

Proyecto Constructivo de la  
Subestación Eléctrica de Tracción  
de Maltzaga.

**ANEJO N° 5. ESTUDIO  
GEOLOGICO - GEOTÉCNICO**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ESTUDIO GEOLÓGICO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Marco geológico .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Litología .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Geomorfología .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Tectónica.....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Hidrogeología .....</b>	<b>6</b>
<b>2.6 Riesgos sísmicos .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ESTUDIO GEOTECNICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Caracterización geotécnica de los materiales .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Excavabilidad y Aprovechamiento .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Cimentación de la subestación .....</b>	<b>13</b>
3.3.1 Metodología de cálculo .....	13
3.3.2 Cálculo de la tensión admisible .....	15
<b>4. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS .....</b>	<b>16</b>

### ANEXO 1. INFORMACION PREVIA



## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este estudio geológico-geotécnico es la caracterización de los materiales a los cuales afectará la remodelación de la subestación eléctrica de tracción de Maltzaga, perteneciente al término municipal de Eibar.

Como información geológica de partida se cuenta con la editada por el Ente Vasco de Energía (EVE) a escala 1:25.000 (mapa nº 63-III Eibar), con la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la serie MAGNA del Instituto Geológico y Minero de España (mapa nº 63 Eibar) y con el Mapa Hidrogeológico del País Vasco escala 1:100.000 editado por el Ente Vasco de Energía (EVE).

También se ha consultado el "Proyecto Constructivo del desdoblamiento del Tramo Txarakoa-Azitain del Ferrocarril Bilbao-Donostia" elaborado por Saitec, en 2011.

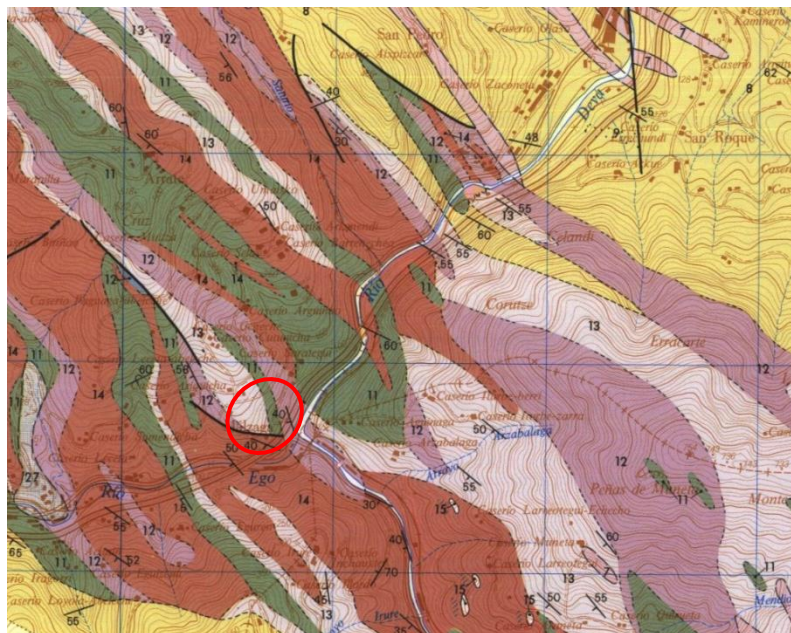
Esta información se ha completado con la observación in situ del área de proyecto mediante puntos de observación geológica, tanto de taludes existentes como de excavaciones recientes adyacentes a la obra proyectada.

## 2. ESTUDIO GEOLÓGICO

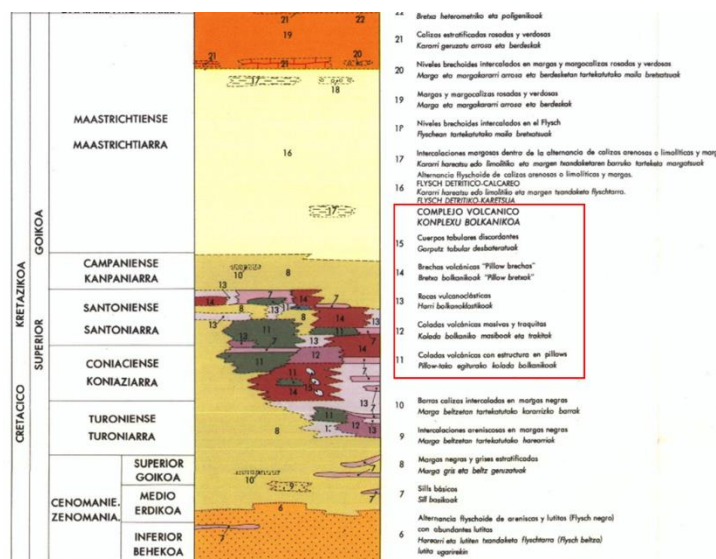
### 2.1 Marco geológico

Geológicamente la zona objeto de estudio se sitúa dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en el flanco Norte del Sinclinorio Vizcaino. Los materiales aflorantes en la región son de edades cretácicas, terciarias y cuaternarias, estructuradas según un gran monoclinial de dirección N120°E, coincidente en dirección con las estructuras regionales dominantes.

Todos los materiales de la zona pertenecen a la Unidad de Oiz. Dentro de esta área, aparece una compleja sucesión de materiales volcánicos intercalados o intruidos en una serie sedimentaria de edad Cretácico Superior.



Extracto del Mapa Geológico del País Vasco EVE (63-III Eibar)



## 2.2 Litología

Todos los materiales que afloran en esta zona pertenecen a la Unidad de Oiz de edad Cretácico Superior. Las únicas excepciones son los depósitos cuaternarios como los rellenos antrópicos y los depósitos coluvio – aluviales que pudieran aparecer.

La descripción de los materiales se basa en la realizada por el Ente Vasco de Energía y las observaciones realizadas in situ.

De más antiguo a más moderno, las litologías aflorantes en el área de proyectos son:

### **Cretácico Superior: Turoniense – Santoniense Complejo Volcánico.**

Estos materiales ocupan una banda alargada de dirección NO – SE y se denominan Complejo Volcánico de Placencia (Soraluze). En el entorno de la zona estudiada se han diferenciado distintos términos que se exponen a continuación:

#### ***Coladas volcánicas con estructura en pillow (11)***

Estas estructuras en coladas basálticas denotan un medio submarino y generalmente son producidas por la efusión discontinua y poco abundante de materiales lávicos. Presentan una potencia y continuidad lateral irregular.

El tamaño de las “pillow lavas” varía entre 0.20 y 0.80 metros, alcanzando hasta los 2 metros y las formas son elipsoidales, ocasionalmente con un marcado aplastamiento y un color pardo – rojizo con tonalidades verduzcas. Al depositarse sobre sedimentos carbonatados suelen aparecer fragmentos de estos tanto en el interior como en los bordes y entre las “pillows”, presentando coloración rosa intenso.

