

MEMORIA

ÍNDICE

1	OBJETO	1	6.7	TÚNEL	32
2	ANTECEDENTES	1	6.7.1	Encuadre geológico del túnel	33
2.1	PLAN TERRITORIAL SECTORIAL DE CARRETERAS DE BIZKAIA	1	6.7.2	Caracterización geotécnica del terreno	33
2.2	PLAN TERRITORIAL PARCIAL DEL ÁREA FUNCIONAL GERNIKA-MARKINA	2	6.7.3	Sección tipo del túnel	34
2.3	PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE MARKINA	3	6.7.4	Método constructivo	34
2.4	PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ETXEBARRIA	4	6.7.5	Sostenimiento	35
2.5	ZEC ES2130011 ARTIBAI/RÍO ARTIBAI	6	6.7.6	Impermeabilización y drenaje	36
3	DATOS BÁSICOS DE PARTIDA	7	6.7.7	Revestimiento	37
3.1	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	7	6.7.8	Tratamientos especiales	37
3.2	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	7	6.7.9	Protección de los emboquilles	38
3.2.1	Antecedentes y documentación de partida	7	6.7.10	Control geotécnico y auscultación	38
3.2.2	Trabajos de campo realizados	7	6.8	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEPÓSITOS DE SOBRANTES	40
3.2.3	Ensayos de laboratorio realizados	10	6.9	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN	41
3.3	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	12	6.10	SERVICIOS AFECTADOS	42
3.4	TRÁFICO	12	6.11	REPOSICIONES DE CAMINOS DE ACCESO	44
3.5	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	13	6.12	CERRAMIENTOS	44
3.5.1	Climatología	13	6.13	ILUMINACIÓN EXTERIOR	45
3.5.2	Hidrología	13	6.14	INSTALACIONES DE TÚNEL	45
3.6	SERVICIOS EXISTENTES	14	6.15	FASES DE OBRA Y DESVÍOS PROVISIONALES	46
4	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS	14	6.15.1	Fases de obra	47
5	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	15	6.15.2	Desvíos provisionales	48
6	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17	6.16	SEGURIDAD VIAL	48
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	17	6.17	EXPROPIACIONES	49
6.2	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	19	6.18	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	50
6.2.1	Geología del tronco	19	6.19	OBRAS COMPLEMENTARIAS	51
6.2.2	Geotecnia del tronco	22	7	CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	52
6.2.3	Depósito de sobrantes	25	7.1	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	52
6.3	TRAZADO GEOMÉTRICO	27	7.2	REVISIÓN DE PRECIOS	52
6.4	DRENAJE	27	7.3	SISTEMA DE ADJUDICACIÓN	53
6.5	FIRMES	29	7.4	PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN	53
6.5.1	Sección de firme en el tronco	29	7.5	PERÍODO DE GARANTÍA	53
6.5.2	Sección de firme en estructuras	29	8	PRESUPUESTOS	53
6.5.3	Sección de firme en los caminos de acceso	30	8.1	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	53
6.6	ESTRUCTURAS	30	8.2	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	53
6.6.1	Viaductos	30	8.3	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	54
6.6.2	Muros	32	9	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA	54
6.6.3	Otros elementos estructurales	32	10	PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO	55

ÍNDICE (continuación)

11	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO	56
12	CONCLUSIONES.....	57

1 OBJETO

El Servicio de Planeamiento y Proyectos de la Dirección General de Infraestructuras y Desarrollo Territorial del Departamento de Desarrollo Económico y Territorial de la Diputación Foral de Bizkaia, convocó la Asistencia Técnica para la Redacción de “Estudios de carreteras y apoyo a labores de producción de documentación técnica” (Expediente N° 2015/031/061/06), resultando adjudicataria la empresa EPTISA Cinsa, contrato dentro del cual se incluye el presente proyecto: “Proyecto del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria”.

El objeto del proyecto es definir un vial de nuevo trazado que comunica la carretera BI-633 con la BI-2636 de manera que se reduzca el tráfico por el casco urbano de Markina, de acuerdo con los objetivos del Plan Territorial Sectorial de Carreteras de Bizkaia y del Plan Territorial Parcial del Área Funcional Gernika-Markina.

Esta actuación permite reducir los tiempos de recorrido entre ambos extremos de la carretera proyectada mediante un trazado seguro y cómodo, mejorando además la seguridad vial y reduciendo la intensidad de tráfico en el centro de Markina.

2 ANTECEDENTES

A continuación, se describen los antecedentes del presente Proyecto.

2.1 PLAN TERRITORIAL SECTORIAL DE CARRETERAS DE BIZKAIA

El II Plan Territorial Sectorial de Carreteras de Bizkaia está en fase de tramitación. No obstante, se ha tenido en cuenta lo recogido en el mismo ya que el ámbito temporal del anterior PTS (I) era 1999-2016.

En el Borrador de dicho II Plan (abril 2020), se recoge la carretera proyectada dentro de las actuaciones a incluir en el Plan Posibilista:

- *Línea de actuación II destinada a garantizar la integración territorial de las comarcas periféricas. Dentro de esta línea se incluyen:*
(....)
- *Eje transversal (BI-2120/BI-2121/BI-2636): tramos Plentzia-Maruri +Fruiz-Muxika + Markina-Etxebarria (Variante de Markina)*

Dicho tramo Markina-Etxebarria (Variante de Markina) pasaría a formar parte por tanto de la carretera BI-2636.

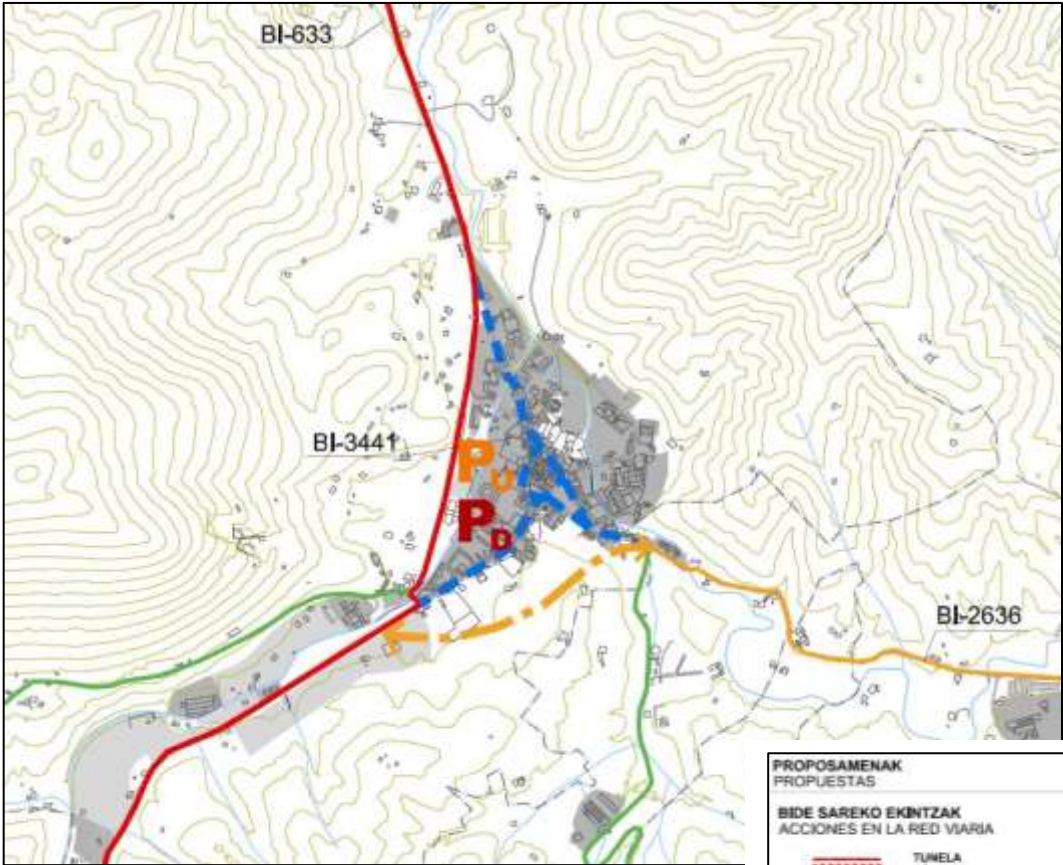
En el Documento Inicial Estratégico de dicho II Plan (abril 2020) aparece una referencia a la carretera proyectada como actuación prevista en el Plan Territorial Parcial del área funcional Gernika-Markina, en el capítulo en el que se describen las implicaciones de dicho PTP en la redacción del II PTS:

“El PTP de Gernika Markina define la jerarquía viaria en el área funcional desde la perspectiva territorial y además se realizan propuestas concretas en la red viaria, como mejoras de trazado, nuevas variantes, reconversiones de vías en calles urbanas y mejoras de enlaces, tal y como se detalla a continuación.”

Actuación	Tipología PTP	Aparece en inversiones	Eje viario
BI-631 Bilbao-Bermeo, túneles de Sollube y Circunvalación de Bermeo (en proceso).	Nuevas infraestructuras	Sí	BI-631
BI-635 Amorebieta-Gernika-Lumo, túnel del alto de Autzagane(en proceso).	Nuevas infraestructuras	Sí	BI-635
BI-2636 Markina-Límite TH, variante sur de Markina-Xemein.	Nuevas infraestructuras	Sí	BI-2636
BI-633 Berriz-Ondarroa, Variante de Berriatua, incluyendo solución de unión a la BI-2405 que conecta con Lekeitio (en proceso).	Nuevas infraestructuras	Sí	BI-633
Establecimiento de nueva conexión Nabarniz-Aulesti.	Nuevas infraestructuras	Sí	-
BI-2121 Mungia-Gernika. Modificación del Trazado Gerekiz-Muxika y mejora de conexión a BI-635.	Mejoras geométricas del trazado de carreteras	Sí	BI-2121
BI-635 Amorebieta-Gernika-Lumo, Modificación del trazado entre Autzagane y Boane, minimizando afecciones a los núcleos existentes.	Mejoras geométricas del trazado de carreteras	Sí	BI-635
BI-2636 Markina-Límite TH, mejoras puntuales de trazado desde el núcleo urbano de Etxebarria hacia el este.	Mejoras geométricas del trazado de carreteras	Sí	BI-2636
Gautegiz Arteaga. Vía urbana perimetral por el oeste del núcleo.	Creación de recorridos alternativos en los cascos urbanos	Sí	-
Tratamiento de vías liberadas de tráfico de paso en Bermeo, Berriatua y Markina-Xemein, Muxika. Núcleos atravesados actualmente por la BI-635 y la BI-2121.	Tratamiento de vías liberadas de tráfico de paso	Sí	-
Gautegiz Arteaga, Etxebarria y los núcleos de la margen izquierda del Oka.	Tratamiento de vías liberadas de tráfico de paso	Sí	-

prestaciones que demandan los flujos de tráfico previstos, bien por evitar interacciones en los distintos núcleos urbanos”.

La imagen siguiente es un extracto del plano 3. Infraestructuras de transportes del PTP, en el que se refleja la carretera proyectada como propuesta por el PTP.



PROPOSAMENAK PROPUESTAS	
BIDE SAREKO EKINTZAK ACCIONES EN LA RED VIARIA	
	TUNELA TUNEL
	IGAROTZEKO TRAFIKOTIK LIBRE DAUDEN BIDEEN TRATAMENDUA TRATAMIENTO DE VÍAS LIBERADAS DE TRÁFICO DE PASO
	MOTORDUN BILGAILURIK GABEKO BIDE ERHUTZEA. TRANSFORMACIÓN EN VÍA NO MOTORIZADA
	L2P-K PROPOSATUTAKO SARE KAPLARRA RED CAPILAR PROPUESTA POR EL PTP
	L2P-K PROPOSATUTAKO BANAKETA-SAREA RED DISTRIBUIDORA PROPUESTA POR EL PTP
	L2P-K PROPOSATUTAKO EGITURA-SAREA RED ESTRUCTURANTE PROPUESTA POR EL PTP
	INTERES PASAJISTIKOA DUTEN ERREPIDEAK CARRETERAS DE INTERÉS PASAJISTICO
	ERREPIDE-TRAZATUAREN HOBETUNTZA GEOMETRIKOAK MEJORAS GEOMÉTRICA DE TRAZADO DE CARRETERAS
	HIRIGUNEKO BILBIDE ALTERNATIBOA RECORRIDO ALTERNATIVO EN CASCO URBANO
	HIRIGUNEKO SARTZEKO APARKALEKUIAK APARCAMIENTOS ACCESO CENTRO URBANO
	DESUASO-APARKALEKUIAK APARCAMIENTOS DESUASORIO

2.2 PLAN TERRITORIAL PARCIAL DEL ÁREA FUNCIONAL GERNIKA-MARKINA

La carretera proyectada se incluye en el PTP como parte de las actuaciones en la conexión con Gipuzkoa Markina-Etxebarria-Elgoibar (BI-2636). Se trata de una de las intervenciones previstas en la Red Viaria Distribuidora de mejora en las conexiones entre los distintos ámbitos que constituyen el Área Funcional de Gernika-Markina. En concreto:

“BI-2636 (Markina – Límite TH). Conexión con el Corredor del Artibai a través de una variante por el sur del núcleo de Markina-Xemein y un recorrido urbano alternativo en el centro de Etxebarria...”

Esta variante se incluye también en la tabla de implantación de nuevas infraestructuras viarias. Pág. 10 de III_Estudio económico-financiero. En ella se recoge el coste estimado de la variante sur de Markina-Xemein (6.340.000 €), el organismo responsable (Diputación Foral) y los períodos cuatrienales (1º).

Nuevas referencias se encuentran en la Pág. 73 de IV_Normativa, donde se recoge la Variante por el sur del núcleo de Markina dentro del apartado de implantación de nuevas infraestructuras correspondientes a la red de carreteras y en la Ficha del ámbito 2, en la Pág. 87 de V_Afecciones, donde se incluyen las afecciones al Planeamiento Municipal de Markina-Xemein y en la Pág. 49 de VI_EECIA.

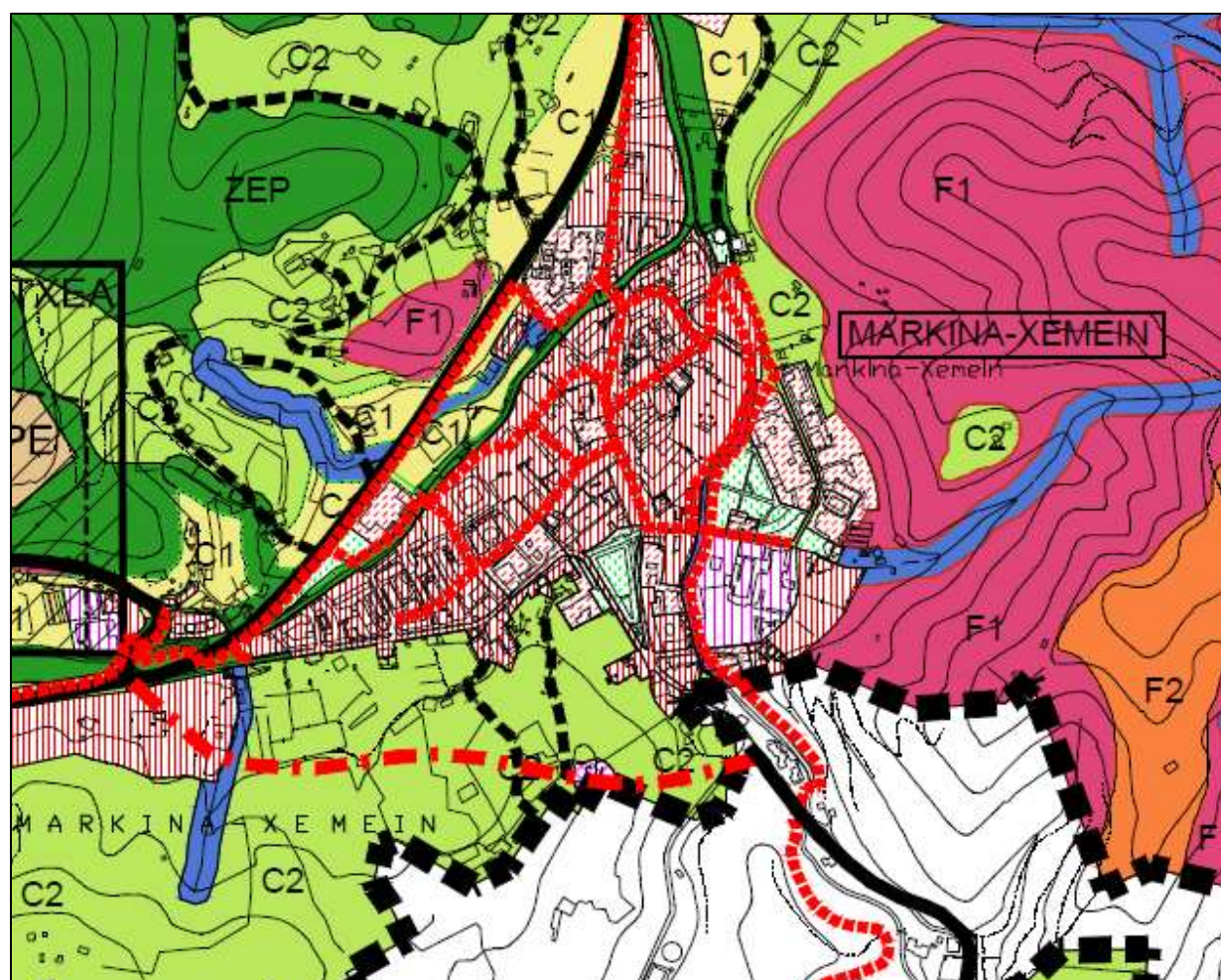
El objetivo de la implantación de las nuevas infraestructuras viarias, entre las que se encuentra la carretera objeto de este proyecto, es “dotar a la red existente de una mejor funcionalidad, bien por causa de las

2.3 PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE MARKINA

Con fecha 21 de julio de 2010 el Ayuntamiento aprobó inicialmente el Plan General del municipio. De las alegaciones presentadas al documento, algunas fueron aceptadas. Recogidas estas y asimismo las modificaciones introducidas por la nueva corporación, el plan fue sometido a su aprobación provisional por el Ayuntamiento con fecha 15 de marzo de 2012.

