961605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245**Ensayos varios de geotecnia.**
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP (De 6,00 a 6,25 m)**PROCEDENCIA:** Túnel Arroa**FECHA DE MUESTREO:** 13/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca.
Según UNE 22950-3:1990.

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

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

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

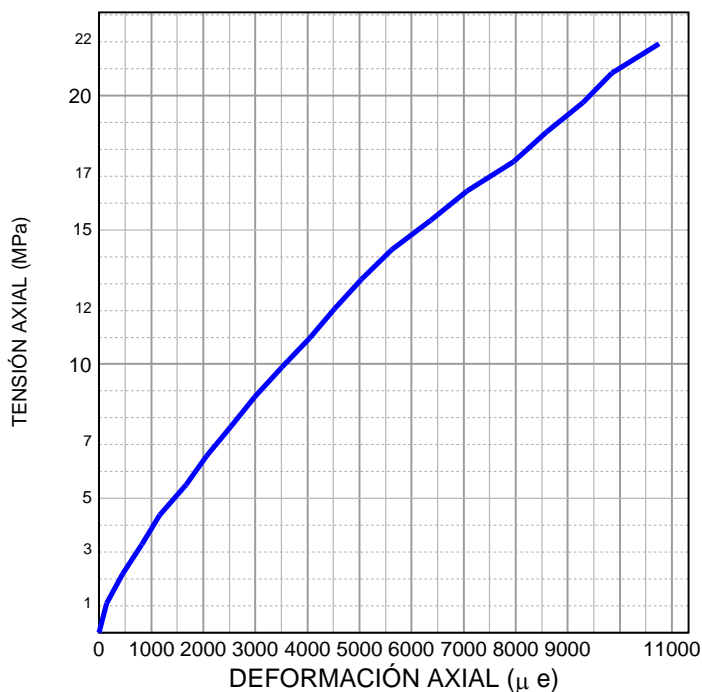
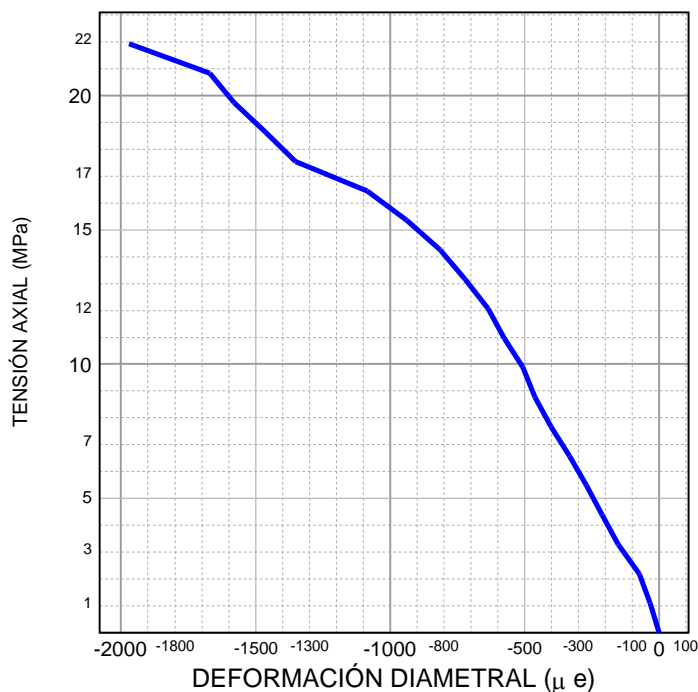


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4241	1780	86311	S .2023/465	20/03/2023

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAxIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	82,6
Altura	mm	189,2
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		Altura/diámetro < 2,5
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	22,0
Módulo medio de Young	MPa	2143,55
Coeficiente de Poisson		0,13

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²//TÚNEL ARROA S-1, TP (De 6,00 a 6,25 m)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA


Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4620	1794	86494	AG.2023/28	26/03/2023

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1605 / 5661/ 100896

1605: Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR), C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16, 48100-Mungia, Bizkaia
ESB95736245

Ensayos varios de geotecnia.
Varias

DESTINATARIO

R-08-8

Instrumentación Geotécnica Lur, S.L. (INGELUR)
C/Luisene II.
Poligono Industrial Belako II, nave A16
48100-Mungia
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2. Agua

PROCEDENCIA: RECONOCIMIENTO GEOTECNICO TÚNELES UROLA

FECHA DE MUESTREO: 23/03/2023

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis químico de aguas para determinar su agresividad hacia el hormigón, realizando los ensayos según normas UNE 83,952, UNE-EN 13,577, UNE 83,954, UNE 83,955, UNE 83,956 y UNE 83,957. Clasificación del conjunto según Código Estructural.

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

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

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



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/4620	1794	86494	AG.2023/28	26/03/2023

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN AGUA HACIA EL HORMIGÓN. Según Código Estructural y Normas UNE		
VALOR DEL pH (UNE 83,952)		
pH		7,11
CO ₂ AGRESIVO (UNE-EN 13,577)		
CO ₂ agresivo	mg/l	3
IÓN AMONIO (UNE 83,954)		
NH ₄ ⁺	mg/l	0
IÓN MAGNESIO (UNE 83,955)		
Mg ²⁺	mg/l	9
IÓN SULFATO (UNE 83,956)		
SO ₄ ²⁻	mg/l	575
RESIDUO SECO (UNE 83,957)		
Residuo seco	mg/l	598

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	DÉBIL

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

Apéndice nº5. Campaña geofísica



ESTUDIO GEOFÍSICO EN ZUMAIA (GUIPUZKOA)

team | engineering
consulting
CLIENTE: g r o u p

DEPARTAMENTO: **GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

Trabajo **L010_2023**

Fecha **Marzo de 2023**

Informe: **1**

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS.....	2
3	TÉCNICA GEOFISICA EMPLEADA – TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA.....	2
4	TRABAJOS REALIZADOS.....	4
4.1	CONTROL DE CALIDAD.....	5
4.2	INTERPRETACIÓN.....	5
5	RESULTADOS OBTENIDOS.....	5
5.1	TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA	5
5.1.1	PERFIL TE-1	5
5.1.2	PERFIL TE-2	7
5.1.3	PERFIL TE-3	8
6	CONCLUSIONES	10

ANEXOS

ANEXO 1. PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza a petición de TEAM para realizar un reconocimiento geofísico en el marco de la construcción de un carril / vía ciclista.