Algunos retazos entre las “pillows” hacen pensar que la sedimentación se realizaba al tiempo de la erupción. El muro se presenta neto y plano mientras que la morfología del techo es más irregular, adaptándose a él los materiales suprayacentes.



***Afloramiento de pillows en el lecho del río***

#### ***Coladas volcánicas masivas y traquitas (12)***

Están constituidas por un conjunto de materiales volcánicos, de coloración pardo rojiza a verde en corte fresco, que se originan en un fenómeno de efusión continuo y abundante.

Las estructuras que se reconocen son estructuras debidas al flujo laminar, en lavas cordadas, disyunción laminar y estructuras traquíticas.



### ***Brechas volcánicas (14)***

Se trata de brechas sinsedimentarias que se originan en etapas de alta inestabilidad de la cuenca y/o por la existencia de paleorrelieves.

Generalmente se componen de fragmentos de coladas masivas y de "pillows" y además, pequeños fragmentos de rocas sedimentarias y piroclásticas en una matriz fina escasa.

Las brechas son heterométricas y bastante redondeadas. Este redondeamiento debe ser limitado, ya que se trata generalmente de fragmentos de "pillows" con una morfología ovoide y quizá un grado de consolidación no muy importante.

El origen de estos acúmulos podría ser la fracturación del frente de una colada no consolidada totalmente, lo que permitiría que los bloques, envueltos en una matriz fina,



rodaran pendiente abajo hasta llegar a zonas inferiores de la cuenca donde se acumularían.



### **Depósitos Cuaternarios**

#### ***Coluvio - aluviales***

Los depósitos aluviales proceden del río Ego, afluente del río Deva mientras que los coluviales presentan la característica de haberse formado por la acción de la gravedad. Estos depósitos están constituidos por acumulaciones de materiales de diferentes granulometrías con alta variabilidad tanto en vertical como en horizontal.

Normalmente se trata de arcillas, limos, arenas y gravas redondeadas en el caso de los aluviales y de más angulosas en los coluviales.

#### ***Rellenos antrópicos***

Se trata de suelos originados por la actividad humana. Se pueden englobar en tres grandes grupos: rellenos asociados a la vía del tren, rellenos de carreteras o autopista, y

rellenos para conseguir suelos aptos para edificar naves industriales o viviendas. Son suelos muy heterogéneos. Los rellenos de la vía los componen las gravas del balasto y materiales del terraplén. Los de la carretera proceden de las excavaciones de los desmontes próximos. Y los rellenos de zonas industriales presentan una procedencia más diversa (desde material de cantera hasta escombros).

## 2.3 Geomorfología

Estas formaciones presentan una morfología caracterizada por un relieve accidentado con abundantes montes, de laderas más o menos pendientes que no llegan a ser abruptas, y vaguadas distribuidas según las directrices tectónicas generales, o perpendiculares a éstas.

El área de proyecto se dispone en una zona excavada en trinchera para el ferrocarril y la carretera, cercana al margen del río Deba.

## 2.4 Tectónica

La zona de estudio presenta una tectónica relativamente sencilla, sin rasgos tectónicos relevantes.

## 2.5 Hidrogeología

La subestación de Maltzaga se localiza en el llamado Dominio Hidrogeológico del Complejo volcánico.

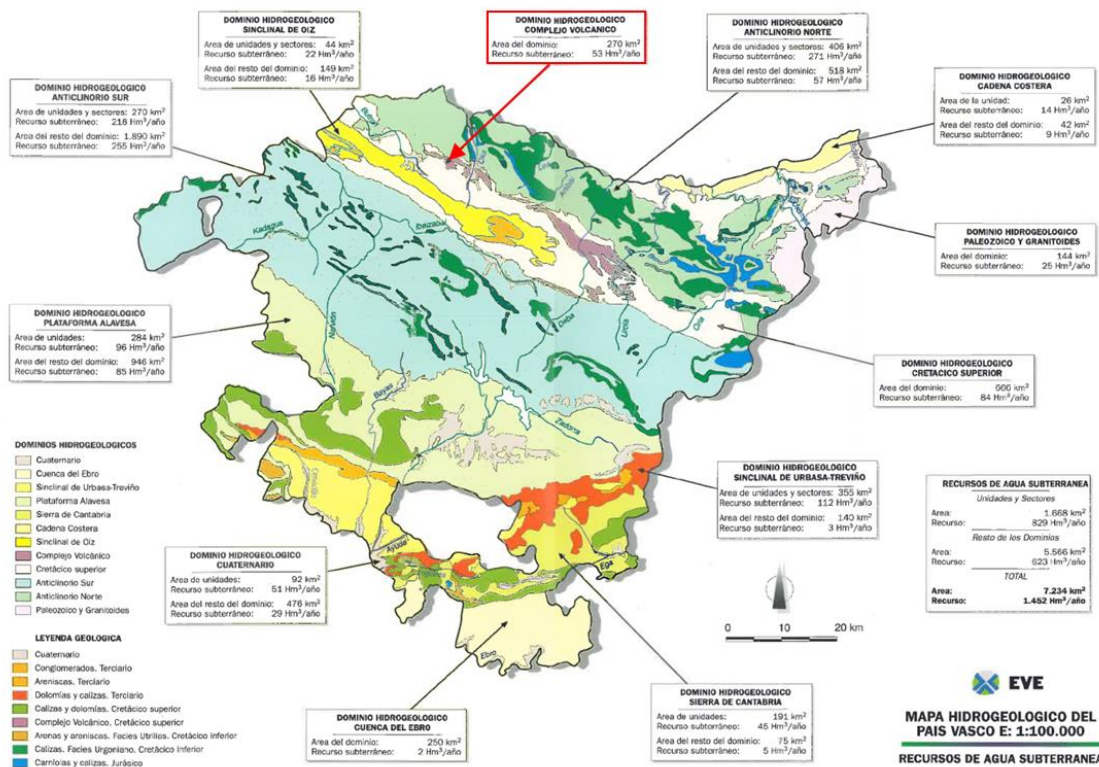
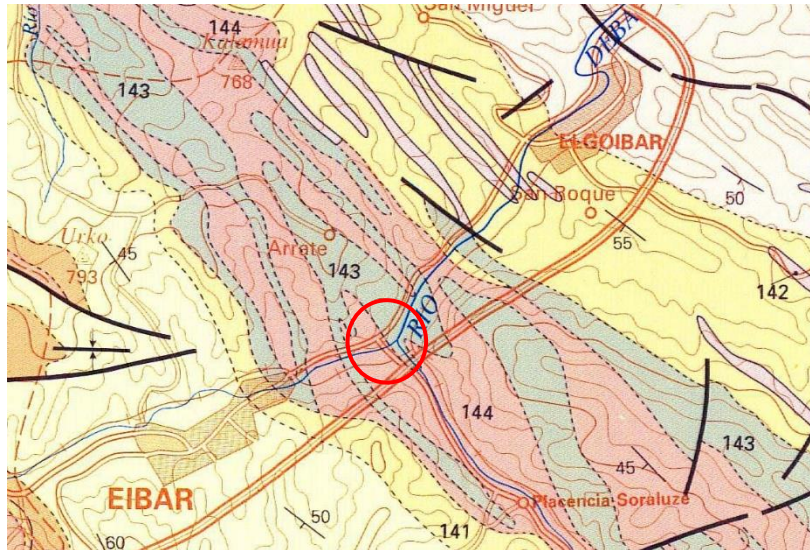