Es este documento, el PGOU aprobado provisionalmente en 2012, el que se ha tomado como referencia. Las NNSS vigentes tienen fecha del año 1999 y en ellas no se recogen previsiones, planificaciones ni prescripciones sobre nuevas vías de comunicación.

La imagen siguiente es un extracto del plano “Estructura general y orgánica. Clasificación” del PGOU, en el que se refleja como “carretera general propuesta” un vial que une las carreteras BI-633 y BI-2636:

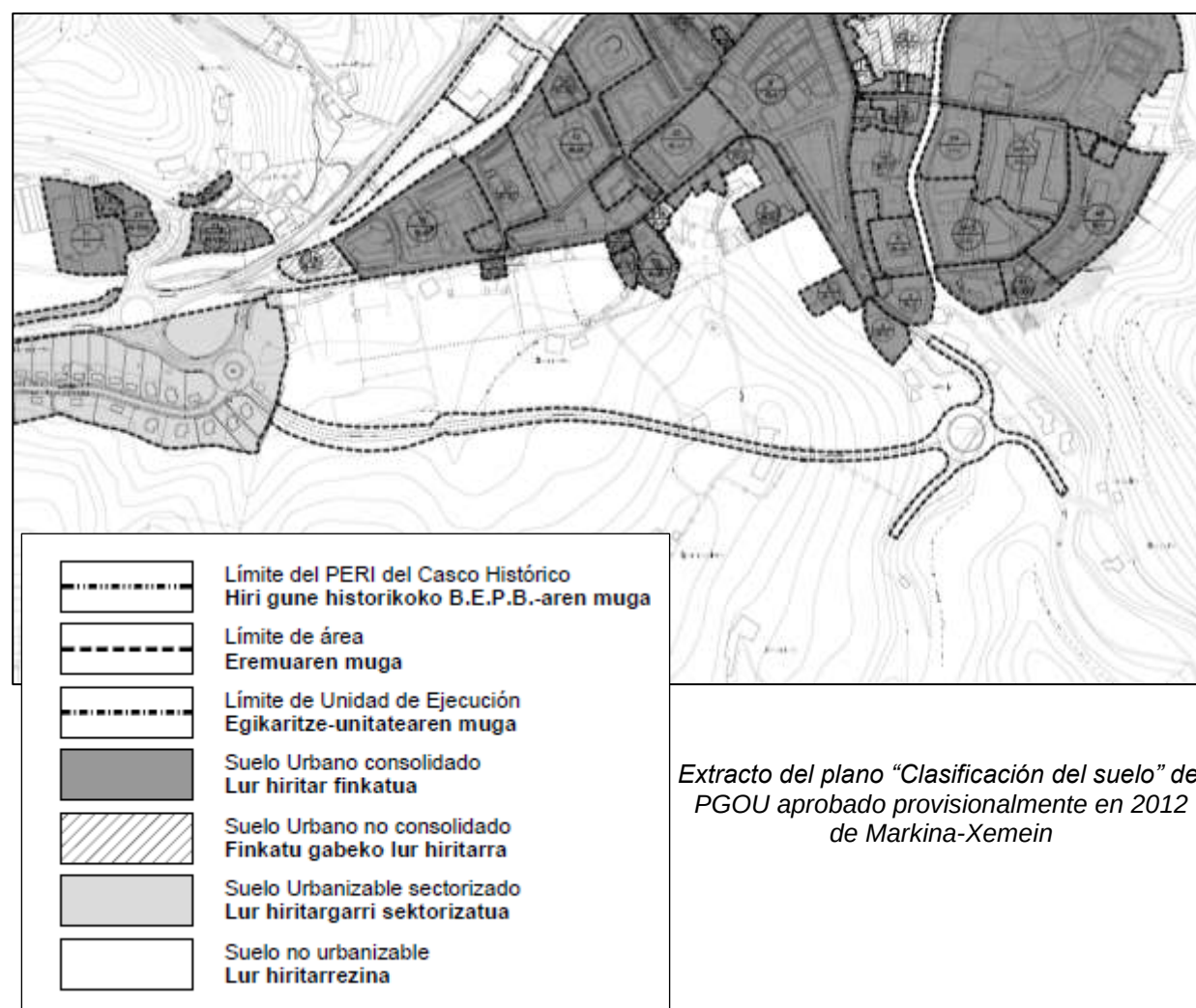


	Límite del término municipal Udal barrutiaren muga
	Babes berezidun gunea Zona especial protección
	Gailurren babes gunea Zona de protección de cumbrones
	Babesteko basoak Forestales de protección
	Produktzioarako basoak Forestales de producción
	Babesteko nekazal lurra Campiña de protección
	Produktzioarako nekazal lurra Campiña de producción
	lurzaleko uren babesa protección de aguas superficiales
	Ingurugiroaren hobekuntza Mejora ambiental
	Landa-nukleoa Núcleo rural
	Bizitegi-erabilera Uso residencial
	Industria-erabilera Uso industrial
	Instalazio lurzatia Parcela de instalaciones
	Espazio librean S.O. S.G. Espacios libres
	Ekipamenduak S.O. S.G. Equipamientos
	Ustiatzeko emakidaren mugaketa Demarcación de concesión de explotación
	Dagoen errepide nagusia Carretera general existente
	Landa bidea Camino rural
	Proposaturiko errepide orokorra Carretera general propuesta
	Bidegorri Bidegorri

Extracto del plano “Estructura general y orgánica. Clasificación” del PGOU de Markina-Xemein

En este documento se recoge la carretera objeto del presente Proyecto como una de las actuaciones en el apartado de redes viarias y transportes (se refiere a este vial como “Variante Markina-Etxebarria”). Y se

señalan una serie de aspectos a tener en cuenta en fases posteriores, como a afección a los cauces, al patrimonio y a las viviendas cercanas a la zona final (Txoribenta).



El Sector Bidaurreta se ha tenido en cuenta en la definición del trazado: la rotonda prevista se ha diseñado de forma que sea posible añadir un nuevo acceso a la misma desde el Sector en caso de que este se desarrolle.

Como puede observarse en la imagen anterior, el trazado proyectado transcurre por SUELO NO URBANIZABLE dentro del término municipal de Markina-Xemein.

Hay que señalar por otra parte que el área delimitada como canal viario de la carretera proyectada se va a actualizar de acuerdo con el trazado diseñado. Así, en los planos del texto refundido de aprobación definitiva del PGOU que se está redactando en el momento de realización del presente Proyecto, se determinará la nueva línea límite de la edificación que se incluye a modo informativo en los planos de Expropiaciones y que se muestra en la siguiente imagen (línea de color naranja):

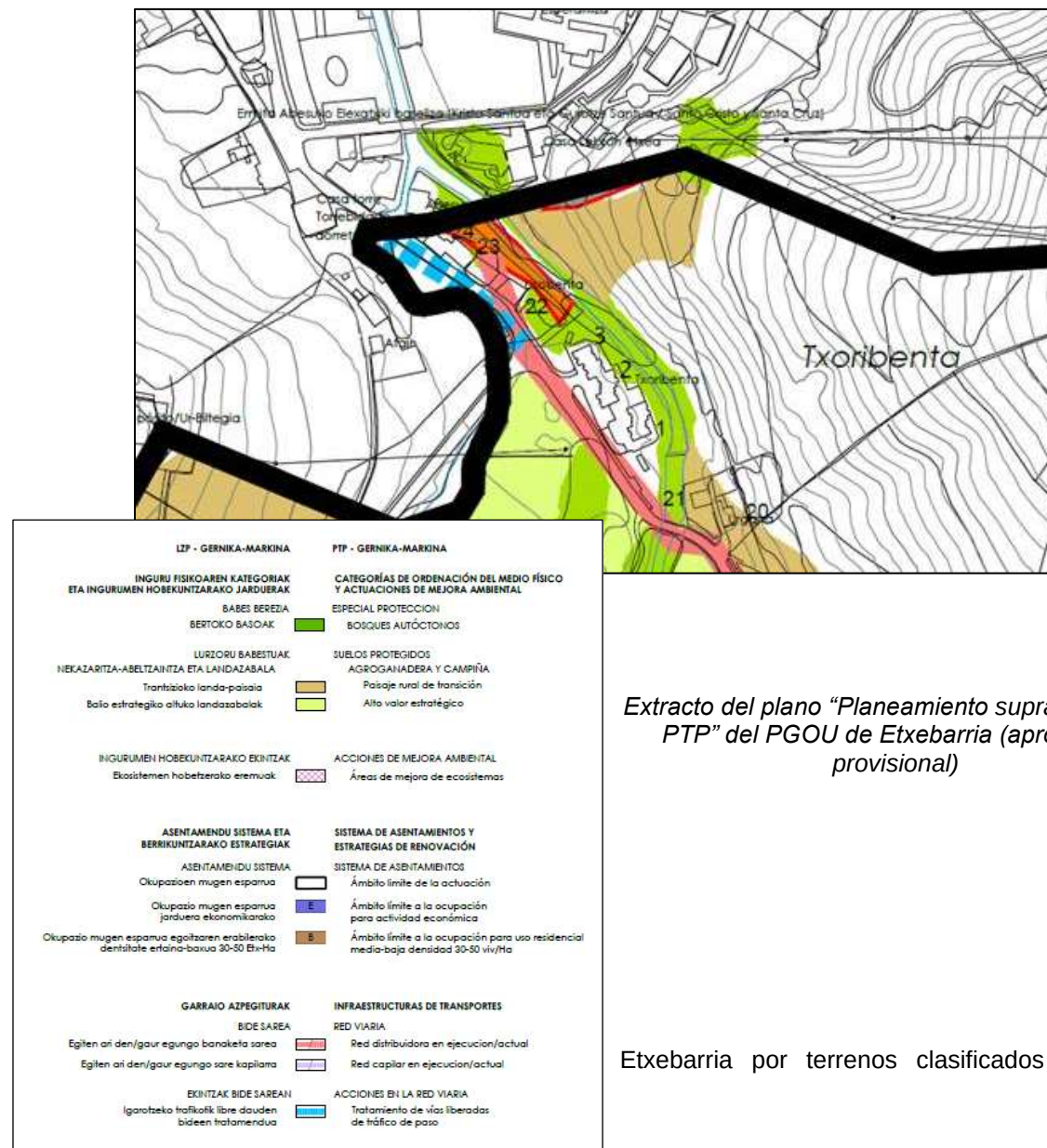


Canal viario adaptado al trazado proyectado, que se incluirá en el texto refundido de aprobación definitiva del PGOU de Markina-Xemein, actualmente en fase de redacción

2.4 PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ETXEBARRIA

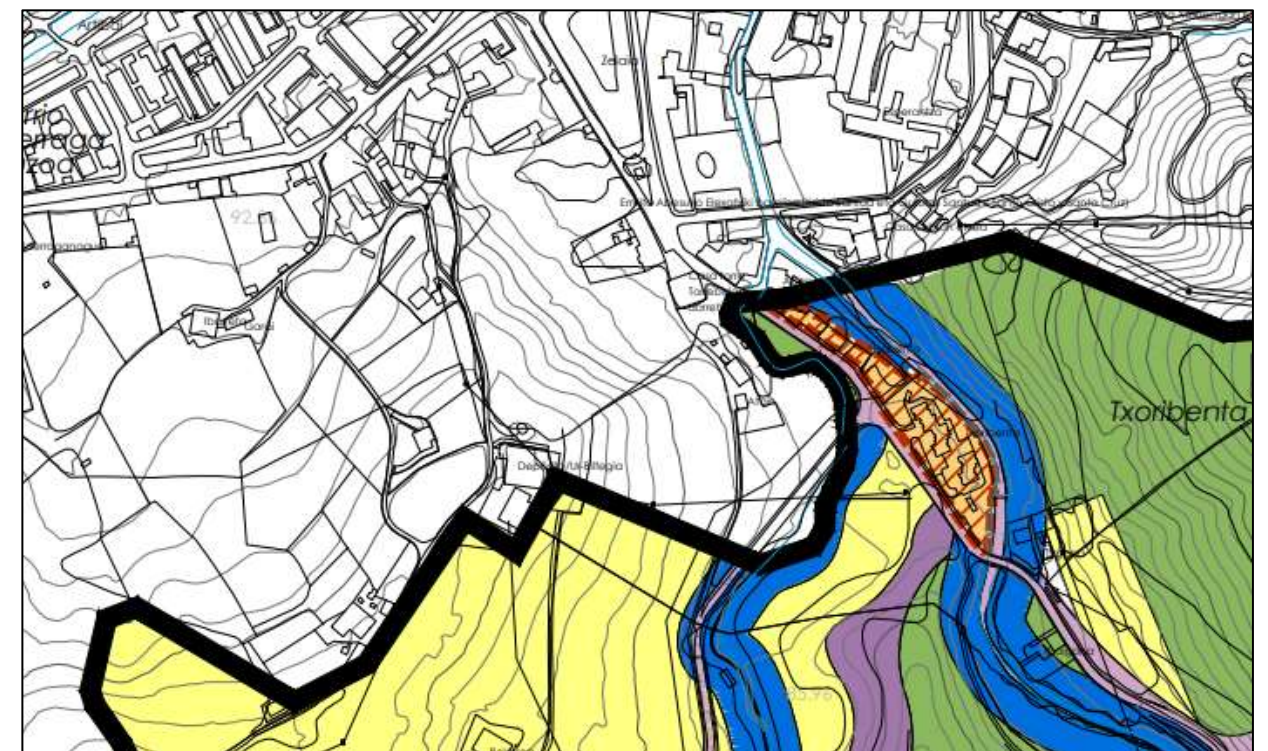
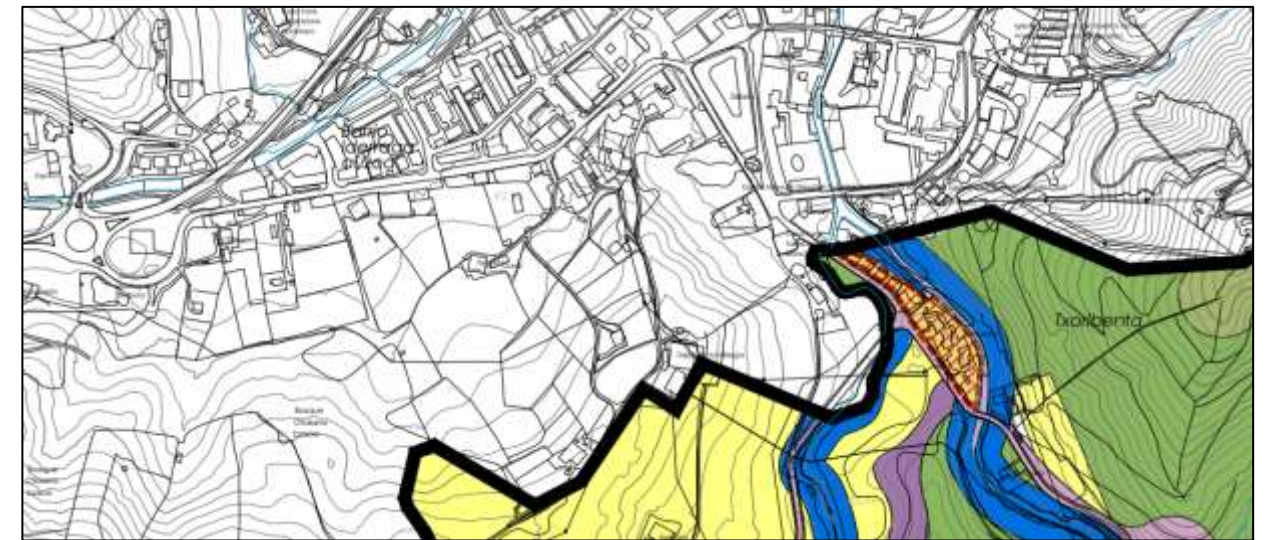
El PGOU de Etxebarria se aprobó el 24 de septiembre de 2020 y se sometió al correspondiente trámite información pública. A la vista del resultado del mismo, se introdujeron una serie de modificaciones no sustanciales dando lugar al PGOU para aprobación provisional con fecha marzo de 2021.