En la zona de estudio ha aparecido una zona de colapso superficial que se cree puede tener relación con una estructura subterránea del Túnel en mina.

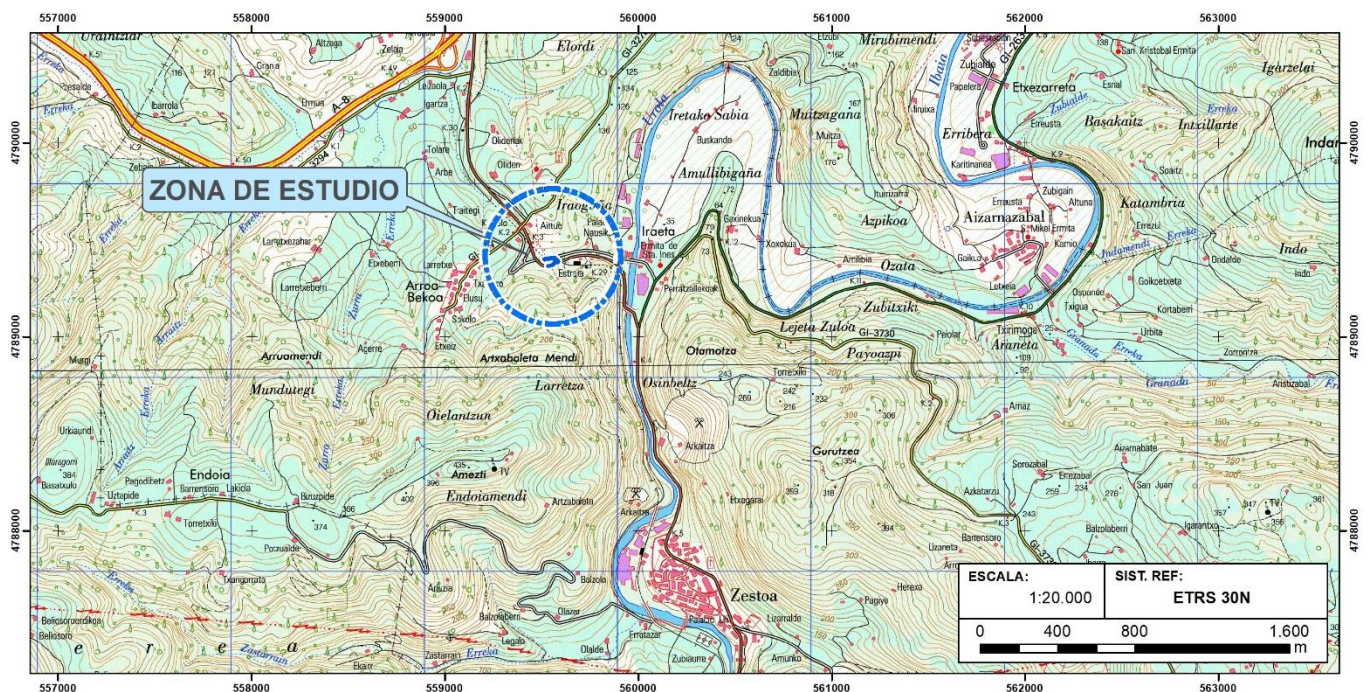


Figura 1. Plano de situación de la zona de estudio (ETRS-30N).

Los trabajos se han llevado a cabo el día 9 de marzo de 2.023.

2 OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio geofísico realizado ha sido obtener la estructura geológica del terreno, y en detalle:

- ✚ Determinación de la posición y estructura de los diferentes materiales que conforman el subsuelo en la zona de estudio.
- ✚ Localización de zonas de alteración relacionables con la potencial presencia de zonas lavadas, esponjadas o cavidades en el subsuelo.

3 TÉCNICA GEOFISICA EMPLEADA – TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

El método de la tomografía eléctrica (TE), en dos dimensiones, es una técnica de investigación geoelectrónica de caracterización del subsuelo. El sistema mide la resistividad aparente (RA) a partir de un dispositivo tetraelectrónico determinado, inyectando corriente con una intensidad conocida en dos electrodos denominados A y B y registrando automáticamente la diferencia de potencial entre los otros dos electrodos denominados M y N. El equipo varía automáticamente las distancias entre los pares de electrodos obteniendo la resistividad aparente en múltiples posiciones y niveles (n).

Estos datos se tratan posteriormente por medio de algoritmos matemáticos de inversión obteniendo una imagen de resistividades y profundidades reales del subsuelo, la cual es objeto de interpretación identificando las diversas litologías y estructura del subsuelo.

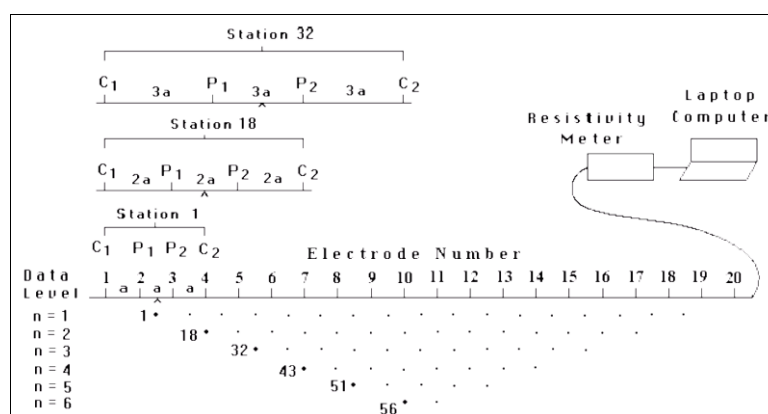


Figura 2. Esquema de adquisición de datos 2D mediante tomografía eléctrica.