Imagen tomada del Mapa Hidrogeológico del País Vasco E 1:100.000

En lo referente a la permeabilidad, el mapa hidrogeológico indica las siguientes permeabilidades para los distintos materiales presentes en la zona:



PERMEABILIDAD IRAGAZKORTASUNA	TIPO DE ACUÍFERO AKUIFERO-MOTA										
	Alta	Media	Baja	Muy baja	DNC	DC	DM	KFD	KSS	KM	Otros
161											
160											
159											
158											
157											
156											
155											
154											
153											
152											
151											
150											
149											
148											
147											
146											
145											
144											
143											
142											
141											

NÚMERO	MATERIAL	PERMEABILIDAD	TIPO DE ACUÍFERO
143	Coladas volcánicas masivas, semimasivas "pillows"	Media	-
144	Rocas Volcanoclásticas, "Brechas"	Media	-
206	Rellenos antropogénicos	Alta	-

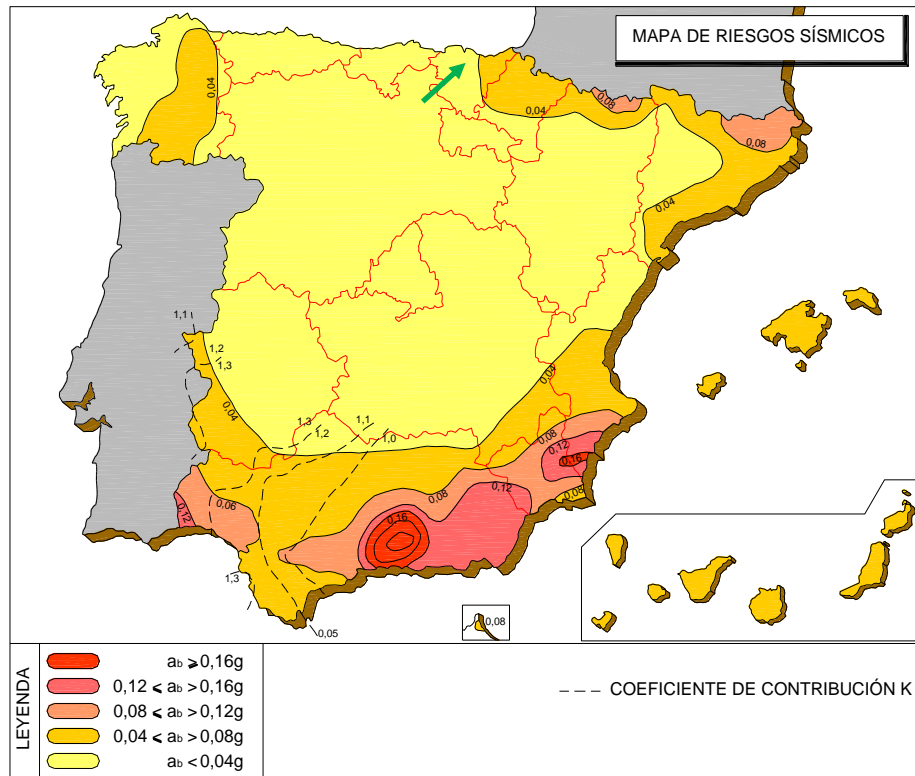
El comportamiento hidrogeológico de los materiales volcánicos presentes muestran una permeabilidad media, mientras que los rellenos antrópicos muestran permeabilidades altas.

Las coladas volcánicas masivas, semimasivas y pillows, presentan permeabilidad por fracturación y por la propia estructura de la roca. Las rocas volcanoclásticas y brechas muestran una permeabilidad menor por la existencia de niveles más arcillosos.

## 2.6 Riesgos sísmicos

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP - 2009) establece para las diferentes construcciones de importancia moderada, normal o especial, los criterios de aplicación en función de la aceleración sísmica básica.

A continuación, se muestra el mapa de peligrosidad sísmica, en el que se representa para cada punto del territorio nacional, el valor de la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ), en relación al valor de la gravedad ( $a_b/g$ ), considerando un periodo de retorno de 500 años.



**Mapa de peligrosidad de Construcción Sismorresistente NCSE – 2002**

Se puede observar como el área de estudio se encuentra en la zona de peligrosidad nula a baja siendo el valor de la aceleración sísmica básica inferior a 0,04g. Por lo tanto, según los criterios de la citada norma (NCSE-02), para el diseño de la obra proyectada la norma sismorresistente no es de aplicación.

### 3. ESTUDIO GEOTECNICO

#### 3.1 Caracterización geotécnica de los materiales

Dada la abundancia de afloramientos rocosos en toda el área de proyecto se ha desestimado la ejecución de reconocimientos geotécnicos mediante calicatas mecánicas y sondeos. Por tanto, la caracterización se ha realizado por medio de la observación in situ tanto de los taludes de la carretera como de la línea del ferrocarril.

Además, se ha tenido la oportunidad de ver la excavación realizada para la ampliación y mejora del acceso peatonal adyacente a la subestación existente, pudiendo identificar el perfil del subsuelo esperable en la futura excavación proyectada.



Como complemento a la caracterización, tal y como se ha contado en la introducción del presente anejo, se cuenta con los valores característicos utilizados para el Proyecto Constructivo del desdoblamiento del Tramo Txarakoia-Azitain del Ferrocarril Bilbao-Donostia.

Los materiales afectados por el Proyecto Constructivo se han agrupado en tres unidades geotécnicas en función de sus características y comportamiento geológico - geotécnico esperable

- **C<sub>v</sub>**: Coladas volcánicas del Cretácico Superior.
- **Q<sub>E</sub>**: Eluvial o suelos de alteración
- **Q<sub>R</sub>**: Rellenos Antrópicos

- **Unidad C<sub>v</sub>: Sustrato Rocoso, Coladas volcánicas**

Corresponden a los materiales que serán apoyo de la cimentación de la estructura proyectada. Se trata de materiales de origen volcánico con coloraciones gris - granate.