En esta última versión del PGOU de Etxebarria se recoge esquemáticamente el tramo de Variante en el Término Municipal dado que la afección de la Variante Sur de Markina supone una afección mínima en el mismo de acuerdo con lo que se informó desde el Departamento de Infraestructuras y Desarrollo Territorial de la DFB al Ayuntamiento de Etxebarria en relación con la consulta para la aprobación inicial del PGOU.



Extracto del plano "Planeamiento supramunicipal:
PTP" del PGOU de Etxebarria (aprobación
provisional)

Etxebarria por terrenos clasificados como NO



ZUZKIDURA ERABILERAKO ZEHAZTAPENAK	DETERMINACIONES DE USOS DOTACIONALES
Ekipamendu komunitarioen sistema orokor edo lokala	Sistema general o local equipamientos comunitarios
Espazio irekietako sistema orokor edo lokala	Sistema general o local de espacios libres
Errepide erabilerako tartea	Canal de uso viario
LURZORU URBANIZAEZINAREN KATEGORIAK	CATEGORÍAS EN SUELO NO URBANIZABLE
Babes berezia	Protección especial
Basokoa	Forestal
Birsorkuntza eta hobekuntza	Regeneración y Mejora
Nekazaritza eta abeltzaintza	Agropecuario y agrícola-ganadero
Gainazaleko uren babesa	Protección de aguas superficiales

EGUNGO PLANEAMENDUAREN GARAPEN MAILA	GRADO DE DESARROLLO DEL PLANEAMIENTO VIGENTE
Garatutako eremuak	Ámbitos desarrollados
Garatu gabeko eremuak (idatzitako plangintzarekin)	Ámbitos sin desarrollar (con planeamiento redactado)

Extracto del plano "Estado del planeamiento" del PGOU de Etxebarria (aprobación provisional)

LURZORUAREN SAILKAPENA	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
Hiri-lurzorua	Suelo urbano
Hiri-lurzorua finkatua	Suelo urbano consolidado
Hiri-lurzorua finkatugabea	Suelo urbano no consolidado
Lurzorua urbanizagarria	Suelo urbanizable
Lurzorua urbanizagarri sektorizatugabea	Suelo urbanizable no sectorizado
Bizitegikoa -R-	Residencial
Industrial -I-	Industrial
Ekipamendua -E-	Equipamiento
Lurzorua urbanizaezina	Suelo no urbanizable

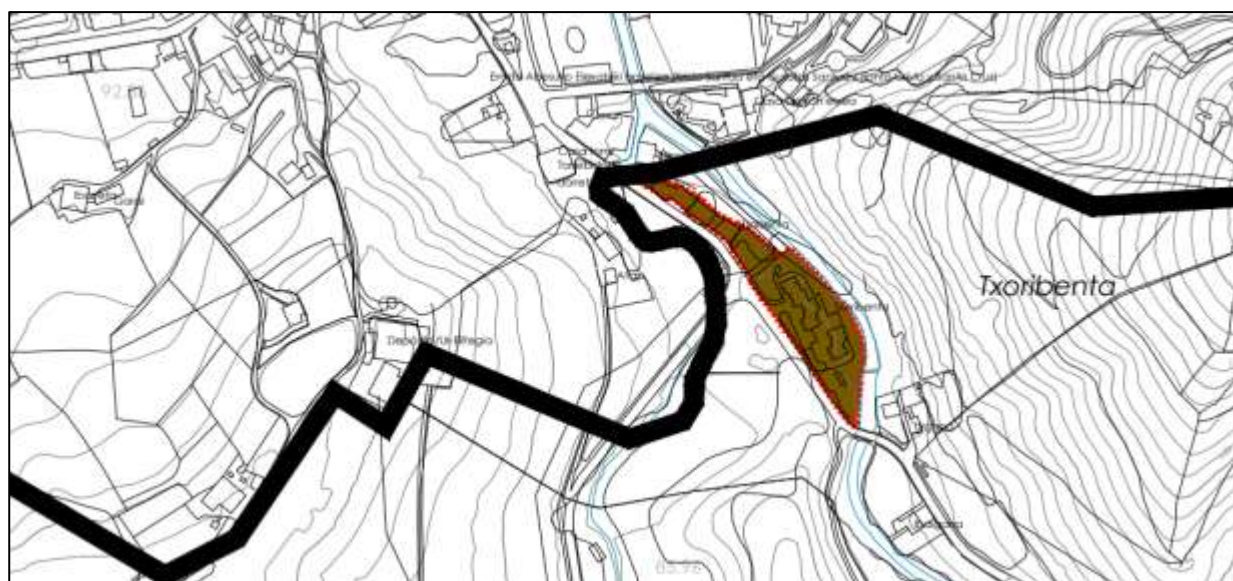
Extracto del plano "Clasificación del suelo" del PGOU de Etxebarria (aprobación provisional)

2.5 ZEC ES2130011 ARTIBAI/RÍO ARTIBAI

La ZEC "Artibai / Río Artibai" se inicia en la vertiente norte del monte Oiz, en las inmediaciones del puerto de Trabakua, y desde allí y con un sentido noroeste atraviesa los núcleos urbanos de Markina y Berriatua hasta su desembocadura en Ondarroa tras un recorrido de unos 23 km.

Este espacio se localiza a aproximadamente 20 m de la zona oeste del trazado, por lo que no se ve afectado directamente.

Conserva enclaves de gran valor e interés faunístico y florístico. En ellos se encuentran hábitats de interés comunitario como las alisedas y fresnedas y mantiene poblaciones de especial interés comunitario. Cabe destacar, por su influencia en el presente proyecto, que tanto el Artibai como sus afluentes (entre los que se encuentran el arroyo Urko y la regata Muniberreka, que transcurren por la parte final del trazado) están considerados como área de especial interés para el visón europeo.



3 DATOS BÁSICOS DE PARTIDA

3.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La empresa EUSKOTOP ha llevado a cabo un levantamiento topográfico a escala 1:500 de la banda en la que se enmarca el trazado proyectado, completando así la base cartográfica disponible a escala 1:4.000 de la Diputación Foral de Bizkaia.

El procedimiento empleado es el de Topografía Clásica y se han utilizado COORDENADAS U.T.M. ETRS-89. La poligonal principal se ha llevado a cabo a través de un G.P.S. y la toma de los diferentes puntos que definen el trabajo se ha realizado por medio de una estación total.

En el Anejo nº2 Cartografía y Topografía se presentan las bases de replanteo empleadas en coordenadas en ETRS-89 y la correspondiente memoria topográfica.

3.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

3.2.1 ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Se ha contado con la siguiente documentación, recopilada y analizada como paso previo al resto de trabajos geológico-geotécnicos:

- Sistema de cartografía ambiental de la comunidad autónoma vasca.
- Mapa geológico de España. IGME 63 23-5 Eibar E: 50.000 - IGME
- Mapa geológico del País Vasco 63-I Ondarroa E: 25.000 - EVE
- Mapas dominios y unidades hidrogeológicas E:100.000 - EVE
- Mapa hidrogeológico y de permeabilidades del país vasco E: 100.000 - EVE
- Mapa rocas y minerales industriales del País Vasco (explotaciones y
- Instalaciones) E: 200.000 - EVE
- Mapa rocas y minerales industriales del País Vasco (Indicios,
- Explotaciones activas y Litotectos) E: 150.000- EVE
- Proyecto de Construcción Variante de Markina (Bizkaia) DFB Julio 1994.
- Proyecto de mejora de la seguridad vial en la carretera BI-2636 del PK 50+860 al 52+290 dentro de los Términos Municipales de Markina y Etxebarria (Bizkaia). DFB noviembre 2015.

3.2.2 TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS

Los trabajos han consistido en la realización de una inspección del terreno bajo el punto de vista geológico-geotécnico, completada con la realización de estaciones geomecánicas, una (1) calicata, catorce (14) sondeos mecánicos, seis (6) ensayos de penetración dinámica DPSH y once (11) perfiles de tomografía eléctrica, para el reconocimiento de los materiales subyacentes.

3.2.2.1 Sondeos mecánicos

En el caso de los sondeos mecánicos, se han tenido en cuenta los realizados en la zona correspondientes a dos campañas:

- Sondeos mecánicos realizados por EPTISA para el presente Proyecto
- Sondeos mecánicos realizados por GEODRILLING para la DFB dentro del contrato “Reconocimiento geotécnico para proyectos de carreteras en el entorno de Markina”

Sondeos mecánicos realizados por Eptisa para el presente proyecto

Se han llevado a cabo ocho (8) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo, mediante máquinas de sondeos a rotación. Las profundidades alcanzadas se recogen a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	X	Y	Z
SM-1	12,25	540119,16	4790281,41	95,37
SM-2	17,65	540272,92	4790211,92	108,88
SM-3	23,00	540324,00	4790198,70	112,31
SM-4	25,00	540549,62	4790258,60	105,26
SM-5	45,20	540676,70	4790231,16	126,48
SM-6	43,10	540713,10	4790224,22	127,10
SM-8	19,50	540915,51	4790254,00	90,05
SM-9	12,00	540991,72	4790267,98	82,91

Ensayos de penetración dinámica standard (SPT)

Durante la ejecución de los sondeos se han llevado a cabo ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.). El ensayo consiste en la introducción en el terreno de un tomamuestras bipartido normalizado.

Como energía de impacto se utiliza una maza de 63,5kg que cae desde una altura de 75 cm.

Para su realización se contabilizan los golpes necesarios para la hinca de 60 cm en intervalos de 15 cm; el número S.P.T. (NSPT) viene definido por la suma de los dos intervalos centrales, ya que se considera que en los primeros 15 cm el sondeo puede estar alterado y el último valor es para ver la evolución de NSPT.

Los resultados obtenidos se recopilan en el Anejo nº3.

Toma de muestras

Asimismo, se ha procedido a la toma de muestras inalteradas en los suelos y testigos parafinados de roca durante la ejecución de los sondeos. En el Anejo nº3 se recoge una relación de los mismos.

Sondeos mecánicos realizados por Geodrilling para la Diputación Foral de Bizkaia

Se han tenido en cuenta los sondeos realizados por GEODRILLING para la DFB con el contrato “Reconocimiento geotécnico para proyectos de carreteras en el entorno de Markina” que quedan en el ámbito del presente Proyecto.

Se trata de seis (6) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo, mediante máquinas de sondeos a rotación. Las profundidades alcanzadas se recogen a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	X	Y	Z
SM-10	31,60	540576.52	4790182.42	114.28
SM-11	41,00	540676.83	4790189.53	128.66
SM-12	45,60	540717.02	4790167.65	128.27
SM-13	25,30	540851.93	4790213.36	103.99
SDPS-1	12,80	540077,15	4790225,38	101.64
SDPS-2	12,70	540182,56	4790210,76	100.12

Ensayos de penetración dinámica standard (SPT)

Siguiendo la misma metodología que en los sondeos realizados por Eptisa, se han llevado a cabo ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.) durante la perforación de los sondeos, los cuales se recogen en el Anejo nº3.

Toma de muestras

Asimismo, se ha procedido a la toma de muestras inalteradas en los suelos y testigos parafinados de roca durante la ejecución de los sondeos. En el Anejo nº3 se recoge una relación de los mismos.

Ensayos de permeabilidad y medida de niveles de agua en los sondeos

Dada la importancia de la hidrogeología en la clasificación geomecánica de macizos rocosos en vistas a la tramificación de los túneles se ha desarrollado una investigación de la permeabilidad del macizo rocoso.

Esta ha consistido en ensayos de permeabilidad tipo Lugeon. Éste se realiza inyectando agua a presiones crecientes en macizos rocoso sanos y cuya permeabilidad se debe a la presencia de discontinuidades normalmente de tipo tectónico.

Se han realizado trece (13) ensayos Lugeon, tanto en los ensayos realizados por EPTISA como en la campaña de GEODRILLING, cuyos resultados se recogen en el Anejo nº3.

Tras realizar los sondeos se ha colocado en cada uno de los sondeos largos tubería de PVC, y se ha procedido a medir los niveles de agua tras el achique de los mismos, detectándose el nivel de agua en los sondeos a las siguientes profundidades:

SONDEO	11/01/19	28/01/19	05/02/19	01/03/19	14/10/20	15/10/20	03/11/20	10/11/20	13/11/20	23/07/21	31/08/21	04/10/21	11/11/2021
SM-1	5,00	2,30		4,10						4,20	4,50	4,20	4,07
SM-2			19,00	12,30									
SM-3			4,25	11,25									
SM-4							2,47		2,2				
SM-5								3,40	6,50				13,57
SM-6					8,00	7,18			13,6		17,20	14,80	14,64
SM-8		6,75		6,65									
SM-9		1,10		3,20						3,65	4,20	3,70	3,48
SM-10										3,95	4,60	4,20	3,22
SM-11										14,20	14,60	14,80	14,69
SM-12										22,10	22,70	22,60	19,64
SM-13										4,00	5,20	5,00	3,92
SDPS-1												6,30	6,32
SDPS-2												5,50	5,15

Se ha procedido también a la toma de muestra de agua en todos los sondeos con el fin de conocer la agresividad de la misma para el hormigón.

Ensayos presiodilatométricos

Se han realizado ensayos presiodilatométricos, que consisten en introducir una sonda en el terreno (en la perforación practicada con el sondeo), la cual aplica una presión al mismo y mide la deformación inducida. El resultado es una curva carga-desplazamiento en la que se distinguen las diferentes etapas del ensayo (adaptación de la camisa, deformación elástica, así como el/los ciclos de carga y descarga, deformación plástica y rotura del terreno).

En cada uno de los ensayos presiodilatométricos se han realizado ciclos de carga-descarga-carga.

A partir de los datos del ensayo puede estimarse el módulo de deformación cortante del terreno, G , y a partir de éste el módulo presiodilatométrico E_{pdil} considerando un determinado valor del coeficiente de Poisson, ν .

Para la realización de los ensayos se ha empleado un presiómetro OYO Elastmeter 200. Todos ellos se han llevado a cabo en avance.

Los ensayos presiodilatométricos se han realizado tanto en los ensayos realizados por EPTISA como en la campaña de GEODRILLING, y sus resultados se recogen en el Anejo nº3.

Televiewer acústico

En el sondeo SM-6, con objeto de determinar y caracterizar cada familia de fracturas existentes, se ha realizado por parte de International Geophysical Technology, S.L. el ensayo de Televiewer Acústico con un televisor acústico de alta resolución o HRAT (s/n 11536).

Se tomaron datos entre los 7,9m y los 37,98m ya que en la parte final el sondeo se cerraba en los materiales conglomeráticos arcillosos. Los resultados obtenidos se recogen en el Anejo nº3.

Ensayos sónicos Down-Hole

El objetivo de los ensayos sónicos Down Hole realizados en los sondeos SM-11 y SM-12 por GEODRILLING, es la caracterización de los materiales en función de los valores de la velocidad de transmisión de las ondas volumétricas de compresión (V_p) en el terreno.

Para la realización de las mediciones se introduce un geófono en el pozo, ayudado con una polea para ir variando la profundidad de éste. Las señales sísmicas se producen mediante un fuerte impacto con un mazo metálico de 6-8 Kg sobre un perfil metálico empotrado en el terreno, a una distancia del orden de 1 m del emboquille del sondeo.

En la interpretación de las dromocrónicas se han identificado 4 capas de terreno, en función de la pendiente de las mismas. Los resultados se recogen en el Anejo nº3.

3.2.2.2 Calicatas

Se ha realizado una (1) calicata mediante pala retroexcavadora, la cual ha alcanzado una profundidad máxima de 2,50 metros.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	X	Y	Z
CT-2	2,50	540311,46	4790206,73	111,50

Durante la realización de la calicata se ha recogido una muestra de suelo alterada para su ensayo en laboratorio. La información relativa a esta investigación se recoge en el Anejo nº3.

3.2.2.3 Ensayos de penetración dinámica

Mediante un penetrómetro tipo D.P.S.H. se han realizado seis (6) ensayos de penetración dinámica continua.

El ensayo consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para introducir en el terreno una puntaza normalizada, en intervalos de 20 cm, golpeada por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm.