El contraste de resistividades obtenido permite la diferenciación de los materiales del subsuelo en función de su comportamiento eléctrico, es decir, en función de su valor de resistividad ya que esta depende principalmente de los siguientes factores:

- ✚ Proporción de volumen de poros frente a volumen total de la roca. Inicialmente, a mayor porosidad, menor resistividad en caso de que la porosidad este rellena (agua, arcilla, etc.). En caso de poros vacíos (relleno de aire), se producirá un incremento de la resistividad debido al carácter dieléctrico del aire.
- ✚ Disposición geométrica de los poros (factor de formación). A mayor conexión de poros menor resistividad ya que la movilidad de fluidos y de iones es más fácil.
- ✚ Proporción de poros rellenos de agua frente a poros vacíos. A mayor proporción de poros rellenos de agua, la resistividad disminuye al permitir el agua la circulación de la corriente eléctrica al contrario que el aire (dieléctrico).
- ✚ De la resistividad o conductividad del agua o fluido que se encuentre relleno los poros. A mayor conductividad del agua, como en el caso del agua marina, menor resistividad de la formación que la contiene.

La selección y empleo de la técnica de Tomografía Eléctrica para la realización de los trabajos responde a los siguientes factores:

- ✚ Permite la obtención de secciones bidimensionales precisas de resistividad del subsuelo que habilitan la determinación de la posición de los límites y estructura de los materiales.
- ✚ Se trata de una técnica no invasiva que permiten la realización de trabajos en cualquier terreno, ambiente o instalación.

4 TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos realizados han sido los siguientes:


-  Tres perfiles de investigación de tomografía eléctrica totalizando 222 m (82 m en TE-1, 80 m en TE-2 y 60 m en TE-3) empleando una manguera de 48 electrodos con separación de 2 m y dispositivo de registro Polo – Dipolo.



Figura 3. Imágenes tomadas durante la realización de los trabajos de investigación.

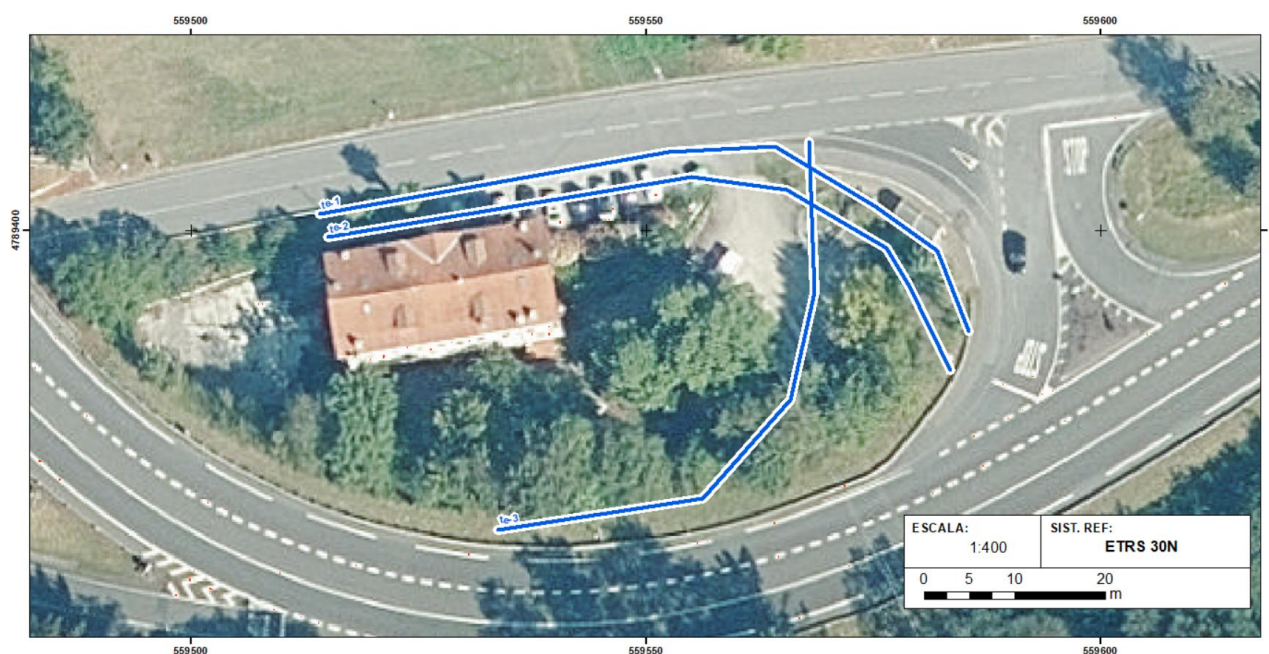


Figura 4. Plano de situación de los perfiles de investigación realizados (ETRS89 30N).

4.1 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad establecido por los procedimientos de trabajo internos de Técnicas Geofísicas cuenta con dos vertientes:

- 📁 Descarga diaria de los datos de campo y almacenamiento de los mismos en múltiples unidades de memoria (unidades externas y PC), de manera que se minimice la posible pérdida de datos.
- 📁 Preprocesado diario de los datos obtenidos en campo, permitiendo, en caso de que la calidad de los mismos no sea aceptable, la repetición de los trabajos.

4.2 INTERPRETACIÓN

La interpretación se realiza empleando la información disponible analizada previamente. Se emplean los datos litológicos y estructurales de la zona de estudio, con objeto de correlacionarlos con los resultados obtenidos en los diferentes perfiles de investigación teniendo en cuenta las particularidades del dispositivo de registro.

5 RESULTADOS OBTENIDOS

Se muestran a continuación los resultados obtenidos por cada uno de los perfiles de investigación, prestando especial interés, a la definición de posibles zonas de anomalía geoelectrica relacionables con la presencia de zonas lavadas y/o cavidades en el subsuelo.