Para el Proyecto Constructivo del desdoblamiento del Tramo Txarakoia-Azitain se realizaron dos sondeos geotécnicos donde se detectó esta unidad. Se adjunta apéndice con el registro de las investigaciones realizadas.

A partir de lo obtenido en el sondeo S-2, se tomaron dos testigos parafinados (TP) en estos materiales a las siguientes profundidades:

- TP-1: 9.60 – 9.90 m.
- TP-2: 10.15 – 10.50 m.

Posteriormente, se analizó en el laboratorio la muestra TP-1, obteniéndose una humedad de 0.9 % y una densidad aparente de 2.66 g/cm<sup>3</sup>. También se realizó un ensayo de resistencia a compresión simple, obteniéndose un valor de 195 kp/cm<sup>2</sup>.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad fueron:

Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión c' (kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de Rozamiento $\phi$ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
2.5	0.4	45	500

• **Unidad Q<sub>E</sub>: Eluvial**

Esta unidad corresponde al material procedente de la alteración de las coladas volcánicas. Se trata de un suelo arcilloso con abundantes gravas de rocas volcánicas. La coloración de estos materiales es gris – granate.



Según los ensayos realizados sobre las muestras tomadas en los reconocimientos del proyecto del ferrocarril, se trata de una arena arcillosa con grava (SC) con alguna muestra de arcilla de media plasticidad arenosa (CL), clasificación USCS.

La humedad de las muestras analizadas presentaba un valor medio de 16.4 %, con valores entre 27.4 y 10.6 %. La densidad aparente variaba entre 2.16 y 2.2 t/m<sup>3</sup>, con un valor medio de 2.18 t/m<sup>3</sup>.

Los ensayos realizados para determinar la agresividad indicaban que este material presenta una agresividad nula para el hormigón por sulfatos solubles.

En esta unidad también se realizaron cuatro ensayos de resistencia a compresión simple en los que se obtuvieron valores entre 2.65 y 0.70 kp/cm<sup>2</sup>, con un valor promedio de 1.4 kp/cm<sup>2</sup>.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad fueron:

Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión $c'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de Rozamiento $\phi$ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
2.0	0.15	30	30

#### • Unidad Q<sub>R</sub>: Rellenos Antrópicos

En esta unidad también pueden diferenciarse dos tipos de rellenos, por una lado los rellenos detectados en la zona de la vía y por otro los rellenos existentes en las zonas urbanizadas.

Los rellenos de vía son gravas en matriz arcilloso arenosa de color marrón y están compactados, y los rellenos detectados en la zona urbanizada están compuestos por gravas angulosas y bolos con algo de arena y son de color blanquecino con algo de matriz arcillosa en la parte final de los mismos.



Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad fueron los que se exponen en la siguiente tabla:

Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión $c'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de Rozamiento $\phi$ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
1.8	0.05	26	20

### 3.2 Excavabilidad y Aprovechamiento

La excavabilidad de los distintos niveles geotécnicos esperados se puede asociar a la siguiente casuística:

- Fácil, en aquellos materiales que se pueden excavar con métodos tradicionales, es decir, pala retroexcavadora o similar.
- Media, en aquellos materiales que para su excavación precisan del empleo parcial de martillo romperrocas y/o voladuras.
- Difícil, en aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

Con arreglo a esta clasificación, las litologías correspondientes a los rellenos antrópicos, y eluviales (alteración del sustrato rocoso inferior) se ubican en el espectro de excavación fácil, mientras que el sustrato rocoso descrito como coladas volcánicas se sitúa en el tipo medio a difícil.

Por lo tanto, la excavación de los terrenos cuaternarios se podrá realizar mediante medios mecánicos convencionales mientras que para la excavación del sustrato rocoso podría ser necesario el uso de martillo percutor.

Para la excavación de los materiales volcánicos será necesario utilizar el martillo neumático dado que por su dureza la excavación por medios mecánicos convencionales sería muy costosa.



En lo referente a su reutilización, la totalidad de los materiales excavados que en este caso son coladas volcánicas, será aprovechable para la formación de terraplenes y como relleno del trasdós de los muros.

### 3.3 Cimentación de la subestación

#### 3.3.1 Metodología de cálculo

La cimentación de la subestación será de tipo superficial y sobre roca, siguiendo la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera", la tensión admisible de una cimentación directa en roca puede estimarse mediante la siguiente expresión:

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

donde:

- $\sigma_{adm}$  = Tensión admisible.
- $p_0$  = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.
- $q_u$  = Resistencia a compresión simple de la roca sana.
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  = Parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas, según se indica a continuación.

- **Influencia del tipo de roca ( $\alpha_1$ )**

A igualdad de grado de alteración y de espaciamiento del diaclasado, existen rocas cuya estructura es más proclive a contener planos de debilidad no detectados en los sondeos ni en los ensayos de compresión simple, que a veces se realizan con muestras de pequeño tamaño.

Atendiendo a este aspecto, las rocas pueden clasificarse en varios grupos, partiendo de un primer grupo en el que no se temen fisuras o grietas no detectables por los reconocimientos, y terminando en un cuarto grupo en el que el tipo de formación rocosa es proclive a contener otros planos de debilidad aparte de los detectables con los trabajos de censo de litoclasas o con los ensayos de compresión simple realizados en laboratorio a pequeña escala.

El valor del parámetro  $\alpha_1$  puede tomarse de la siguiente tabla:

GRUPO N.º	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS	$\alpha_1$
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calizas, dolomías y mármoles puros</li> <li>Calcarenitas de baja porosidad</li> </ul>	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granitos, cuarcitas</li> <li>Andesitas, riolitas</li> <li>Pizarras, esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal)</li> </ul>	0,8
3	Rocas sedimentarias (**) y algunas metamórficas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados</li> <li>Pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada)</li> <li>Yesos</li> </ul>	0,6
4	Rocas poco soldadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados</li> <li>Margas</li> </ul>	0,4

(\*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.  
 (\*\*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.

En todo caso, a pesar de que el sustrato rocoso esperado se define como rocas volcánicas ígneas, por el grado de fracturación y alteración observado se asemejan a las rocas del grupo 4. Además, se recomienda que cuando aparezcan varios tipos de roca en un mismo apoyo, o existan dudas en esta clasificación y salvo información específica en otro sentido, se tome como valor de cálculo  $\alpha_1 = 0,4$ .

#### • Influencia del grado de meteorización ( $\alpha_2$ )

Para caracterizar el grado de meteorización correspondiente a la roca que existe en el entorno de la cimentación se usará el mayor grado de alteración que pudiera existir hasta alcanzar una profundidad igual a 1,5 veces el ancho de la zapata, medida bajo el plano de apoyo.