Las profundidades alcanzadas han sido las siguientes:

PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD (m)	X	Y	Z
P-1	2,60	540070,93	4790360,98	90,23
P-2	3,20	539980,17	4790392,77	89,31
P-3	4,40	540916,23	4790197,19	93,84
P-4	2,20	540975,05	4790291,96	82,15
P-5	4,60	541051,81	4790207,14	89,20
P-6	5,20	541007,25	4790206,77	88,06

La situación de los penetrómetros y sus diagramas de golpes se recogen en el Anejo nº3.

3.2.2.4 Tomografía eléctrica

Para la investigación del túnel así como de sus emboquilles se han realizado cinco (5) perfiles de tomografía eléctrica que permiten alcanzar la profundidad de investigación deseada, diferenciar materiales e identificar zonas sensibles y de fracturas en función de la resistividad del terreno. La longitud, ubicación y profundidad de cada uno de los perfiles se ha realizado para abarcar una amplia área de estudio con el objetivo de comprobar la disposición estructural de los diferentes materiales que fueron apareciendo durante la

perforación de los sondeos SM-4, SM-5 y SM-6, que parecen corresponderse con materiales y estructura de un diapiro emergente.

Los perfiles realizados son los siguientes:

PERFIL	LONGITUD (m)	SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS	DESCRIPCIÓN
PERFIL-1	710	10m	Longitudinal al trazado
PERFIL-2	590	10m	Longitudinal al trazado
PERFIL-3	355	5m	Perpendicular al trazado
PERFIL-4	830	10m	Perpendicular al trazado
PERFIL-5	355	5m	Perpendicular al trazado

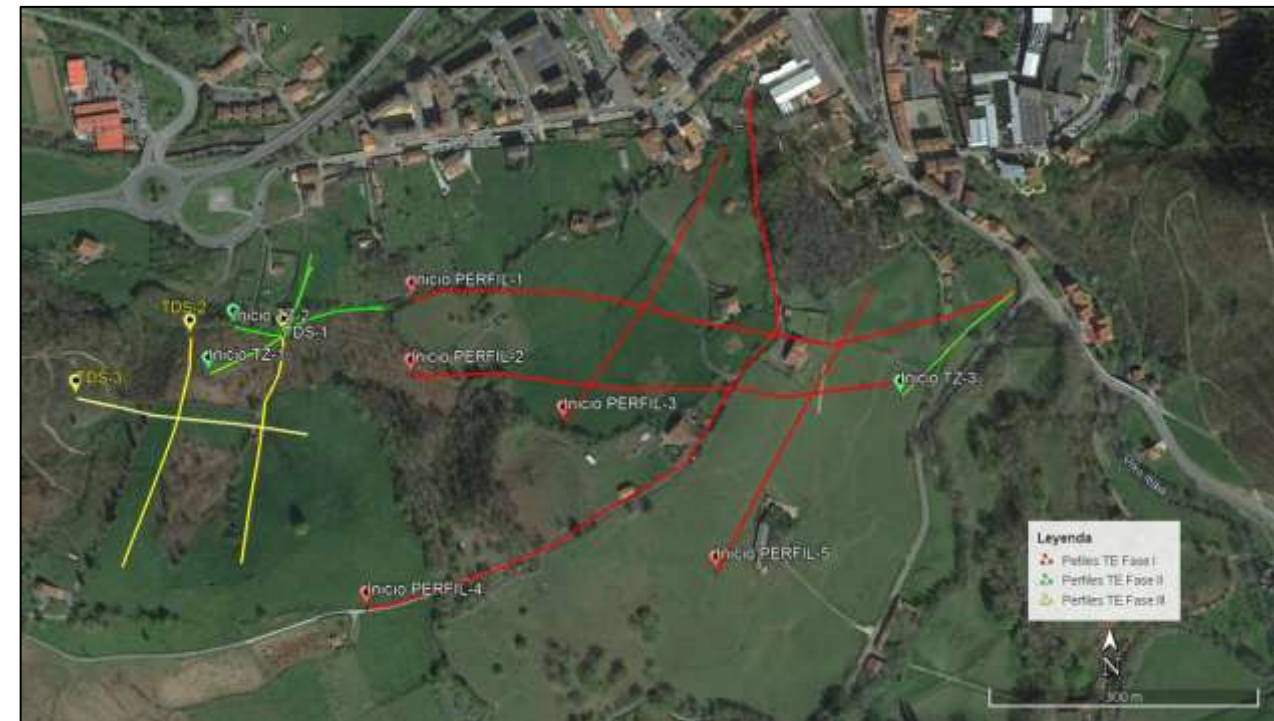
En diferentes puntos cercanos al trazado aparecen cuerpos de roca silicificados, cuyos límites laterales con el sustrato rocoso existente no está muy marcado. Con el objetivo de intentar conocer mejor estos límites, así como las características y geometría de estos cuerpos silicificados, se realizaron un total de 3 perfiles adicionales de tomografía eléctrica.

PERFIL	LONGITUD (m)	SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS
TZ-1	175	5m
TZ-2	175	5m
TZ-3	175	5m

Además, para la investigación del depósito de sobrantes se han realizado tres perfiles de tomografía eléctrica.

PERFIL	LONGITUD (m)	SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS
TEDS-1	250	5m
TEDS-2	250	5m
TEDS-3	250	5m

En la figura siguiente se muestra la situación de cada uno de los perfiles de tomografía eléctrica realizados. Los informes de resultados se recogen en el Anejo nº3.



3.2.2.5 Cartografía geológico-geotécnica

Se ha realizado una cartografía geológico-geotécnica del trazado, tomando como base una topografía escala 1:1000. En ella se han reflejado estructuras geológicas, los suelos cuaternarios (rellenos, eluviales coluviales y aluviales) y los afloramientos rocosos de las unidades litológicas cretácicas y triásicas implicadas en el trazado.

En los afloramientos rocosos se han tomado medidas estructurales de las juntas y estratificación, que se recopilan como Puntos de Observación en el Anejo nº3. La gran mayoría de los afloramientos rocosos se sitúan alejados del trazado proyectado, ya que el sustrato rocoso se encuentra muy meteorizado. Los datos de dirección y buzamiento principales de la estratificación tomados en los distintos puntos de observación, han sido representados también en la cartografía geológica, que se recoge en el Anejo nº3.

3.2.3 Ensayos de laboratorio realizados

Sobre las muestras tomadas en los sondeos mecánicos y la calicata se han programado diferentes ensayos de laboratorio con la finalidad de obtener datos para la caracterización geotécnica de los materiales. Las muestras recogidas y los ensayos efectuados se recopilan a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS
SM-1	0,60-1,20	MI	Arcillas descalificación	EG-LA-H-D-CS
SM-1	9,10-9,50	TP	Calizas masivas G-I	H-D-CS
SM-1	-	AGUA	-	AA
SM-2	1,00-1,60	MI	Calizas arenosas G-V	H-D-CS
SM-2	3,20-3,80	MI	Calizas arenosas G-V	EG-LA-H-D-CS-CD
SM-2	9,80-10,20	TP	Calizas arenosas G-I	H-D-CS
SM-2	16,56-16,93	TP	Calizas arenosas G-I	H-D-CS
SM-2	-	AGUA	-	AA
SM-3	3,60-4,20	MI	Alt. areniscas y lutitas G-IV	EG-LA-H-D-CS
SM-3	9,30-9,90	MI	Alt. areniscas y lutitas G-IV	EG-LA-H-D-CS-CD
SM-3	9,90-10,50	SPT	Alt. areniscas y lutitas G-IV	AS
SM-3	-	AGUA	-	AA
SM-4	2,40-3,00	MI	Caliza G-V	EG-LA-H-D-CD
SM-4	8,40-8,75	TP	Caliza G-I	H-D-CS
SM-4	19,20-19,50	TP	Caliza G-I	H-D-TXR
SM-4	21,00-21,30	TP	Caliza G-I	H-D-CS
SM-4	-	AGUA	-	AA
SM-5	2,00-2,60	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-H-D-CD-AS
SM-5	4,00-4,60	MI	Conglomerado triásico G-V	H-D-CS-CD
SM-5	6,00-6,60	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-H-D-CS-CD
SM-5	10,20-10,60	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-TXR-RX
SM-5	13,50-13,80	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-TXR-AC
SM-5	21,65-22,00	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-TRX-RX-SCH
SM-5	29,80-30,10	TP	Conglomerado triásico G-I	EG-H-D-CS-AS
SM-5	33,00-33,30	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-TXS-AC
SM-5	44,60-44,90	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-TXR
SM-5	-	AGUA	-	AA
SM-6	1,80-2,40	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-LA-H-D-CD
SM-6	4,00-4,60	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-LA-H-D-CD
SM-6	6,60-6,90	TP	Calizas G-I	H-D-CS
SM-6	13,55-13,90	TP	Calizas G-I	H-D-CS(B)
SM-6	19,20-19,50	TP	Calizas G-I	H-D-CS

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS
SM-6	24,40-24,65	TP	Calizas G-I	H-D-CS(B)-BR-DC
SM-6	33,20-33,55	TP	Calizas G-I	TXR-SCH-AC
SM-6	35,20-35,40	TP	Conglomerado arcilloso	H-D-CS-RX
SM-6	-	AGUA	-	AA
SM-8	1,20-1,80	MI	Alt. lutitas y limolitas G-V	EG-LA-H-D-CS
SM-8	3,60-4,20	MI	Alt. lutitas y limolitas G-V	EG-LA-H-D-CS-CD
SM-8	4,20-4,80	SPT	Alt. lutitas y limolitas G-V	AS
SM-8	-	AGUA	-	AA
SM-9	1,20-1,80	MI	Margas G-IV-V	EG-LA-H-D-CS-AS
SM-9	3,50-4,00	TP	Margas G-I	H-D-CS
SM-9	-	AGUA	-	AA
SM-10	3,00-3,60	MI	Calizas G-V	EG-LA-H-D-CS-AS
SM-10	10,70-11,05	TP	Calizas G-I	H-D-CS(B)-AC
SM-10	16,60-16,90	TP	Calizas G-I	H-D-CS(B)-SCH
SM-10	-	AGUA	-	AA
SM-11	3,00-3,60	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-LA-H-D-CS-TXS
SM-11	6,00-6,60	MI	Conglomerado triásico G-V	EG-LA-H-D-CS-TXS-AS
SM-11	15,23-15,57	TP	Conglomerado triásico G-I	RX
SM-11	27,60-27,90	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-CS(B)-RX-SCH-PTR
SM-11	31,95-32,30	TP	Conglomerado triásico G-I	H-D-CS(B)-AS-SLK-SCH-PTR
SM-11	-	AGUA	-	AA
SM-12	3,00-3,60	MI	Limolitas margosas G-IV	EG-LA-H-D-CU-AS
SM-12	12,90-13,30	TP	Limolitas margosas G-I-II	H-D-CS(B)-SLK
SM-12	21,10-21,50	TP	Limolitas margosas G-I-II	H-D-CS(B)-SCH-AC
SM-12	-	AGUA	-	AA
SM-13	9,10-9,60	TP	Lutitas G-I	H-D-CS(B)-AS-SLK
SM-13	11,10-11,50	TP	Lutitas G-I	H-D-CS(B)-SCH
SM-13	-	AGUA	-	AA
SDPS-1	1,50-2,10	MI	Calizas arenosas G-V	EG-LA-H-D-CU
SDPS-1	5,80-6,20	TP	Calizas arenosas G-I	H-D-CS
SDPS-1	-	AGUA	-	AA
SDPS-2	1,20-1,80	MI	Calizas arenosas G-V	EG-LA-H-D-CU
SDPS-2	7,30-7,60	TP	Calizas arenosas G-I	H-D-CS
SDPS-2	9,30-9,60	TP	Calizas arenosas G-I	H-D-CS-AS

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS
SDPS-2	-	AGUA	-	AA

Los ensayos efectuados sobre la muestra en suelos para clasificación de los materiales del firme de la carretera han sido:

CATA/SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS
CT-2	1,50-2,00	MA	Lutitas G-IV	AG-LA-H-PN-CBR-E-C-Y-MO-SS

Siendo:

AG:	Análisis granulométrico
LA:	Límites de Atterberg
MO:	Materia orgánica
AGH:	Agresividad al hormigón
CD:	Corte Directo (CD)
CU:	Corte Directo (CU)
H:	Humedad
D:	Densidad
CS:	Compresión Simple
CS(B):	Compresión simple con bandas
BR:	Brasileño
DC:	Dureza Cerchar
TXS:	Triaxial en suelos (CU)
TXR:	Triaxial en roca
SCH:	Schimazek
SLK:	Slake Durability Index
RX:	Difracción Rayos X
PTR:	Petrográfico
AC:	Abrasividad Cerchar

Y:	Contenido en yeso
E:	Hinchamiento libre en Edómetro
PN:	Proctor Normal
CBR:	CBR Normal
SS:	Sales Solubles
C:	Colapso
AA:	Agresividad del Agua
AS:	Agresividad del suelo

Los resultados obtenidos se recogen en el Anejo nº 3.

3.3 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Como ya se ha indicado en el capítulo 2 de Antecedentes, la actuación objeto del presente Proyecto está contemplada tanto en el PTS de Carreteras de Bizkaia y en el Plan Territorial Parcial del Área Funcional de Gernika-Markina.

Las actuaciones previstas en el presente Proyecto se localizan mayoritariamente en el municipio de Markina-Xemein, cuyo PGOU se aprobó provisionalmente en el año 2.012, y en el municipio de Etxebarria, cuyo PGOU se aprobó provisionalmente en el año 2.021. La solución proyectada se ubica en suelo No Urbanizable.

En el Anejo nº4 Planeamiento se desarrolla con más detalle el contenido concreto de cada uno de los documentos anteriores en relación con el Proyecto.

3.4 TRÁFICO

La carretera objeto del presente Proyecto conectará las carreteras forales BI-633 y BI-2636, y permitirá eliminar el tráfico de paso que actualmente circula por el casco urbano de la localidad vizcaína, que en un gran porcentaje está asociado al polígono empresarial Galarza ubicado en Etxebarria.

Para la realización del estudio de tráfico se ha recopilado y analizado la información disponible en las publicaciones anuales que realiza la DFB (en concreto, la relativa a la carretra BI-633 en sus tramos 4, 5 y 6). Además, se han procesado datos de tráfico horarios de las estaciones ubiaccdas en el ámbito de estudio con el objetivo de corroborar el crecimiento tendencial que apuntan las publicaciones y conocer cómo se está dando dicho crecimiento a nivel de horas punta, días laborables y fines de semana.

ESTACIÓN	CARRETERA	LOCALIDAD	TRAMO
146A	BI-2636	Etxebarria	L.P. (Elgoibar) - Etxebarria
146B	BI-3950	Etxebarria	L.P. (Eibar) - Etxebarria
146C	BI-2636	Etxebarria	Etxebarria - Markina
147A	BI-633	Markina	Vte. Markina – Urberuaga
147B	BI-633	Markina	Erdotza – Vte. Markina
147C	BI-633	Markina	Variante Markina
147D	BI-4404	Etxebarria	Int. BI-2636 - Ermita

A partir del estudio del histórico de los datos de aforo registrados en ambas estaciones durante los últimos años, y teniendo en cuenta las circunstancias del tramo objeto de proyecto se ha realizado una prognosis de tráfico obteniendo la IMD de vehículos ligeros y pesados tanto en el año estimado de puesta en servicio (2026) como en el año horizonte (2046).

AÑO	IMD	%PESADOS	IMD _p
2017 (dato de partida)	3217	7,3	235
2026 (año de puesta en servicio)	3509	6,7	233
2046 (año horizonte)	4556	6,8	308

Aproximadamente la mitad del volumen de tráfico que usará la carretera proyectada corresponde a vehículos no pasantes (53%) frente al 47% de los vehículos que son los actualmente pasantes, es decir, no tienen como origen o destino Markina.

La nueva carretera garantizará niveles de servicio A en todos sus elementos. Esto quiere decir que los vehículos circularán a flujo libre por el nuevo trazado y que apenas se registrarán demoras. El conjunto de las dos glorieta que darán acceso a la carretera proyectada desde el oeste no registrará colas.

En base a los crecimientos de tráfico calculados, se ha comprobado que el nivel de servicio A que ofrecerá la nueva carretera en el año de entrada en servicio (2026) no decaerá en los 20 años de vida útil del proyecto.

La longitud en el ramal de acceso a la glorieta del extremo este, situada después del túnel, es suficiente para garantizar que la longitud de las colas de vehículos no alcance la boca del mismo. Las colas máximas en 2046 (año horizonte) estarán próximas a los 34 metros, muy lejos de los 100 m que hay entre la boca del túnel y la glorieta.

Finalmente, se ha comprobado que el tramo de la carretera BI-2636 a su paso por el casco urbano de Markina verá cómo sus tráfico disminuyen a la mitad. Actualmente el tramo soporta una IMD en día

laborable de 5568 vehículos, que se reducirá hasta los 2611 vehículos tras la entrada en operación de la nueva carretera. Es decir, una reducción de 2957 vehículos (-53%).