5.1 TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

5.1.1 PERFIL TE-1

El perfil de investigación TE-1 cruza la zona con deformaciones superficiales con el objeto de analizar la posible extensión de las mismas y su relación con la estructura del subsuelo.

El perfil presenta un modelo geoelectrico con las siguientes características:

- 📁 Se observa un modelo geoelectrico tricapa:
 - Capa aflorante de resistividad variable correspondiente a rellenos.

- Capa intermedia, también de resistividad variable, y con una potencia que oscila entre los 5 y 15 m. Esta capa está formada por margas, limolitas, o lutitas no calcáreas, donde los tramos más conductores se relacionan con una mayor presencia de limolitas.
 - Sustrato heterogéneo compuesto por margas y limolitas calcáreas.
- Se define una anomalía fuertemente resistiva debajo de la zona con deformaciones superficiales que corresponde al túnel de la Mina de Arroa (4).
- En la capa superficial de rellenos, se observan algunas zonas anómalamente resistivas que son susceptibles de ser relacionadas con la presencia de lavados y esponjamientos del terreno, situándose entre los metros 50 y 64 del perfil.

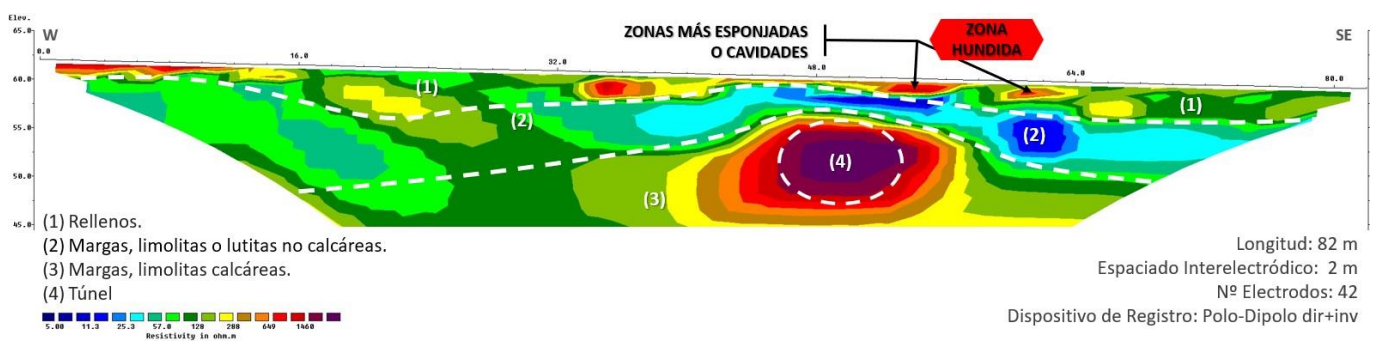


Figura 5. Perfil de tomografía eléctrica TE-1.

Se ha procedido a realizar un reprocesado del perfil de cara a enfatizar los valores resistivos susceptibles de ser relacionados con la presencia de huecos, ya sean generados por zonas esponjadas o por grandes huecos como sería el caso del túnel. La elevada resistividad, del todo anómala que se observa en este tipo de zonas se debe a la presencia de aire, el cual se comporta como un material dieléctrico.

Podemos ver como las zonas más resistivas corresponden a la parte superficial entre los metros 50 y 64 del perfil, correspondiente a zonas lavadas / esponjamientos relacionados con los hundimientos, y, sobre todo, con el túnel de Arroa. En este caso, la morfología de la anomalía causada por el túnel parece indicar que la traza del perfil respecto al túnel es tendente a la ortogonalidad.



Figura 6. Perfil reprocesado de tomografía eléctrica TE-1.

5.1.2 PERFIL TE-2

El perfil de investigación TE-2 cruza, al igual que el perfil anterior, la zona con deformaciones superficiales situándose de manera paralela a este.

El perfil presenta un modelo geoelectrico con las siguientes características:

- ✚ Se define un modelo geoelectrico tricapa en el que se diferencian una capa aflorante correspondiente a rellenos, capa intermedia de potencia variable de margas, limolitas, o lutitas no calcáreas y un sustrato heterogéneo formado por margas y limolitas calcáreas.
- ✚ Se observa una zona anómalamente resistiva susceptible de ser relacionada con la presencia de lavados y esponjamientos del terreno, situándose entre los metros 49 y 64 del perfil.

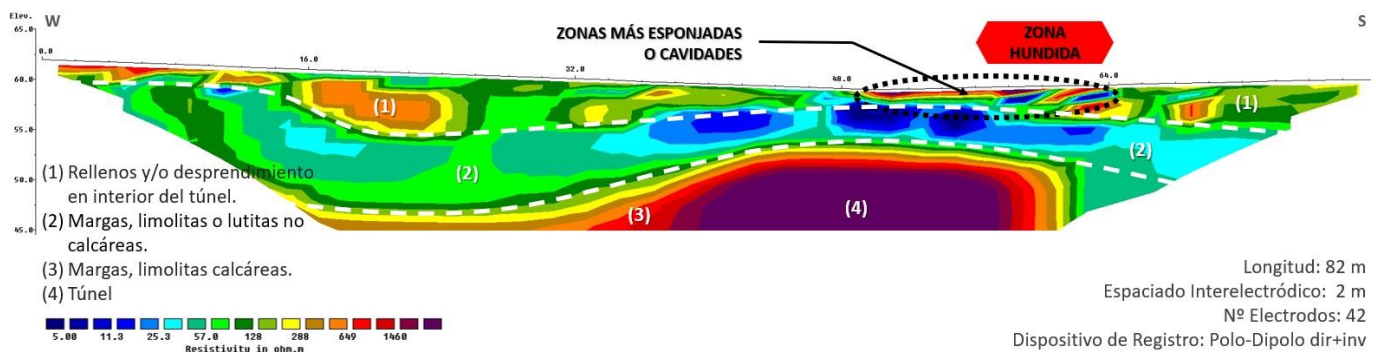


Figura 7. Perfil de tomografía eléctrica TE-2.