Los valores que se recomiendan para establecer el valor del parámetro  $\alpha_2$  son los siguientes:

Grado de meteorización I (Roca sana o fresca):  $\alpha_2 = 1,0$

Grado de meteorización II (Roca ligeramente meteorizada):  $\alpha_2 = 0,7$

Grado de meteorización III (Roca moderadamente meteorizada):  $\alpha_2 = 0,5$

Cuando el grado de meteorización sea igual o superior al IV, deberá aplicarse la formulación para suelos.

#### • Influencia del espaciamiento entre litoclasas ( $\alpha_3$ )

La separación entre litoclasas debe caracterizarse de dos formas diferentes:

- Mediante censo de litoclasas en afloramientos próximos a la zona de cimentación.
- Midiendo el valor del RQD en los sondeos mecánicos.

En todo caso, la zona de referencia será el volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad igual a 1,5 veces el ancho de la zapata.

Partiendo de estos datos, se calculará  $\alpha_3$  como el mínimo de entre los dos valores siguientes:

$$\alpha_{3a} = \sqrt{\frac{s}{1m}} \quad \alpha_{3b} = \sqrt{\frac{RQD(\%)}{100}}$$

donde:

$s$  = Espaciamiento entre las litoclasas expresado en m. Se utilizará el correspondiente a la familia de diaclasas que conduzca a un valor menor.

$1m$  = Valor que se utiliza para hacer adimensional la expresión correspondiente.

RQD = Valor del parámetro «Rock Quality Designation», expresado en tanto por ciento.

La tensión admisible así calculada es válida cuando la cimentación queda apoyada en una superficie sensiblemente horizontal (pendiente menor del 10%), no existe un flujo de agua importante en ninguna dirección y la superficie de apoyo no supera los 100 m<sup>2</sup>.

### 3.3.2 Cálculo de la tensión admisible

Según lo observado en los afloramientos y mediante los resultados de los ensayos, los valores estimados para el cálculo son los siguientes:

$p_0 = 1$  MPa.

$q_u = 19$  MPa

$\alpha_1 = 0,4$

$\alpha_2 = 0,6$

$\alpha_3 = 0,63$

Aplicando la expresión para el cálculo de la tensión admisible de una cimentación directa,

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

Se obtiene una **tensión admisible de 0,65 MPa.**

#### 4. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

La parcela donde se ubicará la futura subestación eléctrica está altamente antropizada con un espesor importante de rellenos. Estos rellenos deberán ser retirados para la realización de la nueva cimentación.

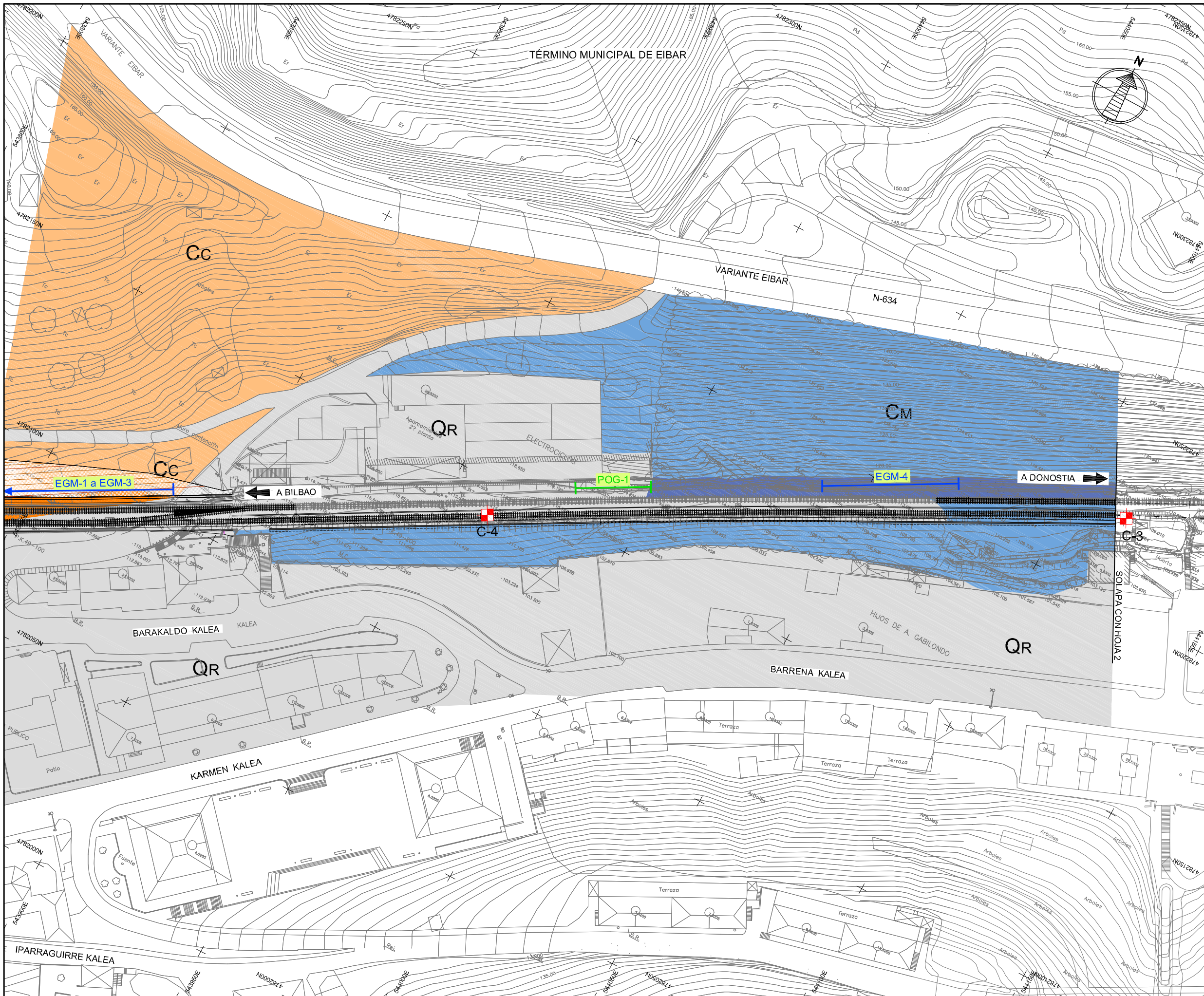
Se define una **cimentación superficial tipo losa** que permitirá repartir las cargas y disminuir los asientos diferenciales que pudieran producirse.

Dada la posibilidad de que el sustrato rocoso esté dispuesto con una orientación oblicua y verticalizada respecto a la horizontal de cimentación, generando una base irregular de apoyo, **se recomienda realizar un buen saneo del fondo** y rellenar en caso necesario con material tipo pedraplén compactado u hormigón pobre.