3.5 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

3.5.1 CLIMATOLOGÍA

La zona en estudio se sitúa en la zona Vasco-Cantábrica, en el denominado dominio climático “Templado Oceánico”, con las características que proporciona su cercanía al mar, encontrándose inmersa además en el área afectada por la circulación general del oeste, con las familias de borrascas que se suceden a lo largo del año.

Las precipitaciones son, casi en su totalidad, en forma de lluvia, pudiéndose desestimar las que se producen en forma de granizo y nieve. La precipitación total anual en la zona se sitúa en los 1.197,22 mm.

El máximo térmico se centra en los meses de verano La media anual de las temperaturas máximas es de 19,6 °C, y la media anual de las temperaturas mínimas es de 9,5 °C. A la vista de estos datos y teniendo en cuenta las oscilaciones de la temperatura media mensual entre las épocas de verano-invierno, se puede decir que el clima en la zona de proyecto es templado durante todo el año, y se diferencia la época más seca, centrada en los meses de verano, donde se producen las temperaturas más altas, de un período más húmedo coincidente con temperaturas más bajas.

3.5.2 HIDROLOGÍA

El tramo de estudio está situado aguas arriba de la confluencia del río Urko con el Artibai. El nuevo trazado genera un corredor Oeste-Este que parte de la rotonda actual de la BI-633, cercana al cauce del Artibai, y llega hasta la nueva rotonda de Txoribenta, que se sitúa en la confluencia del último afluente del río Urko por la izquierda (regata Muniberreka).

La nueva variante proyectada intercepta tan solo una cuenca topográfica o natural: precisamente la de este último afluente, la regata Muniberreka, que se salva mediante una serie de estructuras incluidas en el proyecto (estructuras de la zona de la nueva rotonda de Txoribenta o eje 3).

No se localizan más cursos de agua permanentes o clasificados en la zona abarcada por el proyecto. (jerarquías 3 y 4 de acuerdo con la categorización de masas de aguas establecida por GV y reflejada en el visor de Geoeuskadi).

3.6 SERVICIOS EXISTENTES

Se ha procedido a identificar las redes de servicios existentes con el objetivo de conocer sus trazados y determinar las posibles afecciones que la solución proyectada puede ocasionarles.

Para ello se ha descargado la información disponible en Inkolan y se ha llevado a cabo también una toma de datos in situ para confirmar/completar la información en el caso de determinadas afecciones (redes municipales). Además, se ha contactado directamente con las compañías propietarias de los distintos servicios para solicitarles confirmación de la información obtenida de Inkolan y el visto bueno de las reposiciones planteadas por EPTISA a las afecciones detectadas.

En el Anejo nº13 Servicios Afectados se incluyen planos de planta de los servicios existentes, así como las reposiciones que resultan necesarias, de tal forma que sean compatibles con las obras proyectadas.

4 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Para la realización del presente Proyecto se han llevado a cabo consultas y contactos con diversas entidades y organismos públicos:

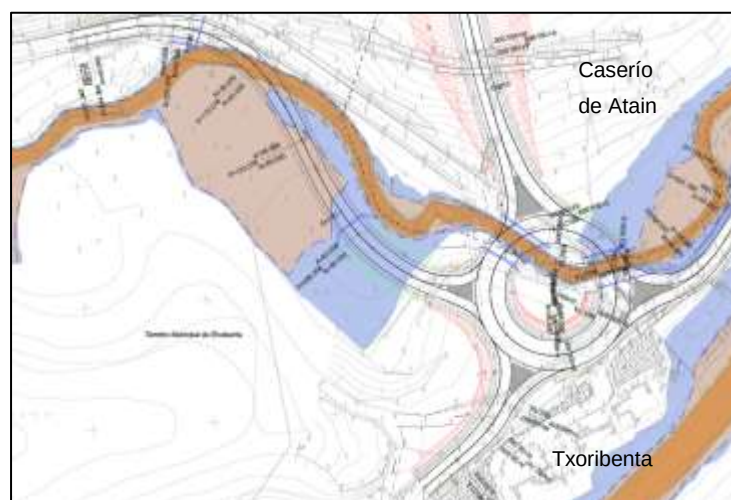
- Localización de los servicios existentes: se ha contactado en un primer momento con Inkolan, y posteriormente con las empresas y entidades cuyas instalaciones podían verse afectadas con las obras proyectadas.
- Obtención de información relativa al planeamiento y al parcelario de la zona objeto del Proyecto: se ha contactado con los Ayuntamientos de Markina y Etxebarria a través de la Diputación Foral de Bizkaia.
- Idoneidad del depósito de sobrantes en lo referente a los valores urbanísticos y medioambientales del emplazamiento seleccionado: se han realizado consultas con los Ayuntamientos de Markina y Etxebarria, la Dirección de Patrimonio Natural y Cambio Climático del GOVA y la Agencia Vasca del Agua (URA).

Todas las comunicaciones realizadas con los organismos y entidades citadas, así como la información y respuestas recibidas, se recogen en el Anejo nº29 Coordinación con otros Organismos.

5 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En el Documento de Inicio se barajaban tres alternativas que fundamentalmente se distinguían en la conexión con la BI-2636 al final del tronco (zona este del trazado).

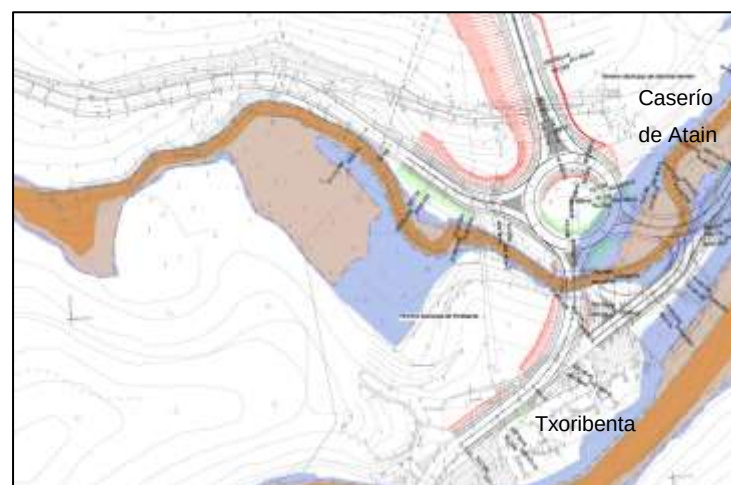
La Alternativa 1 es la que se puede deducir del canal viario reflejado en el Planeamiento de Markina-Xemein aprobado inicialmente (2012).



Alternativa 1 (DIP)

Esta alternativa presenta tres puentes sobre el Muniberreka y dificulta o imposibilita el acceso a la urbanización de Txoribenta.

La Alternativa 2, que se recoge como optima en DIP, traslada la rotonda hacia el Caserío de Atain.

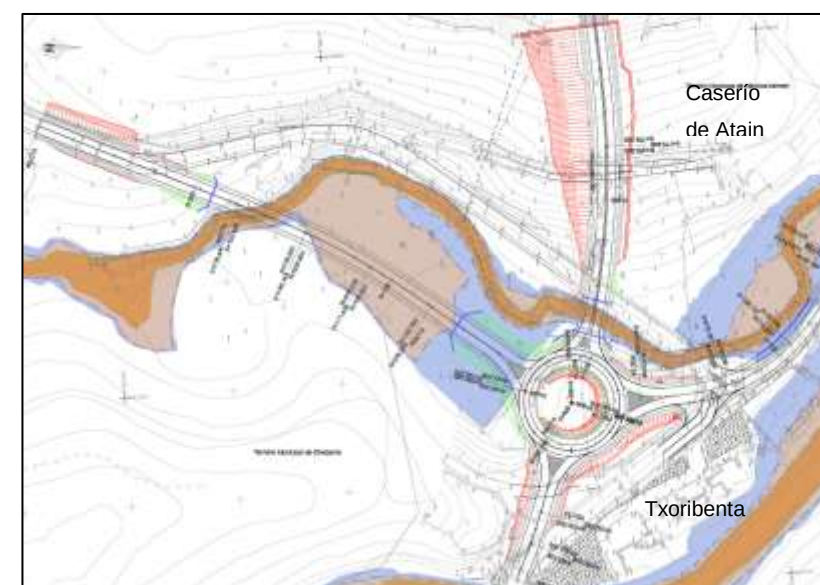


Alternativa 2 (DIP)

Este traslado pretende minimizar la afección al Muniberreka y facilitar el acceso a los vecinos de la urbanización de Txoribenta, aunque se define a este nivel un enlace en "T" que no resuelve con plenas garantías de seguridad el acceso de los vecinos a la rotonda.

Y la resolución de la estructura que salva el Muniberreka en dirección rotonda-casco urbano es muy complicada por el abocinamiento que sufre al enlazar con la BI-2636 y por la imposibilidad de dejar un reguardo suficiente desde la parte inferior del tablero a la avenida para un periodo de retorno de 500 años, de acuerdo con lo indicado en el real decreto 1/2016 (hecho este que se confirma más adelante, en una de las reuniones celebradas con URA).

La Alternativa 3 desplaza la rotonda hacia el sur-este, hacia la parcela de Palacio Munibe.



Alternativa 3 (DIP)

Esta solución hace necesarias dos estructuras, una de ellas de uno 132 metros de longitud que salva la zona inundable situada en la margen derecha del Muniberreka. Esta solución supone un costo mayor para la obra y afecta al muro de cierre y a la puerta de acceso al Palacio Munibe. Respecto a este último punto indicar que en el Documento de Alcance remitido por el órgano ambiental correspondiente, dentro del apartado 5 (Información y documentación a incorporar al estudio de impacto ambiental) se indica que "... se evitará la afección directa al muro de cierre y la puerta de acceso a la fina del Palacio Munibe...".

El DIP concluye que la mejor alternativa de las planteadas es la Alternativa 2, pero en el trascurso del desarrollo del proyecto se ve que es inviable técnicamente, por la imposibilidad de encajar una estructura que respete el resguardo respecto a la avenida de 500 años, como ya se ha comentado anteriormente, y también por la mala calidad geotécnica del terreno en la zona del túnel que se detecta en la campaña de

trabajos de campo, lo que hace totalmente desaconsejable mantener el túnel bajo las instalaciones de la ETAP Iparraguirre.

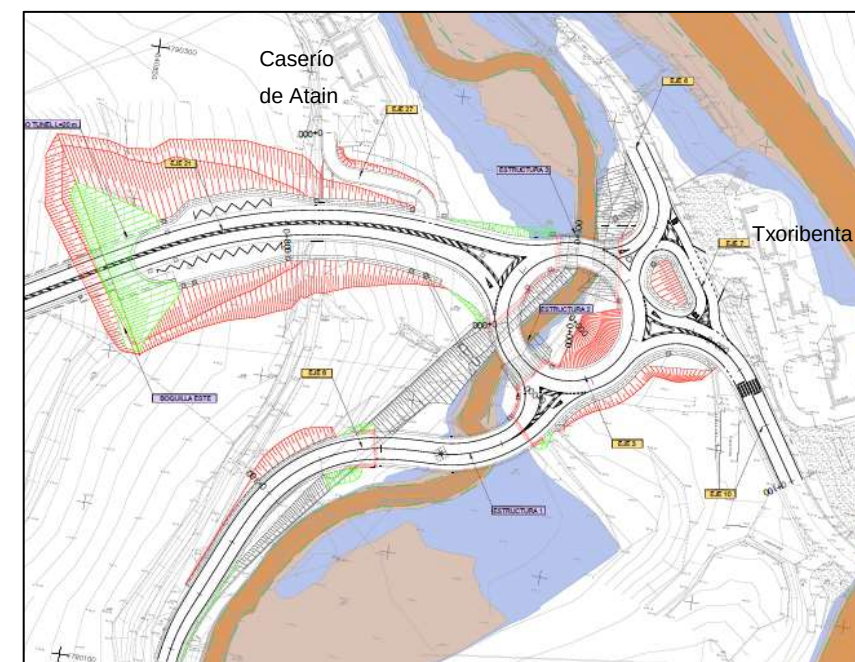
En esa situación se define la Alternativa 4, desplazando la traza del túnel y la rotonda este hacia el sur a partir de la Alternativa 2 y conjugando las siguientes premisas:

- De la mano de URA, el no tocar, o hacerlo lo mínimo posible, la margen derecha del Muniberreka, que presenta un estado natural mucho mejor que la margen derecha, actualmente condicionada por la existencia del muro que da soporte a la BI-4404.



URA, en la reunión mantenida el 06-05-2021, se decantaba por una solución del estilo de la que finalmente se ha definido en el proyecto (imagen de la izquierda), que se ha denominado Alternativa 4. Esa solución no sería factible con la Alternativa 3, que obligaría a cruzar la vega de la margen derecha. Y sería necesaria la ejecución de pilas, con sus caminos de acceso, dentro de la vega (y zona inundable a 100 y 500 años).

- Para evitar que el túnel transcurra bajo las instalaciones de la ETAP Iparraguirre del CABB, a la vista de la mala calidad geotécnica que presenta el terreno en dicha zona, el trazado se ha desplazado hacia el sur con respecto a lo previsto en las Alternativas recogidas en el DIP.
- Otro condicionante es la afección al muro de cierre y a la puerta de acceso al Palacio Munibe, que hay que evitar de acuerdo con lo recogido en el Documento de Alcance. Esto sería insalvable en el caso de la Alternativa 3 pero sí se consigue con la Alternativa 4.
- En el aspecto económico, la Alternativa 3 supone un costo mayor que la Alternativa 2 y que la Alternativa 4 (que finalmente se ha desarrollado en el proyecto), ya que en la Alternativa 3 serían necesarios unos 150 ml de estructura frente a los 89 metros lineales de estructura en la Alternativa 4.



Alternativa 4 (Proyecto)

Por el conjunto de estas consideraciones se entiende que la Alternativa 4 finalmente proyectada es desde un punto de vista técnico-económico, la mejor.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El objeto del proyecto es definir un vial de nuevo trazado que comunica la carretera BI-633 con la BI-2636 de manera que se reduzca el tráfico por el casco urbano de Markina, de acuerdo con los objetivos del Plan Territorial Sectorial de Carreteras de Bizkaia y del Plan Territorial Parcial del Área Funcional Gernika-Markina.

Esta actuación permite reducir los tiempos de recorrido entre ambos extremos de la carretera proyectada mediante un trazado seguro y cómodo, mejorando además la seguridad vial y reduciendo la intensidad de tráfico en el centro de Markina.

La carretera proyectada comienza en las inmediaciones de la rotonda existente en la carretera BI-633 junto al helipuerto y finaliza en la zona de Txoribenta, donde se produce en la actualidad la confluencia de las carreteras BI-2636 y BI-4404. Transcurre por una zona de campos, poco poblada y sin carreteras de entidad con excepción de la zona de Txoribenta en donde termina. Los aspectos más destacables son los siguientes:

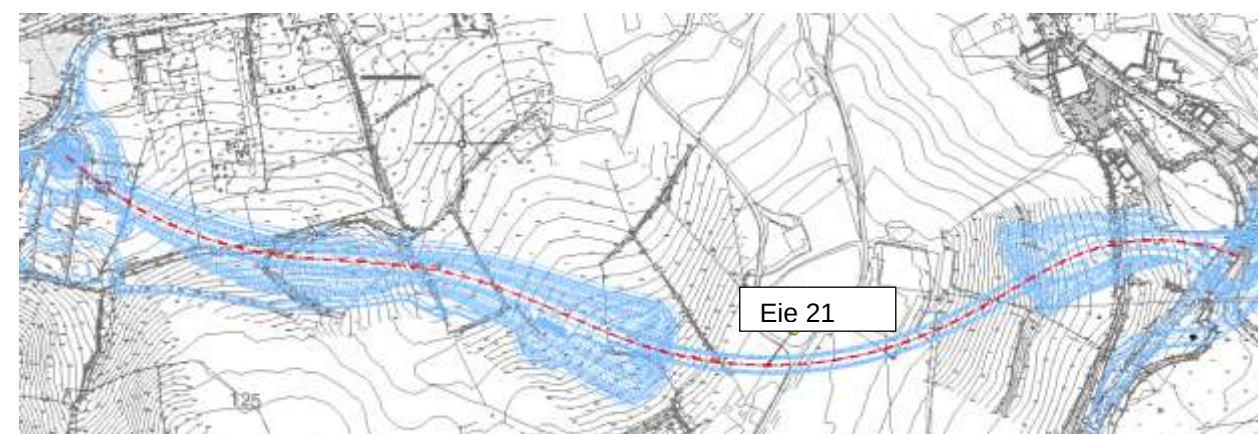
- El trazado cuenta con un túnel de 335 metros de longitud (295 m de túnel en mina más dos falsos túneles de 25 y 20 metros en ambas boquillas) y transcurre en trinchera a cielo abierto entre la rotonda de inicio junto al helipuerto y la rotonda final en la zona de Txoribenta.
- En este tramo nos encontramos una importante descompensación del movimiento de tierras, ya que apenas hay terraplenes, lo cual obliga a proyectar un depósito de sobrantes que se localiza en el inicio de la traza, junto a la rotonda situada en la BI-633, desde la que se articula la entrada al casco urbano de Markina.