En el caso del reprocesado del perfil, se observan valores elevados relacionables con la presencia de lavados y esponjamientos del terreno, situándose entre los metros 49 y 64 del perfil. En el caso del túnel de Arroa, la anomalía que se observa es de mayor amplitud que en el perfil anterior, pudiendo deberse a que la traza del perfil es oblicua al trazado del mismo. Este tipo de trazados no perpendiculares suele generar artefactos de procesamiento que impiden la correcta delimitación del cuerpo anómalo, en este caso, el túnel.

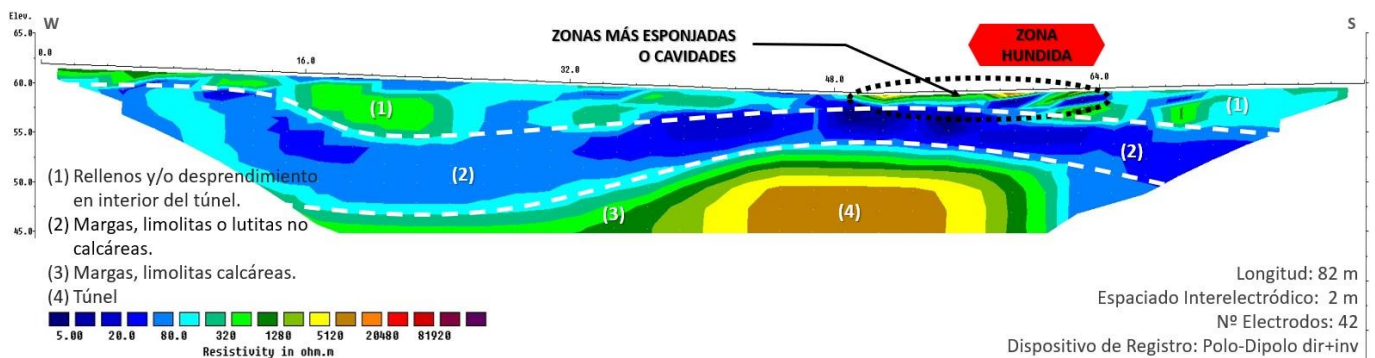


Figura 8. Perfil reprocesado de tomografía eléctrica TE-2.

5.1.3 PERFIL TE-3

El modelo geoelectrico correspondiente al perfil TE-3 intersecta la zona deformada en su extremo norte. No se observa con claridad la presencia de materiales fuertemente resisivos susceptibles de ser relacionados con la presencia de materiales lavados y esponjamientos del terreno o al menos, si los hay, son de mucha menor entidad que lo observado en los perfiles anteriores.

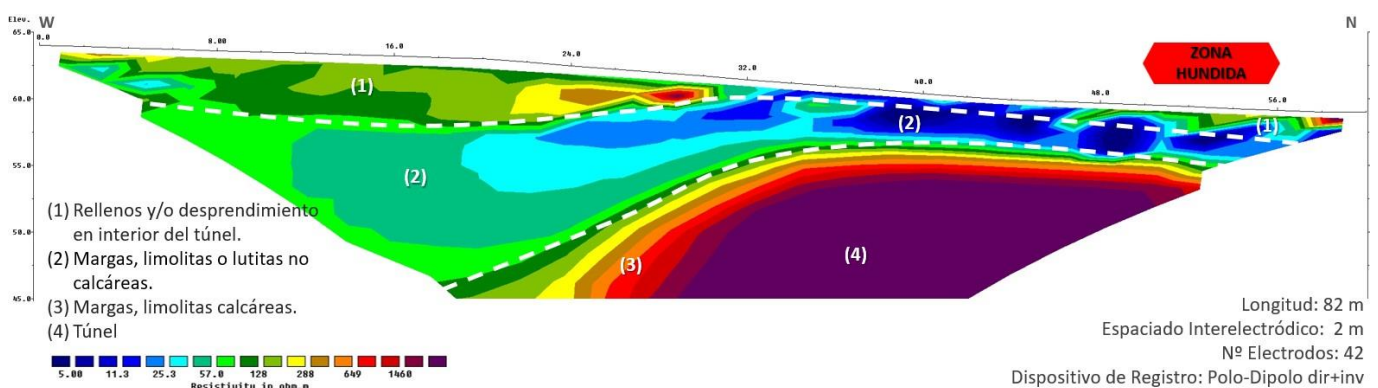


Figura 9. Perfil de tomografía eléctrica TE-3.

El reprocesado del perfil muestra valores algo menos resistivos que en los dos perfiles anteriores siendo, aun así, anómalos en la zona supuesta de paso del túnel de Arroa. En este caso, es dudoso que el perfil intersecte realmente su trazado, teniendo en cuenta los valores obtenidos y comparándolos con los perfiles anteriores (TE-1 y TE-2). El perfil pone de manifiesto una anomalía reflejo de la presencia del túnel en las inmediaciones de la traza del mismo.

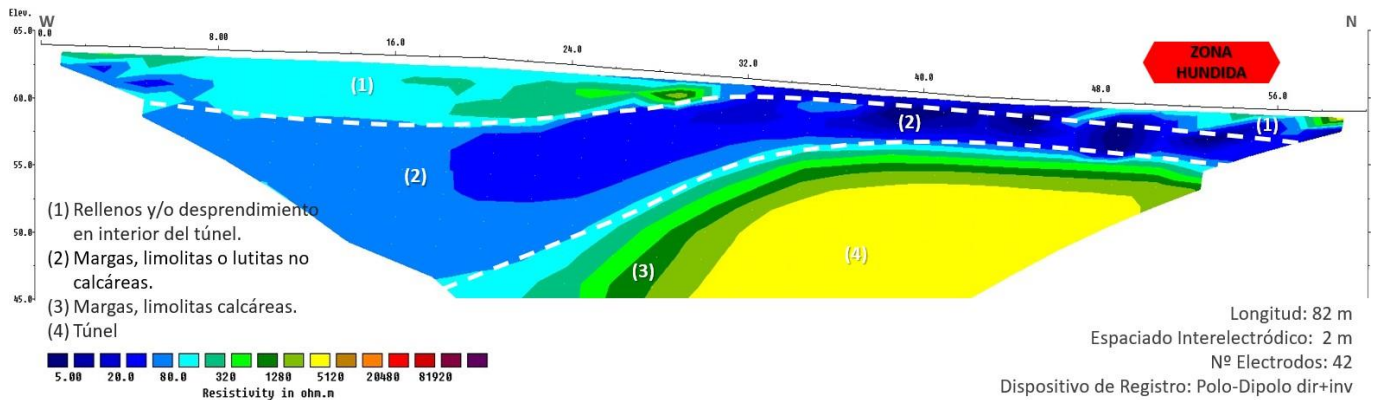


Figura 10. Perfil reprocesado de tomografía eléctrica TE-3.