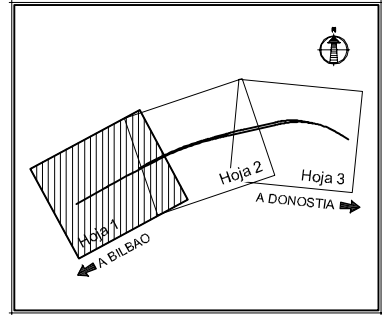
Por otro lado, para evitar posibles afecciones a las edificaciones e infraestructuras adyacentes, **se recomienda un resguardo respecto a la afección de al menos 0,5 metros** hacia afuera desde cabeza de la excavación.

## **ANEXO 1. INFORMACION PREVIA**





OHARRAK:  
NOTAS:



**LEYENDA**

**CRETÁCICO SUPERIOR**

- CM** FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
- CM** AFLORAMIENTO FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
- CV** COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
- CV** AFLORAMIENTO COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
- Cc** FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS
- Cc** AFLORAMIENTO FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS

**CUATERNARIO**

- QR** RELLENOS ANTRÓPICOS
- CALICATA MANUAL
- SONDEO
- EGM** ESTACIÓN GEOMECÁNICA
- POG** PUNTO DE OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

A	PRIMERA EMISION	11-09	JPG
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE COMP. OBRA

BERRIKUSPENAK / REVISIONES

AHOLKULARIA / CONSULTOR	INGENIARI EGLEA INGENIERO ALTOR
	JOSÉ A. PÉREZ GÁNDARA

AHOLKULARIA ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA REFERENCIA
P0806H-SR-PCT-PA020101-V01.dwg	

**EUSKO JAURLARITZA** **GOBIERNO VASCO**

ETXEBIZITZA, HERRI LAN  
ETA GARRAIO SAILA

DEPARTAMENTO DE VIVIENDA  
OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

**euskal trenbide sarea**

PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA  
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:  
ESCALA ORIGINAL  
(DIN-A1)

1:500

ESKALA GRAFIKOA  
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PROYECTO

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO DEL  
TRAMO TXARAKOA-AZITAIN  
DEL FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA**

PLANOAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PLANO

**GEOLÓGIA Y RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS**

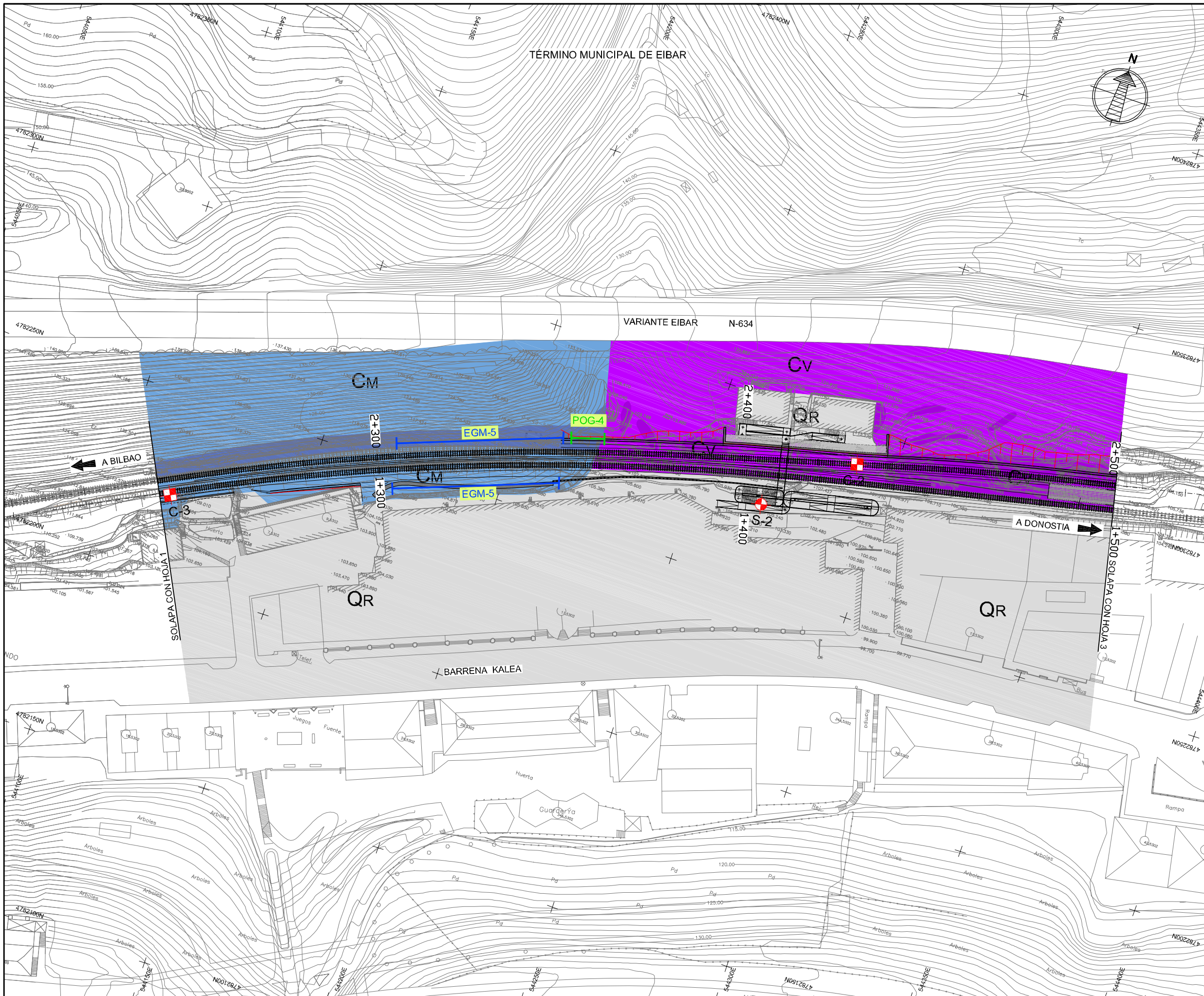
GEOLÓGIA Y GEOTECNIA

**PLANO-ZK / N. PLANO**

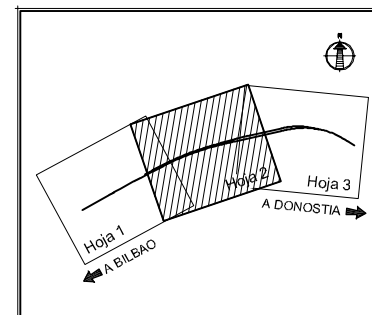
**A-2.1**

ORRIA / HOJA

1 Sigue 2



OHARRAK:  
NOTAS:



LEYENDA	
<b>CRETÁCICO SUPERIOR</b>	
<b>CM</b>	FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
<b>CM</b>	AFLORAMIENTO FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
<b>CV</b>	COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
<b>CV</b>	AFLORAMIENTO COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
<b>Cc</b>	FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS
<b>Cc</b>	AFLORAMIENTO FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS
<b>CUATERNARIO</b>	
<b>QR</b>	RELLENOS ANTRÓPICOS
	CALICATA MANUAL
	SONDEO
<b>EGM</b>	ESTACIÓN GEOMECÁNICA
<b>POG</b>	PUNTO DE OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
A	PRIMERA EMISION	11-09		JPG	

BERRIKUSPENAK / REVISIONES

AHOLKULARIA / CONSULTOR	INGENIARI EGLEA INGENIERO AITOR
	JOSÉ A. PÉREZ GÁNDARA

AHOLKULARIA ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA REFERENCIA
P0806H-SR-PCT-PA02102-V01.dwg	

**EUSKO JAURLARITZA** **GOBIERNO VASCO**  
ETXEBIZITZA, HERRI LAN  
ETA GARRAIO SAILA DEPARTAMENTO DE VIVIENDA  
OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

**euskal trenbide sarea**  
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA  
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:  
ESCALA ORIGINAL (DIN-A1)  
1:500

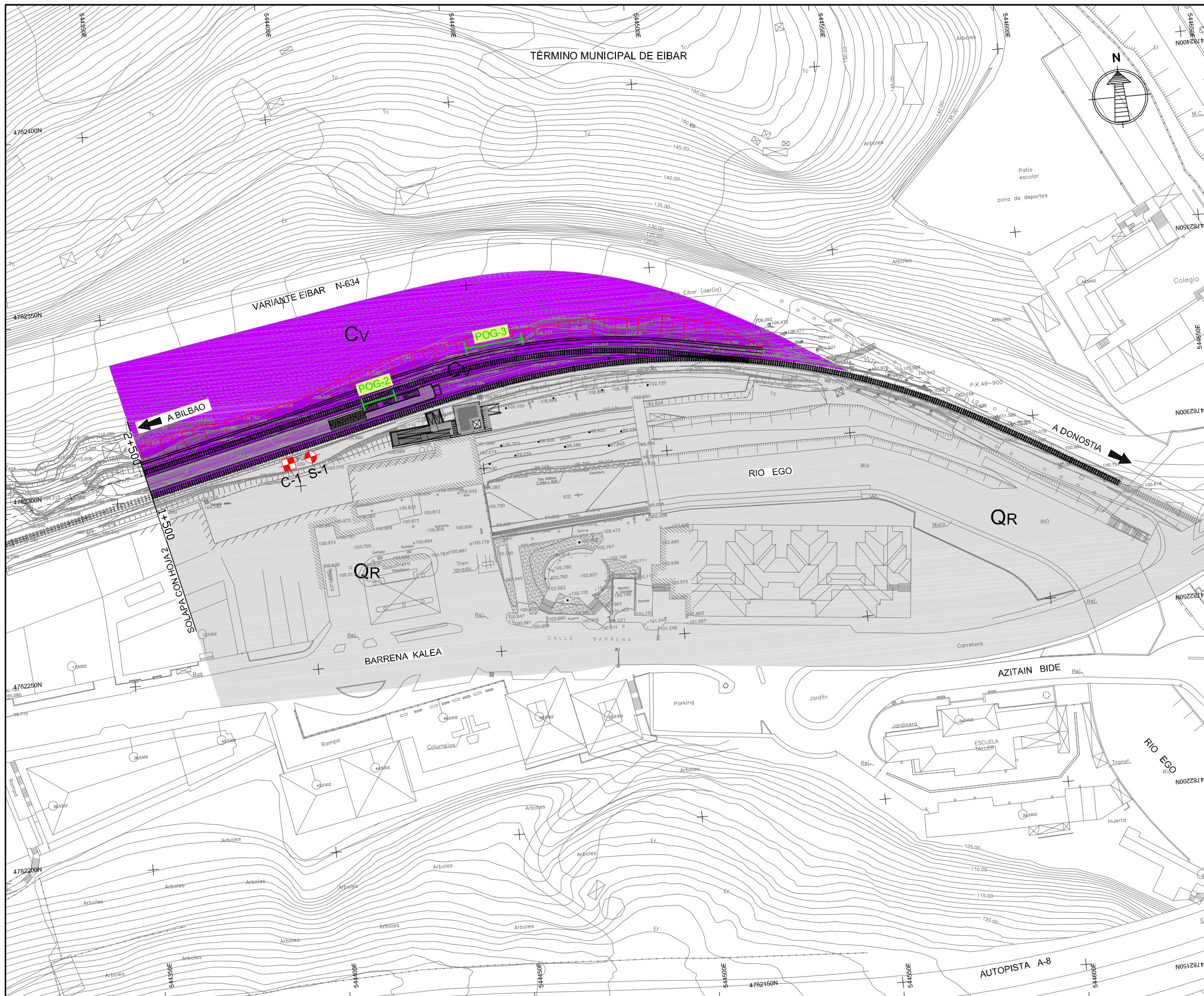
ESKALA GRAFIKOA  
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PROYECTO  
**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO DEL  
TRAMO TXARAKO-AZITAIN  
DEL FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA**

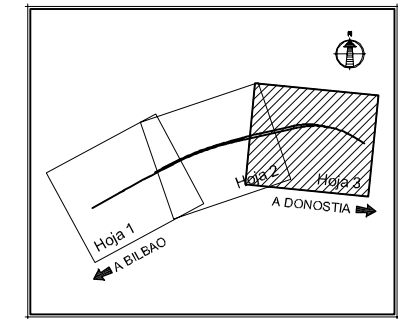
PLANOAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PLANO  
**PLANTA  
GEOLOGÍA Y RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS**

PLANO-ZK / N. PLANO  
**A-2.1**  
ORRIA / HOJA  
2 Sigue 3





OHARRAK:  
NOTAS:



LEYENDA	
<b>CRETÁCICO SUPERIOR</b>	
	FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
	AFLORAMIENTO FORMACIÓN MARGOSA: MARGAS NEGRAS Y GRISES ESTRATIFICADAS
	COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
	AFLORAMIENTO COMPLEJO VOLCÁNICO: COLADAS VOLCÁNICAS CON ESTRUCTURA EN PILLOWS
	FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS
	AFLORAMIENTO FLYSCH DETRÍTICO-CALCÁREO: ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENOSAS O LIMOLÍTICAS Y MARGAS
<b>CUATERNARIO</b>	
	RELLENOS ANTRÓPICOS
	CALICATA MANUAL
	SONDEO
	ESTACIÓN GEOMECÁNICA
	PUNTO DE OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
A	PRIMERA EMISION	11-09	JPG		