A continuación, se recoge una descripción del trazado:

El tramo objeto del Proyecto comienza en el ramal de salida hacia Markina y Etxebarria de la rotonda existente entre el PK 47 y el PK 48 de la BI-633. En dicho ramal se ha proyectado una nueva rotonda que articulará los tráfico hacia/desde el casco urbano de Markina por la BI-2636 existente en la actualidad y los correspondientes al nuevo tramo proyectado, que transcurrirá por el sur del núcleo urbano y comunicará directamente con la BI-2636 en la zona de Txoribenta, donde confluyen actualmente dicha carretera y la BI-4404. En esta zona finaliza el tramo proyectado, y se ha previsto una nueva rotonda que articulará convenientemente los tráfico actuales y los correspondientes al vial proyectado.

El tronco se define mediante el eje 21 y tiene una longitud de 895 metros. Comienza en la rotonda inicial junto al helipuerto y termina en la rotonda final, en la zona de Txoribenta.

El eje 21 (tronco) transcurre en trinchera desde su inicio hasta el PK 0+425 donde comienza el túnel de Markina. Este tramo atraviesa una zona de campos y una plantación de frutales.



A la altura del PK 0+400, ya en las inmediaciones de la boca oeste del túnel, se ha definido una reserva de espacio en el lado derecho de la calzada para la ubicación del cuarto técnico y la correspondiente zona para el estacionamiento de vehículos de mantenimiento. También se ha previsto una zona de parada para vehículos de emergencia de acuerdo con lo establecido en el Decreto Foral 91/2012 (Instrucciones técnicas de seguridad y explotación en túneles de carreteras).

El túnel de Markina se extiende desde el PK 0+425 hasta el PK 0+760 del eje 21. Su longitud total es de 335 m, de los cuales 290 se excavarán en mina (PK 0+450 a PK 0+740) y el resto corresponderá a los túneles artificiales previstos en ambas bocas (falso túnel boca oeste del PK 0+425 al PK 0+450 y falso túnel boca este del PK 0+740 al PK 0+760). Su cobertera es pequeña, con un máximo del orden de 40 m, y transcurre bajo una zona de campos del barrio Erdotza.

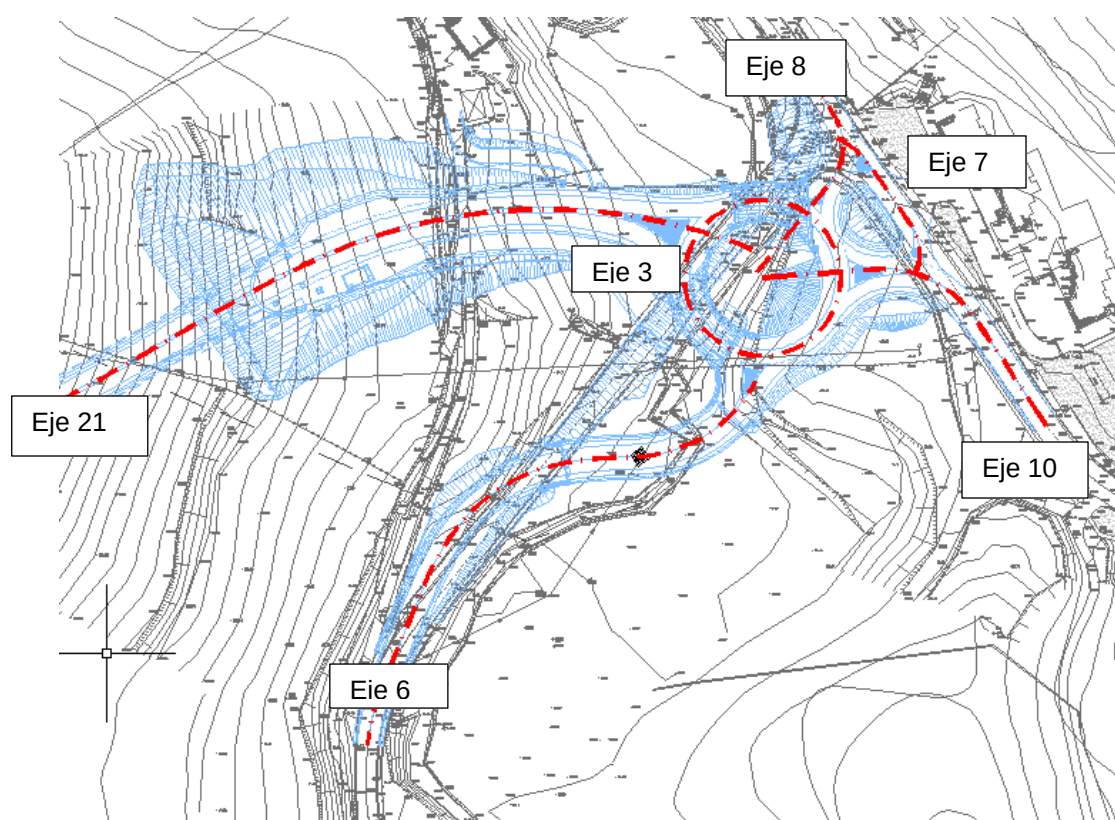
La sección tipo del túnel en mina es única en toda su longitud excepto en el tramo final del PK 0+728 al PK 0+740, donde se le ha introducido un sobreecho de 1,20 m en el hastial derecho por motivos de visibilidad. El falso túnel de la boca oeste replica la geometría general del túnel en mina, mientras que el falso túnel de la boca este está condicionado también por la visibilidad y presenta una sección más amplia incluso que la de los últimos metros de túnel en mina.

Entre el PK 0+760 y el final, el tronco vuelve a transcurrir en trinchera por una zona de campos. Se ha definido una zona de despeje en el lado derecho para garantizar la visibilidad. En el lado izquierdo se ha definido una zona de parada para vehículos de emergencia a la altura del PK 0+780 (boca este del túnel) en cumplimiento del DF 91/2012.

El eje 2 corresponde a la rotonda inicial, situada junto al helipuerto, y cuenta con tres ramales: el tronco del vial proyectado (eje 21), el eje 4 que enlaza la salida de la rotonda existente en la BI-2636 y el eje 5 que enlaza con la BI-2636 hacia/desde el casco urbano de Markina.



La rotonda final (eje 3) cuenta con cuatro ramales: el propio tronco, el eje 6 que define la reposición de la carretera BI-4404 en su aproximación a la rotonda, el eje 10 que enlaza con la BI-2636 hacia/desde Etxebarria y el eje 8 que enlaza con la BI-2636 hacia/desde el casco urbano de Markina. El eje 3 cuenta con dos estructuras que salvan el cauce de la regata Muniberreka, afluente del arroyo Urko que transcurre al este del trazado. Estas estructuras, denominadas Estructura 2 y Estructura 3, son de un solo vano (ambas de 20 metros de luz entre estribos) y se han diseñado como integrales con objeto de evitar juntas de calzada en la rotonda que puedan suponer un riesgo para la circulación al ser oblicuas respecto de la circulación.



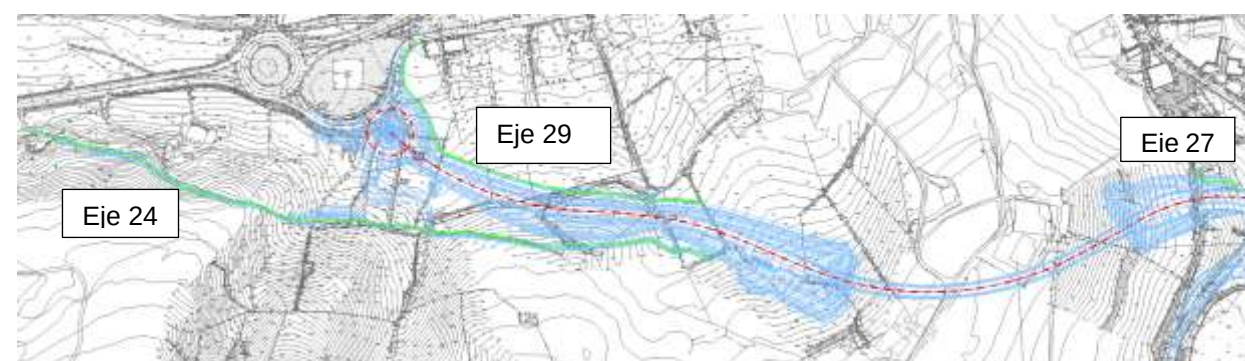
El eje 6 correspondiente a la reposición de la carretera BI-4404 en las inmediaciones de la rotonda final tiene una longitud de 165 m y cuenta con una estructura que salva la regata Muniberreka. Se trata de la Estructura 1, de 51 m de longitud y que consta de dos vanos. Se ha diseñado con objeto de limitar al máximo la afección al cauce.

El eje 7, que conecta con los ejes 8 y 10, tiene como finalidad mantener el acceso a las viviendas de Txoribenta. Permite realizar todos los movimientos de forma compatible con el trazado proyectado.

El eje 8 conecta la BI-2636 hacia/desde el casco urbano de Markina con la rotonda.

El eje 10 es el ramal que conecta la rotonda proyectada con la BI-2636 hacia/desde Etxebarria. Se ha previsto la posibilidad de ubicar un paso de cebra que comunique el acceso a la finca Munibe con la acera existente en el lado izquierdo, y para garantizar la visibilidad suficiente de este punto desde la rotonda se ha definido un despeje en el desmonte derecho que surge en los primeros metros de este eje.

Se han definido adicionalmente otros ejes correspondientes a la reposición de accesos a parcelas: los de mayor entidad son el eje 24 que transcurre por el sur de la trinchera proyectada entre el inicio del tronco y la ODT para conectar con la carretera BI-633 y el eje 27 que arranca del tronco a la altura del PK 0+840 y da acceso al caserío de Atain. Otro camino que se ha definido, a petición del Ayuntamiento es la conexión de uno de los caminos que queda cortado por el nuevo vial, con la zona de la rotonda inicial, y la acera existente al inicio del núcleo urbano.



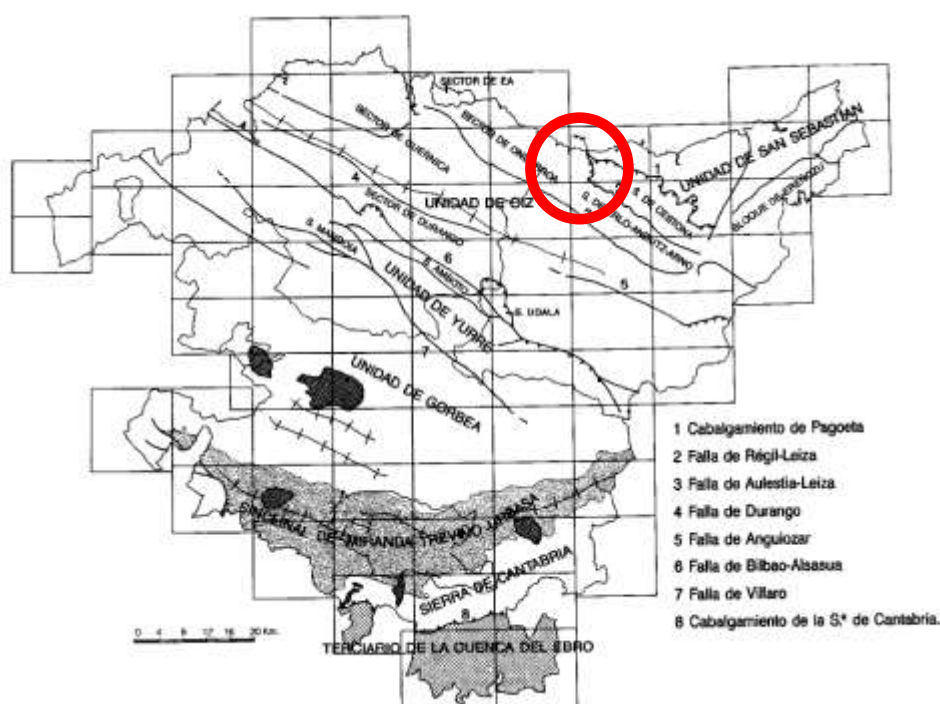
El plazo previsto para la ejecución de la obra es de 24 meses y ésta se llevará a cabo en tres fases (que se desarrollarán en tres zonas diferentes), las cuales podrán solaparse de acuerdo con lo establecido en el plan de obra. No serán necesarios desvíos provisionales del tráfico por otras carreteras.

6.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

6.2.1 GEOLOGÍA DEL TRONCO

6.2.1.1 Geología general

Tal y como se muestra en la figura general adjunta, extraída de los mapas geológicos del EVE, a escala regional el tramo se sitúa en el sector norte de la Cuenca Vasco-Cantábrica, al Norte del Anticlinorio de Bilbao, dentro de la **Unidad de Oiz** y próxima a la falla de Aulestia-Azkoitia. Los materiales aflorantes en este tramo de estudio corresponden al Triásico, Cretácico y Cuaternario y se encuentran estructurados según directrices generales ONO-ESE, concordantes con las estructuras regionales más importantes de la Cuenca Vasco Cantábrica.