Podemos situar en planta la posición de las anomalías resistivas relacionadas con la potencial presencia del túnel de Arroa. En la figura inferior se muestra en rojo la posición de las anomalías debidas al túnel en los perfiles TE-1 y TE-2, y en naranja la determinada para el TE-3

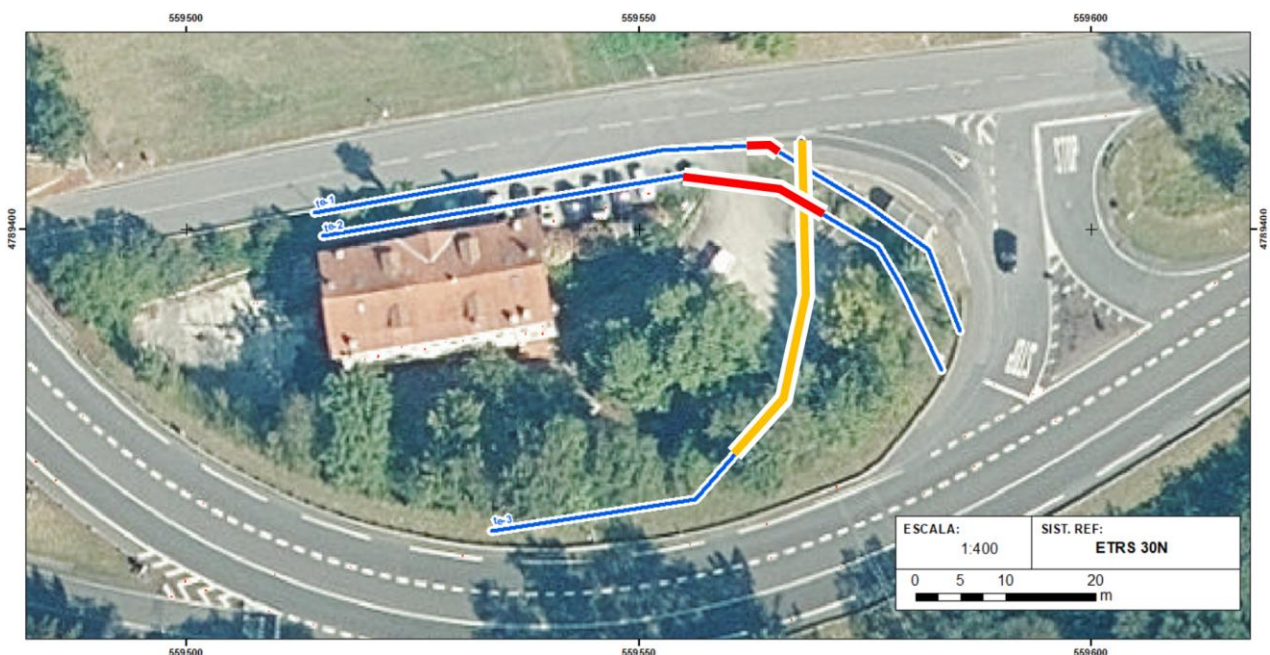


Figura 11. Plano de situación de las anomalías resistivas relacionadas con la potencial presencia del túnel de Arroa.

6 CONCLUSIONES

El estudio geofísico realizado permite la obtención de las siguientes conclusiones:

- ✚ Los perfiles geoelectricos muestran zonas anómalamente resistivas susceptibles de ser relacionadas con la presencia de lavados y esponjamientos del terreno.
- ✚ Estas zonas anómalas se encuentran en las inmediaciones de la zona deformada en el terreno, así como sobre la vertical del túnel de la Mina Arroa.
- ✚ El perfil TE-1 parece haber intersectado la traza del túnel de manera perpendicular. En el caso del perfil TE-2, la traza del perfil parece intersectarlo de manera oblicua mientras que el perfil TE-3 no parece discurrir sobre la traza del mismo obteniéndose un reflejo que indica la presencia cercana del mismo.

INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA LUR S.L.