BERRIKUSPENAK / REVISIONES

AHOLKULARIA / CONSULTOR	INGENIARI EGLEA INGENIERO AUTOR
	JOSÉ A. PÉREZ GÁNDARA

AHOLKULARIA ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA REFERENCIA
P0806H-SR-PCT-PA020103-V01.dwg	

**EUSKO JAURLARITZA** **GOBIERNO VASCO**  
ETXEBIZITZA, HERRI LAN ETÁ GARRAIO SAILA DEPARTAMENTO DE VIVIENDA OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

**euskal trenbide sarea**  
PROIEKTUAREN IKUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:  
ESCALA ORIGINAL (DIN A1)  
1:500

ESKALA GRAFIKOA  
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PROYECTO  
**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO DEL TRAMO TXARAKO-AZITAIN DEL FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA**

PLANOAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PLANO  
**PLANTA  
GEOLOGÍA Y RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS**

PLANO-ZK / N. PLANO  
**A-2.1**  
ORRIA / HOJA  
3 Sigue FIN

Proyecto Constructivo del desdoblamiento del Tramo Txarakoa-Azitain del Ferrocarril Bilbao-Donostia.



Inclinación :	VERTICAL	Supervisor:	CECILIA DíEZ
P.K.:		Empresa:	GEODECAN
X UTM:		Sondista:	TEO
Y UTM:		Máquina:	ROLATEC NRL 48L4
Z UTM:		Fecha de inicio	29-10-09
		Fecha de terminación	29-10-09

SONDEO  
**S-1**  
HOJA 1 DE 2

Ø BATERÍA	REVESTIMIENTO	PÉRD. DE AGUA	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	GOLPEO	N <sub>SPT</sub>	ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG			S.U.C.S.	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	COMP. SIMPLE (MPa)	PENETRÓMETRO MANUAL (MPa)	PARÁMETROS DE CORTE			SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO I <sub>c</sub> (%) (a 2 kp/cm <sup>2</sup> )	HINCHAMIENTO (Lambe)		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kp/cm <sup>2</sup> )	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	OTROS			
												UNE 20	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP						Tipo	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ø (°)					CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)						
101 B			0,00				0,00 - 2,00 m: Rellenos antrópicos. Material arcilloso algo arenoso y con gravas angulosas centimétricas. Se observan cristales y escorias. Color marrón. Se trata de rellenos compactados.																														
			2,00				2,00 - 4,33 m: Eluvial. Material arcilloso - arenoso procedente de la alteración del sustrato volcánico. Color dris - granate. El material se desgasta mucho durante la perforación.	2,00	SPT-1	7/9/10/10	19																										
86 B	6,00 m		3,60					3,60	MI-1	4/19/31/50R		87,4	80,7	37,1	28,1	18,3	9,9	SC	11,4	2,19	0,112				0,004												
			4,11					4,11	SPT-2	38/50R	R																										
			4,33				SE PASA A REGISTRO EN ROCA	4,33																													

B: Batería sencilla    D: Diamante    S.P.T.: Ensayo de Penetración Estandar    R: Rechazo S.P.T. y M.I.    M.W.: Muestra de agua    LL: Límite Líquido    IP: Índice de Plasticidad    c: Cohesión    TRIAX: Triaxial    SO<sub>3</sub>: Sulfatos  
T: Batería doble.    W: Widia    M.I.: Muestra Inalterada    T.P.: Testigo parafinado    LP: Límite Plástico    S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.    Ø: Ángulo de rozamiento.    CD: Corte directo    CO<sub>3</sub>: Carbonatos.





**EMPLAZAMIENTO**



S-1. Caja 1. De 0,00 m a 3,00 m



S-1. Caja 2. De 3,00 m a 6,00 m



S-1. Caja 3. De 6,00 m a 9,00 m



S-1. Caja 4. De 9,00 m a 10,28 m

Proyecto Constructivo del desdoblamiento del Tramo Txarakoia-Azitain del Ferrocarril Bilbao-Donostia.



Inclinación :	VERTICAL	Supervisor:	CECILIA DÍEZ
P.K.:		Empresa:	GEODECAN
X UTM:		Sondista:	TEO
Y UTM:		Máquina:	ROLATEC NRL 48L4
Z UTM:		Fecha de inicio	30-10-09
		Fecha de terminación	30-10-09

SONDEO  
**S-2**  
HOJA 1 DE 2

Ø BATERÍA	REVESTIMIENTO	PÉRD. DE AGUA	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	GOLPEO	N <sub>SPT</sub>	ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG			S.U.C.S.	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	COMP. SIMPLE (MPa)	PENETRÓMETRO MANUAL (MPa)	PARÁMETROS DE CORTE			SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO I <sub>c</sub> (%) (a 2 kp/cm <sup>2</sup> )	HINCHAMIENTO (Lambe)		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kp/cm <sup>2</sup> )	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	OTROS			
												UNE 20	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP						Tipo	c (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)					CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)						
101 B			0,00 - 3,50 m			[Grayscale pattern]	0,00 - 3,50 m: Rellenos antrópicos. Gravas y bolos angulosos con polvo y arenilla. Color blanquecino.  De 3,20 a 3,50 m, los rellenos presentan algo de matriz arcillosa de color rojizo.	2,00	SPT-1	3/10/5/3	15																										
			3,50 - 8,70 m			[Red pattern]	3,50 - 8,70 m: Eluvial. Material arcilloso - arenoso. Color gris - granate. Se observan pequeños fragmentos de roca en el interior de los testigos.	3,60	MI-1	4/7/10/15		87,6	78,0	48,8	30,8	18,5	12,4	SC	27,4	2,15	0,123				0,016												
								4,20	SPT-2	4/5/6/7	11																										
								7,20	MI-2	12/21/24/39		97,5	89,5	54,7	30,2	16,5	13,7	CL	16,0	2,19	0,07				0,012												
								8,40	SPT-3	8/23/28/32	51																										
							SE PASA A REGISTRO EN ROCA																														

B: Batería sencilla    D: Diamante    S.P.T.: Ensayo de Penetración Estandar    R: Rechazo S.P.T. y M.I.    M.W.: Muestra de agua    LL: Límite Líquido    IP: Índice de Plasticidad    c: Cohesión    TRIAX: Triaxial    SO<sub>3</sub>: Sulfatos  
T: Batería doble.    W: Widia    M.I.: Muestra Inalterada    T.P.: Testigo parafinado    LP: Límite Plástico    S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.    Ø: Ángulo de rozamiento.    CD: Corte directo    CO<sub>3</sub>: Carbonatos.





S-2. Caja 1. De 0,00 m a 2,80 m



S-2. Caja 2. De 2,80 m a 6,60 m



S-2. Caja 3. De 6,60 m a 9,90 m



S-2. Caja 4. De 9,90 m a 10,85 m