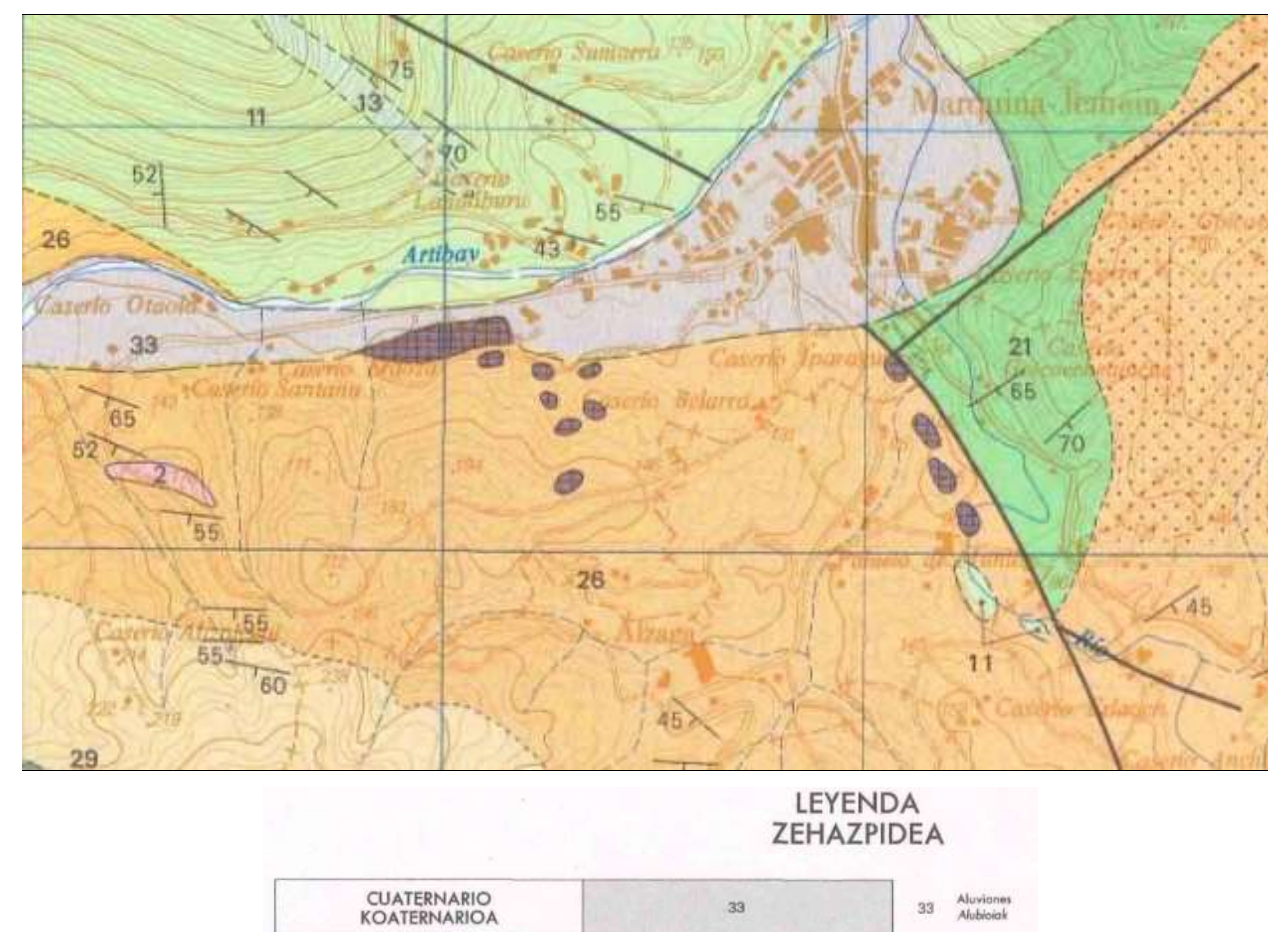


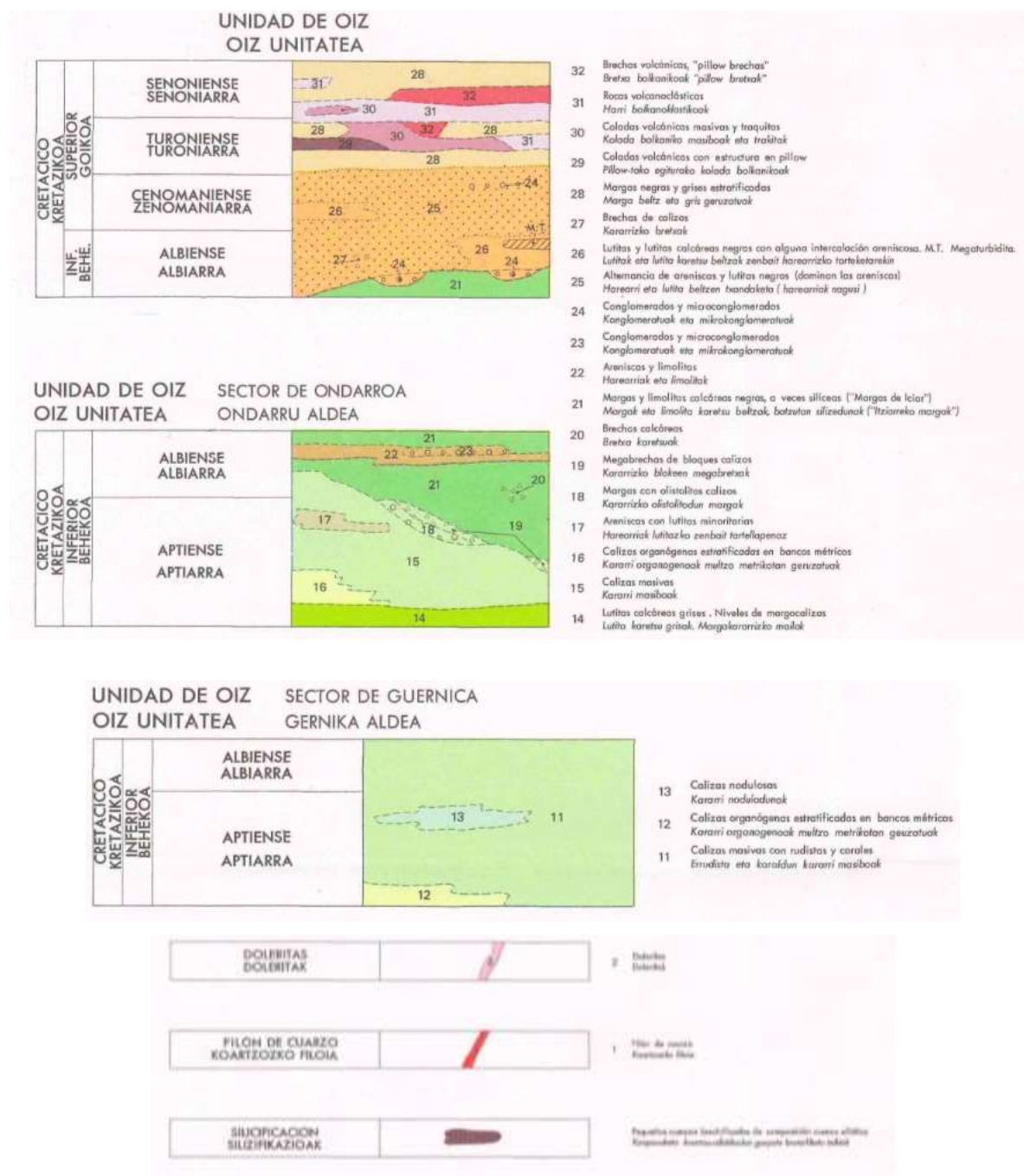
Los materiales principales en el área del trazado pertenecen al Cretácico inferior-superior formados por lutitas calcáreas negras con algunas intercalaciones de areniscas (26).

En las siguientes figuras se muestra el mapa geológico y leyenda del tramo objeto de estudio, extraído del Mapa Geológico del País Vasco del EVE realizado a escala 1/25.000, concretamente de la hoja 63-I ONDARROA.

En estas figuras no están representados las intrusiones de materiales triásicos de arcillas con gravas o paquetes ofíticos que han sido detectados en la actual campaña geotécnica y que tienen un importante

desarrollo en la zona de Iparraguirre. En la cartografía de detalle incluida en el Apéndice 1 se puede apreciar la extensión de estos materiales triásicos.





- Aptiense-Albiense inferior. Calizas urgonianas (11) (13): Se trata de un potente conjunto de calizas grises generalmente masivas pertenecientes al Sector Gernika. Son calizas bioclásticas (11) en las cuales la proporción, el tamaño y el tipo de los bioclastos es muy variable, aunque suelen predominar los fragmentos de rudistas y corales. En el extremo occidental del cuadrante de la hoja se han diferenciado un conjunto de calizas nodulosas (13) constituidas por un tramo mixto entre calizas masivas y calizas organógenas, aunque también incluyen calizas margosas y margocalizas con potencias muy variables.
- Albiense inferior. Margas y limolitas calcáreas negras (21) Margas de Itziar: Constituyen una sucesión monótona de color típicamente negro o muy oscuro, formada por margas y limolitas calcáreas estratificadas en bancos decimétricos a métricos pertenecientes al Sector Ondarra. Generalmente se encuentran descalcificadas y alteradas, presentando tonalidades marrones. Frecuentemente intercalan finas pasadas de areniscas que se acuñan con rapidez. La potencia de estas margas varía de unas zonas a otras, aunque por lo general tienen una potencia superior a los 500 m.

Complejo Supraurgoniano – Flysch negro

Dentro de esta formación se han diferenciado tres facies principales: facies de conglomerados, facies de alternancia de areniscas y lutitas y facies de lutitas calcáreas y margas negras, siendo esta última facies la cartografiada en los planos de EVE.

- Albiense superior-Cenomaniense. Lutitas calcáreas y margas negras (26): Estos materiales suelen presentar algunos niveles de areniscas, pero en una proporción muy inferior a la fracción lutítica. Están bien estratificadas en bancos centi-decimétricos y no suelen presentar estructuras sedimentarias. Lateralmente aparecen y desaparecen como cambios de facies laterales con los materiales areniscosos o limolíticos, aunque sus afloramientos en estado sano o ligeramente meteorizado son prácticamente nulos en la zona del trazado.

Brechas arcillosas de diapiro. Conglomerado triásico

Aunque en la cartografía geológica del EVE no están cartografiados ni se hace mención a ellos, en la campaña de investigación realizada para este proyecto se ha localizado y testificado un importante cuerpo de materiales brechoides con contactos mecánicos por fallas con las lutitas y calizas cretácicas.

Estos materiales brechoides están formados por una matriz de arcillas de tonos blancos y verdosos en la que se engloban cantos calcáreos, areniscosos y ofíticos, básicamente milimétricos hasta centimétricos. Aunque se han denominado como conglomerados triásicos, no se les puede asignar propiamente una edad triásica, puesto que son fruto de la tectonización por ascenso halocinético en una edad posterior, al menos, de la de los cantos que engloba (calizas del cretácico inferior). Asociadas a estas intrusiones diapíricas son

6.2.1.2 Estratigrafía

Complejo Urganiano

Ocupa la parte noroeste de la hoja de Ondarra y se encuentra separada del Complejo Supraurgoniano por la falla de Aulestia-Azkoitia, aunque en algunos casos presentan un contacto normal bastante neto.

muy comunes procesos de silicificaciones parciales así como mineralizaciones de Pb-Zn, Fe, tanto en los bordes como en los propios enclaves.

Alteraciones hidrotermales. Silicificaciones

Los afloramientos de silicificaciones son relativamente abundantes en la hoja de Ondarroa y aparecen claramente en las proximidades de Markina.

En el campo aparecen como cuerpos de morfologías irregulares, a veces de tendencia equidimensional. Es característica común la brechificación intensa del cuerpo que confiere a la roca un aspecto ruiniforme. Genéticamente se interpretan como el resultado de un proceso de alteración (reemplazamiento) hidrotermal por sílice que, en ocasiones, llega a obliterar completamente la textura y estructura de la roca original, dispuestos las silicificaciones en un entramado sin orientación preferente donde la roca suele estar atravesada por venas de espesor milimétrico o centimétrico que pueden acabar en ensanchamientos o geodas.

Cuaternario, Eluvial-Coluvial- Rellenos (16)

Sobre las formaciones rocosas se han desarrollado los siguientes tipos de suelos cuaternarios:

- Eluviales: Suelos de alteración de la roca in situ, en los que apenas se observa la petrofábrica de la roca y que se han movilizado ligeramente por las pendientes dando lugar a pequeñas zonas de deslizamiento.
- Coluviales: Acumulaciones de suelos en vaguadas o a veces en amplias superficies, procedentes de deslizamientos, resaltes o fuertes pendientes.
- Rellenos: Suelos de origen antrópico que conforman las zonas urbanas y viales.
- Aluviales: Son depósitos de conglomerados, gravas, arenas y limos asociados al río Artibai y a su afluente el río Urko.

6.2.1.3 Tectónica

La hoja de Ondarroa se caracteriza por la relativamente intensa deformación sufrida en gran parte del área que abarca. Sin embargo, debido a las características de los materiales presentes, con una respuesta muy dúctil ante los esfuerzos tectónicos, resulta difícil representar en la cartografía el trazado de los ejes de las diferentes estructuras. El grado de fracturación es asimismo importante, siendo alguna de las fallas muy relevantes las que atraviesan la hoja a escala regional, como son la falla de Aulestia-Azkoitia y la falla de Markina-Berriatua.

Posiblemente han sido estas dos grandes fracturas las que han facilitado la intrusión de los materiales triásicos y que a su vez han generado un nuevo sistema de fracturas asociadas a dicha intrusión. En la

cartografía geológica recogida en el Anejo nº3 se reflejan las fracturas interpretadas a partir de los trabajos de investigación realizados.

A nivel local, las diferentes estructuras reflejadas en los la cartografía geológico-geotécnica que se recoge en el Anejo nº3 son una interpretación basada en los cambios litológicos, la disposición estructural encontrada en los diferentes afloramientos, las alineaciones fotointerpretadas y los antecedentes geológicos consultados. También se realiza en el Anejo nº3 una estimación de la estructura del macizo rocoso a lo largo de la traza, a partir de los datos disponibles más representativos.

6.2.1.4 Hidrogeología

Según los antecedentes hidrogeológicos, nos encontramos en el Domino Hidrogeológico Anticlinorio Norte.

Los materiales calizos urgonianos presentan una permeabilidad alta.

Las Margas de Itziar presentan una permeabilidad baja.

Las lutitas, margas negras y silicificaciones presentan una permeabilidad muy baja.

Los rellenos antrópicos presentan una permeabilidad elevada facilitando la percolación de aguas superficiales.

Los suelos residuales presentan una permeabilidad media a baja por su contenido en finos.

Los suelos coluviales presentan también permeabilidad media a baja.

Los suelos aluviales asociados a los ríos Artibai y Urko presentan una permeabilidad alta.

En la investigación de campo realizada se observa flujo de agua superficial de carácter ocasional, que parece más o menos permanente a nivel hipodérmico (bajo la cobertera de suelos) y que da lugar a pequeños arroyos temporales. El agua detectada en sondeos ha sido analizada respecto a su agresividad frente al hormigón, resultando de Agresividad DÉBIL en los sondeos SM-2 y SM-3 y NO AGRESIVA en el resto de los sondeos.

6.2.1.5 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en la cuenca del Bajo Artibai.

Desde un punto de vista geomorfológico el área de Markina presenta una morfología con pendientes abruptas (20-30%) en los materiales calizos urgonianos y algo más suavizadas cuando estas calizas presentan silicificaciones o las intrusiones triásicas.

El trazado discurre principalmente en los materiales calizos, conglomerados arcillosos triásicos y lutíticos de pendiente suave donde se dan depósitos de materiales eluviales y coluviales, pero en aquellas zonas donde la pendiente es algo mayor se reflejan episodios de pequeños deslizamientos de suelos.

La geomorfología del área de Markina está condicionada por los sistemas de fallas importantes que discurren por el municipio y que son las que separan los materiales calizos y margosos de los materiales lutíticos y conglomerados arcillosos triásicos.

6.2.2 GEOTECNIA DEL TRONCO

6.2.2.1 Geotecnia del trazado

Formaciones geotécnicas

El terreno en la zona de estudio está constituido por los siguientes materiales:

- Nivel I, Tierra vegetal
- Nivel II, Rellenos antrópicos
- Nivel III, Coluvial/Aluvial
- Nivel IV, Calizas masivas (se han diferenciado en grado IV-V y grado I-II)
- Nivel V, Conglomerado arcilloso (se ha diferenciado en grado V y grado I)
- Nivel VI, Lutitas y lutitas calcáreas (se han diferenciado en grado IV y grado I-II)
- Nivel VII, Margas y limolitas calcáreas (se han diferenciado en grado IV y grado I)

Se han realizado perfiles longitudinales y transversales en los que se puede observar la potencia y configuración de los mismos, cuya descripción y características geotécnicas se recogen a continuación.

NIVEL	NOMBRE	PARÁMETROS
I	Tierra vegetal	-
II	Rellenos heterogéneos	-
III	Coluvial / Aluvial	$N_{spt} = 7-8$
IV	Calizas altamente a completamente meteorizadas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,3 \text{ T/m}^3$ $N_{spt} = 13$ Cohesión, $c' = 31 \text{ KPa}$ Áng. roz. int., $\phi' = 27^\circ$ Permeabilidad, $k = 10^{-7} \text{ m/s}$ Mód. balasto, $K_{30} = 30 \text{ MN/m}^3$ $E = 15 \text{ MPa}$

NIVEL	NOMBRE	PARÁMETROS
IV	Calizas sanas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,7 \text{ T/m}^3$ $q_u = 45 \text{ MPa}$ Mód. balasto, $K_{30} > 5000 \text{ MN/m}^3$ $E = 42980 \text{ MPa}$
VI	Lutitas y lutitas calcáreas altamente a completamente meteorizadas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,0 \text{ T/m}^3$ $N_{SPT} = 18$ $q_u = 150-200 \text{ KPa}$ Cohesión, $c' = 13 \text{ KPa}$ Áng. roz. int., $\phi' = 35^\circ$ Mód. balasto, $K_{30} = 30 \text{ MN/m}^3$ $E = 6 \text{ MPa}$
VI	Lutitas y lutitas calcáreas sanas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,70 \text{ T/m}^3$ $q_u = 18 \text{ MPa}$ Mód. balasto, $K_{30} > 5.000 \text{ MN/m}^3$ $E = 404 \text{ MPa}$
VII	Margas y limolitas calcáreas altamente a completamente meteorizadas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,0 \text{ T/m}^3$ $N_{SPT} = 17$ $q_u = 90-150 \text{ KPa}$ Mód. balasto, $K_{30} = 30 \text{ MN/m}^3$ $E = 6 \text{ MPa}$
VI	Margas y limolitas calcáreas sanas	Densidad ap., $\gamma_{ap} = 2,8 \text{ T/m}^3$ $q_u = 17 \text{ MPa}$ Mód. balasto, $K_{30} > 5.000 \text{ MN/m}^3$ $E = 500 \text{ MPa}$

Excavabilidad

Los materiales con excavabilidad FÁCIL se pueden extraer por medios convencionales, máquina retroexcavadora o similar. Para el grado de dificultad MEDIO-DIFÍCIL la excavación se deberá realizar mediante el empleo parcial o continuo de martillo hidráulico.

La excavación afectará a todos los niveles presentes en el subsuelo de la traza proyectada. A continuación se recogen las consideraciones para cada uno de ellos en relación con su posible reutilización en la obra:

EXCAVABILIDAD FÁCIL	EXCAVABILIDAD DIFÍCIL
Nivel I: Tierra vegetal	
Nivel II: Rellenos	
Nivel III: Coluvial/Aluvial	
Nivel IV: Calizas G-V-IV	Nivel IV: Calizas G-I-II
Nivel VI: Lutitas y lutitas calcáreas G-V-IV	Nivel VI: Lutitas y lutitas calcáreas G-I-II
Nivel VII: Margas y limolitas G-V-IV	Nivel VII: Margas y limolitas G-I-II

Empleo para rellenos

La tierra vegetal existente se acopiará para su reutilización posterior en la revegetación de los desmontes.