En Mungia, a 16 de mayo de 2023




Aitor Duo Etxebarria

Ldo. Ciencias Geológicas

Nº colegiado: 2.968

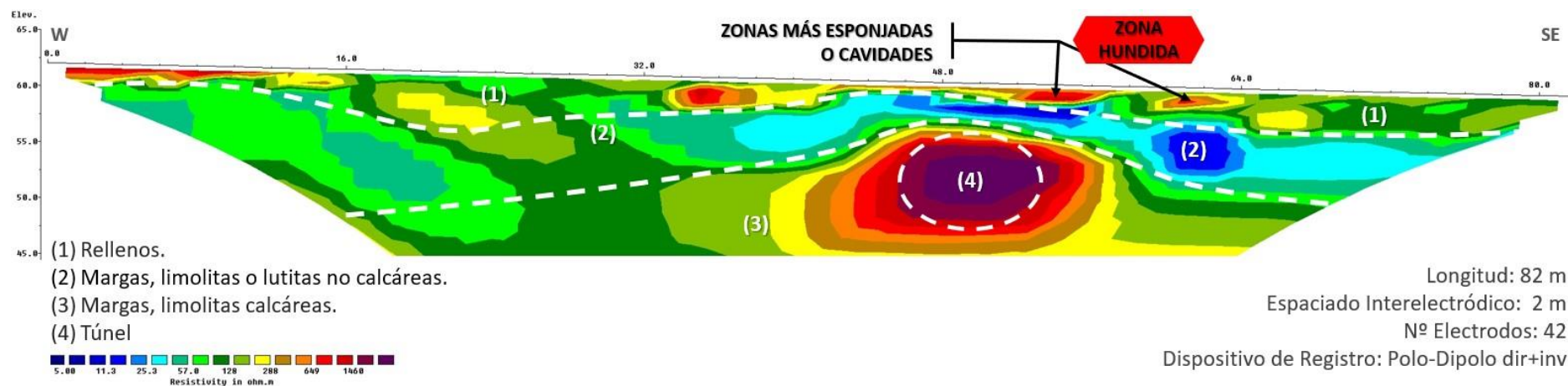



Javier Carrasco García

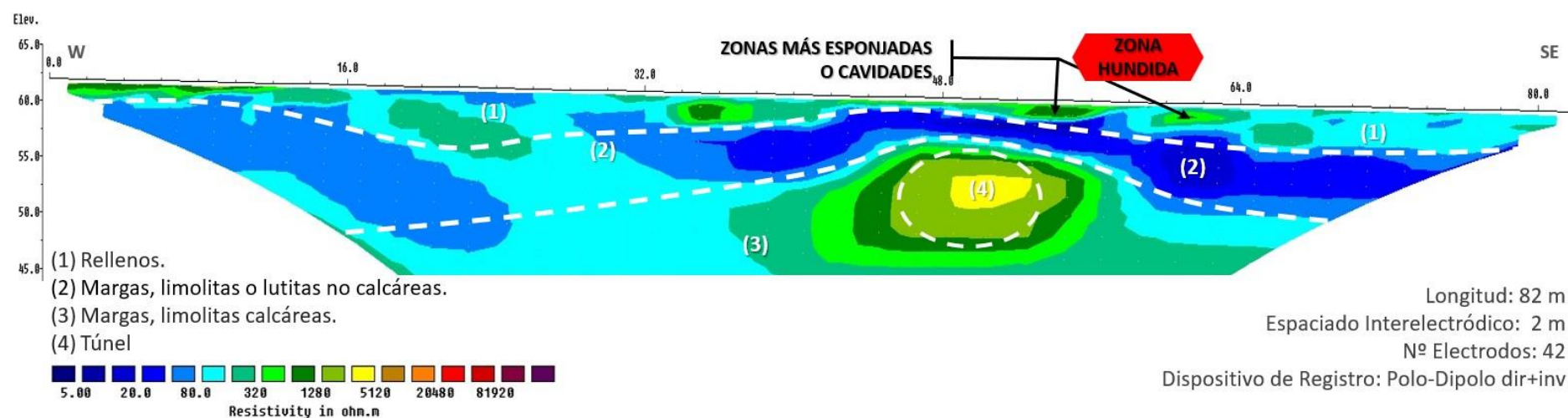
Ingeniero técnico de Minas

TECNICAS GEOFÍSICAS S.L.

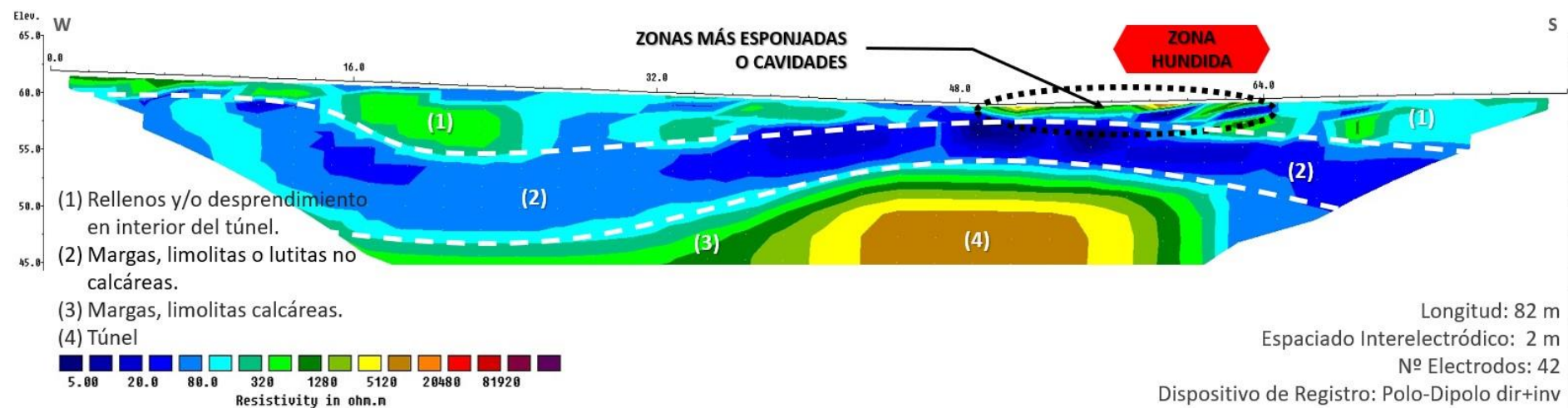
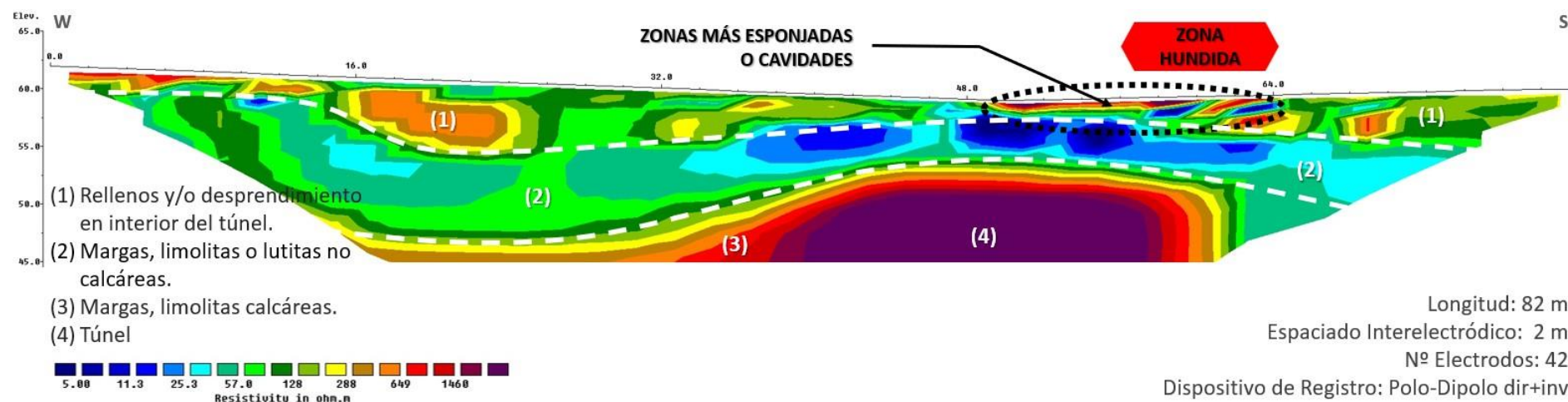
ANEXO 1. PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

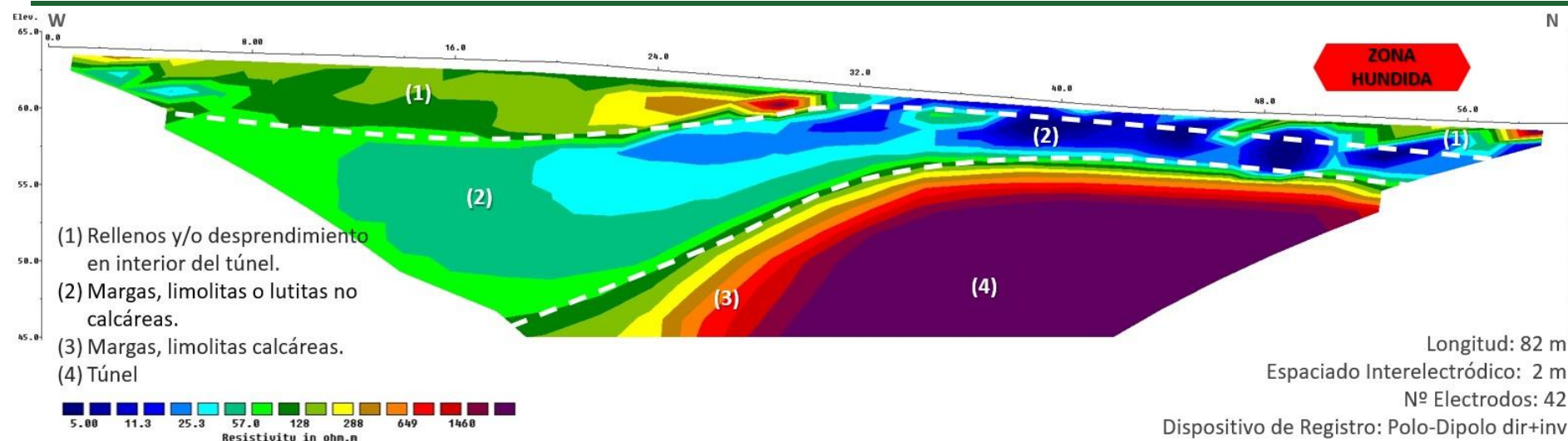


Perfil TE-1

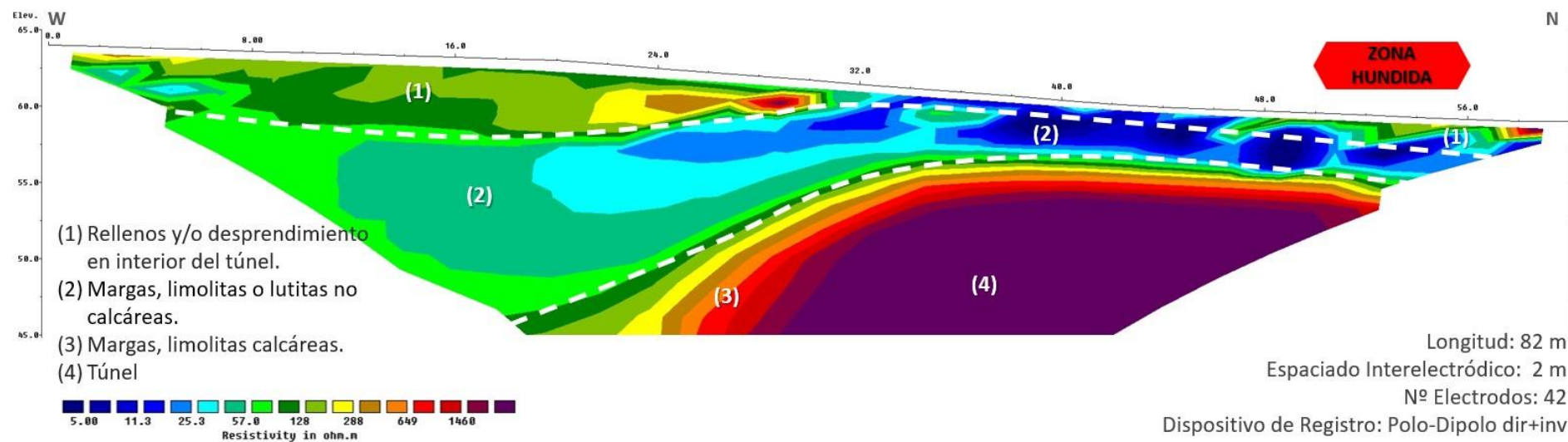


Perfil TE-1 reprocesado





Perfil TE-3



Perfil TE-3 reprocesado