A la vista de los perfiles geológico-geotécnicos realizados, el material resultante de excavación será en su mayoría sustrato rocoso en sus diferentes grados de meteorización.

Los materiales correspondientes a rellenos heterogéneos, los niveles de coluvial/aluvial y sustrato rocoso altamente a completamente meteorizado no serán utilizados como materiales de relleno y se trasladarán a depósito de sobrantes. Los materiales rocosos con grado de meteorización IV-V se clasifican como suelos Tolerables, mientras que las calizas sanas se considerarán como mínimo material Adecuado. El sustrato rocoso sano o ligeramente meteorizado de las litologías de lutitas, limolitas y margas se considerará como Tolerable. Los materiales triásicos de conglomerados arcillosos se considerarán como Marginales.

En cuanto a los coeficientes de paso, se han estimado los siguientes valores:

MATERIALES TIPO SUELO	COEFICIENTE DE PASO A TERRAPLÉN	COEFICIENTE DE PASO A VERTEDERO
Coluvial, eluvial, aluvial Sustrato rocoso completamente a altamente meteorizado	1,13	1,33

MATERIALES ROCOSOS	COEFICIENTE DE PASO A PEDRAPLÉN O TODO UNO	COEFICIENTE DE PASO A VERTEDERO
Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano	1,25	1,31

Desmontes

En el Anejo nº3 se recoge un estudio detallado de todos los desmontes que se generan en el presente proyecto, definiéndose su talud estable y el tratamiento o refuerzo necesario. En la siguiente tabla se resumen los principales aspectos:

Explanada

Se ha realizado una tramificación del tipo de material que aparecerá en la explanación a lo largo del tronco y será la base para la formación de la explanada:

- PK 0+000 a PK 0+330: calizas completamente a altamente meteorizadas, clasificadas como materiales Tolerables.
- PK 0+330 a PK 0+515: calizas sanas, clasificadas mínimamente como materiales Adecuados.
- PK 0+515 a PK 0+600: conglomerados arcillosos triásicos, clasificados como materiales Marginales.
- PK 0+600 a PK 0+880: lutitas, limolitas y/o margas, clasificados como materiales Tolerables independientemente de su grado de meteorización.

DESMONTE	PK	DESCRIPCIÓN ELEMENTOS	LITOLOGÍA	RECUBRIMIENTO O SUELOS	ALTURAS MÁXIMAS	TALUDES ROCA G-II-I	TALUDES SUELOS	BERMAS	SOSTENIMIENTO	OBSERVACIONES
1,0D	0+000 - 0+270	Talud derecho	Calizas G-V Calizas G-I	5-8m	12m	3H:2V	3H:2V	No	No	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V)
1,0I	0+000 - 0+280	Talud lado izquierdo	Calizas G-V Calizas G-I	5-8m	5m	3H:2V	3H:2V	No	No	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V)
1,1D	0+270 - 0+450	Talud derecho	Calizas G-V Calizas G-I	5m	20m	1H:1V	3H:2V	1 berma de 2,5m de ancho a 5-6m de cabeza de talud	Malla MT3 adosada al talud para H>5m	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V) Cuneta de recogida de agua en coronación
1,1I	0+270 - 0+450	Talud lado izquierdo	Calizas G-V Calizas G-I	5m	15m	1H:1V	3H:2V	No	Malla MT3 adosada al talud para H>5m	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V) Cuneta de recogida de agua en coronación
2,0	0+450	Talud frontal Emboquille Oeste	Calizas G-V Calizas G-I	5m	20m	2H:3V + VERTICAL	3H:2V	No	Malla MT3 adosada al talud Bulones cada 3x3m 2,53 t/m² en talud vertical	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V) Cuneta de recogida de agua en coronación
3,0	0+740	Talud frontal Emboquille Este	Lutitas calcáreas G-V Lutitas calcáreas G-I	2-8m	21m	2H:3V + VERTICAL	3H:2V	No	Malla MT3 adosada al talud Bulones cada 2x2m 7,90 t/m² en talud vertical	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V)
4,0D	0+740 - 0+850	Talud derecho	Lutitas calcáreas G-V Lutitas calcáreas G-I	2-8m	16m	1H:1V	3H:2V	No	Malla MT3 adosada al talud para H>5m	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V)
4,0I	0+740 - 0+850	Talud lado izquierdo	Lutitas calcáreas G-V Lutitas calcáreas G-I	2-8m	21m	3H:2V	3H:2V	No	Malla MT3 adosada al talud para H>5m	Drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)x5m(V)
5,0I	0+015 - 0+115	Talud lado izquierdo	Lutitas calcáreas G-V Lutitas calcáreas G-I	5m	5m	3H:2V	1H:1V provisional 3H:2V definitivo	No	No	En caso de afluencia de agua, colocación de drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)
6,0D	0+015 - 0+060	Talud derecho	Calizas G-V Calizas G-I	5m	5m	1H:1V	3H:2V	No	No	En caso de afluencia de agua, colocación de drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)
7,0D	0+095 - 0+130	Talud derecho	Calizas G-V Calizas G-I	5m	5m	1H:1V	3H:2V	No	No	En caso de afluencia de agua, colocación de drenes californianos en suelos L=6m separados 2m(H)

Terraplenes / rellenos

En el trazado proyectado, son muy pocos los terraplenes o rellenos que se realizarán como parte del tronco o los ejes principales (se localizan en la zona este, en el encuentro del tronco con la rotonda de Txoribenta) y puntualmente en algunos ejes secundarios correspondientes a caminos de acceso a parcelas.

En el Anejo nº3 se recogen criterios y pautas generales para su diseño y ejecución, y se recoge un análisis pormenorizado del terraplén previsto entre los PKs 0+850 y 0+880: se trata de un pequeño relleno con una altura máxima de 2 m, que se apoyará sobre lutitas calcáreas grado V-IV. Se ha confirmado su estabilidad para una pendiente 3H:2V y se prescribe un saneo de 1 m de profundidad para garantizar su correcto apoyo.

Estructuras

En el Anejo nº3 se recoge un estudio detallado de las diferentes estructuras previstas en el Proyecto, para cada una de las cuales se propone el nivel de apoyo y la tipología de cimentación a partir de una estimación de la configuración del terreno en esa zona y de los parámetros geotécnicos de los materiales afectados.

A continuación se resumen las condiciones de cimentación particularizadas para cada estructura:

- Viaducto E1. Los estribos E1 y E2, así como la pila P1 se apoyarán directamente sobre el sustrato rocoso grado II-I mediante pozos o mediante micropilotes. Para el diseño de las cimentaciones directas mediante pozos se propone considerar una carga admisible $Q_{adm} = 0,8$ MPa y para el diseño de los micropilotes una resistencia unitaria por fuste $f_{a,d} = 0,3$ MPa y una resistencia unitaria por punta $q_{pe,d} = 1,26$ MPa.
- Viaducto E2: Los estribos E1 y E2, se apoyarán directamente sobre el sustrato rocoso grado II-I mediante pozos o mediante micropilotes. Para el diseño de las cimentaciones directas mediante pozos se propone considerar una carga admisible $Q_{adm} = 0,8$ MPa y para el diseño de los micropilotes una resistencia unitaria por fuste $f_{a,d} = 0,3$ MPa y una resistencia unitaria por punta $q_{pe,d} = 1,26$ MPa.
- Viaducto E3: Los estribos E1 y E2, se apoyarán directamente sobre el sustrato rocoso grado II-I mediante pozos o mediante micropilotes. Para el diseño de las cimentaciones directas mediante pozos se propone considerar una carga admisible $Q_{adm} = 0,8$ MPa y para el diseño de los micropilotes una resistencia unitaria por fuste $f_{a,d} = 0,3$ MPa y una resistencia unitaria por punta $q_{pe,d} = 1,19$ MPa.
- Edificio del local técnico (PK 0+380): se tomará como nivel de apoyo el sustrato rocoso sano (calizas), mediante elementos de cimentación directa (zapatas, losa) y considerando una carga admisible $Q_{adm} = 2$ MPa.
- Muro de contención entre los viaductos E2 y E3: en caso de recurrir a una cimentación directa sobre el sustrato rocoso altamente a completamente meteorizado, se considerará una carga admisible de

1,00 kp/cm². Si se define una cimentación en el sustrato rocoso sano mediante micropilotes, debe considerarse una resistencia unitaria por fuste $f_{a,d} = 0,3$ MPa y una resistencia unitaria por punta $q_{pe,d} = 1,19$ MPa.

- Muro de acompañamiento del estribo 2 en el viaducto E1: en caso de recurrir a una cimentación directa sobre el sustrato rocoso altamente a completamente meteorizado, se considerará una carga admisible de 0,77 kp/cm². Si se define una cimentación en el sustrato rocoso sano mediante micropilotes, debe considerarse una resistencia unitaria por fuste $f_{a,d} = 0,3$ MPa y una resistencia unitaria por punta $q_{pe,d} = 1,26$ MPa.
- Muro de contención en el eje 6 (PK 0+100 a PK 0+140): en caso de recurrir a una cimentación directa sobre el sustrato rocoso altamente a completamente meteorizado, se considerará una carga admisible de 1,00 kp/cm².

6.2.2.2 Caudal de infiltración en el túnel

En el Anejo nº3 se ha realizado una estimación del caudal de infiltración de las aguas del macizo rocoso en el túnel.

Se ha obtenido un valor de 4,7 l/s. También se señala la posibilidad de que existan zonas puntuales de permeabilidad muy alta a lo largo del túnel, que implicarían afluencias importantes de agua y pueden hacer necesario adoptar medidas especiales durante la ejecución del mismo.

6.2.3 DEPÓSITO DE SOBRANTES

En el área que se propone como depósito de tierras de la obra, se han realizado trabajos previos correspondientes a establecer las condiciones geológico-geotécnicas, como son la consulta de documentos de antecedentes y una inspección desde el punto de vista geológico-geotécnico reflejada en una cartografía a escala 1:1000 y la ejecución de sondeos mecánicos (2) y perfiles de tomografía eléctrica (5).

Hay que señalar que el llenado del depósito de sobrantes se efectuará en dos fases: la Fase 1 corresponde al relleno con materiales (suelos y rocas) sobrantes de las obras del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria, mientras que la Fase 2 corresponde al relleno con materiales (igualmente suelos y rocas) procedentes de otras actuaciones de la DFB en el entorno.

El análisis geotécnico se ha realizado de forma global, si bien en los planos se representa de forma diferenciada el alcance de cada fase.

6.2.3.1 Geología general

Tal y como se muestra en los mapas geológicos del EVE, a escala regional el tramo se sitúa en el sector norte de la Cuenca Vasco-Cantábrica, al Norte del Anticlinorio de Bilbao, dentro de la **Unidad de Oiz** y

próxima a la falla de Aulestia-Azkoitia. Los materiales aflorantes en este tramo de estudio corresponden al Triásico, Cretácico y Cuaternario y se encuentran estructurados según directrices generales ONO-ESE, concordantes con las estructuras regionales más importantes de la Cuenca Vasco Cantábrica.

En la bibliografía consultada no está representada la banda de calizas urgonianas que aparecen al Sur de Markina tanto en la zona del depósito de sobrantes como en gran parte del trazado de la variante y que han sido detectados en la actual campaña geotécnica y que tienen un importante desarrollo en la zona de Iparraguirre. En la cartografía de detalle incluida en el Apéndice 1 se puede apreciar la extensión de estos materiales.

6.2.3.2 Geotecnia

Desde el punto de vista geotécnico, el subsuelo de la zona afectada por el depósito de sobrantes en estudio está constituido por los siguientes materiales:

- Nivel I Tierra vegetal arcillosa con alto contenido en materia orgánica y un espesor de unos 0,3-0,5m.
- Nivel II: Calizas masivas completamente meteorizadas G-V con un espesor medio de 5m.
- Nivel III: Calizas masivas sanas G-I a partir de los 5m.

6.2.3.3 Consideraciones constructivas

En relación a los depósitos de sobrantes, la estabilidad de los mismos se ha analizado teniendo en cuenta las características geotécnicas de los materiales, su morfología y su futura disposición. El llenado del relleno se realizará siempre desde la parte más baja a la más alta.

El acceso al depósito se ejecutará siempre por la parte inferior, no habiendo accesos intermedios o en coronación. El tránsito de los camiones o de la maquinaria siempre se realizará por el propio relleno. Los taludes provisionales dentro de las fases de relleno tendrán siempre una pendiente igual o inferior a la definitiva. En el pie del relleno se realizará una escollera que incrementará el factor de seguridad general y evitará la erosión hidráulica de los drenes de las vaguadas. Esta escollera se cimentará sobre el sustrato calizo de roca sana (G-I).

La coronación de esa escollera se utilizará como camino de acceso a las diferentes parcelas situadas en la zona Sur del trazado y restituirá al camino municipal existente en la actualidad.

El agua de escorrentía perimetral nunca circulará por los drenes de fondo, ni siquiera durante la fase de ejecución. Deberá de circular en todo momento por cunetas perimetrales.

Se realizará un buen drenaje de fondo, mediante zanjas acondicionadas con tubo ranurado hasta roca G-II-I y se dispondrán drenes franceses con una separación máxima de 40m entre ellos y conectados todos ellos con el dren de fondo.

6.2.3.4 Análisis de estabilidad

Se ha analizado mediante el programa SLIDE 2018 de Rocscience el perfil más crítico de la vaguada situada más al Este. El relleno se realizará de acuerdo a las consideraciones mencionadas anteriormente y su estabilidad se realizará estudiando dos situaciones diferentes.

- La primera, situación normal del relleno, en la que se supone el buen funcionamiento del sistema de drenaje y un cierto grado de saturación expresado en términos del coeficiente de presión intersticial ru , que tomará valores de 0,1 para el relleno y de 0,3 para los suelos del sustrato rocoso completamente meteorizado G-V. En realidad, este suelo de alteración se saneará en unos 0,5m para asegurar la retirada de la tierra vegetal y tras dicha retirada se compactarán junto a los nuevos rellenos.
- La segunda, situación accidental del relleno, en la que se supone un mal funcionamiento del sistema de drenaje y una elevación del nivel freático o saturación en el relleno, de aproximadamente 2/3 del espesor de dicho relleno.

Los parámetros estimados para el nuevo relleno y escollera son los siguientes:

- Relleno: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 25^\circ$, $c = 5 \text{ kPa}$
- Escollera: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 45^\circ$, $c = 0 \text{ kPa}$

Los factores de seguridad, en la situación normal del relleno, deben ser de $F \geq 1,5$ y en condiciones accidentales pueden admitirse $F_s \approx 1,3$.

Tal y como se observa en los resultados recogidos en el Anejo 3 los F_s de la situación Normal son $\geq 1,5$ o los de la accidental son $\geq 1,2$, lo que indica unas condiciones óptimas de estabilidad del diseño.

6.2.3.5 Yacimientos, canteras y préstamos

De acuerdo al plano de explotaciones e instalaciones mineras del País Vasco (diciembre 2002), las instalaciones en las inmediaciones de Markina se localizan en la misma localidad de Markina, en la explotación CANTERA ARITZMENDI S.A. de calizas y áridos de machaqueo (463,471) Y planta de hormigón (471) AIZKO S.A.

Las instalaciones de aglomerado asfáltico próximas son las de la planta de aglomerados asfálticos (82) Asfaltos Uribe, actualmente ASFALTIA SL.

Si las rodaduras finalmente se proyectan con material ofítico, la opción más cercana es la Cantera de Errigoiti, situada en el barrio Basetxetas Atxoste. Ereño Bizkaia, explota basaltos cuyas características les hacen excelentes para las capas de rodadura en mezclas bituminosas.

Estas canteras suministran materiales excelentes para las necesidades del presente proyecto. No obstante, si el suministro no fuese posible por algún motivo en el momento de ejecución de las obras y fuese necesario ampliar el radio de distancia, en el Anejo nº3 se recoge un mapa con la localización de las principales canteras.

6.2.3.6 Consideración del efecto de las acciones sísmicas

De acuerdo con la Norma Sismo-resistente NCSE-02, actualmente de aplicación, la zona analizada se localiza en la Zona de sismicidad baja, con un valor de aceleración sísmica básica $a_b < 0,04g$. La construcción a realizar entra dentro de la clasificación de “construcción de importancia normal”. Teniendo en cuenta que para edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad), la aplicación de la Norma queda exenta, en la zona estudiada no se considerarán acciones sísmicas en las estructuras proyectadas para el tramo.

6.3 TRAZADO GEOMÉTRICO

El trazado incluido en el “Proyecto del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria” define básicamente un eje, el eje 21, que se corresponde con la nueva calzada de conexión proyectada, y dos rotondas en sus extremos. Los restantes ejes definidos en el proyecto son los ramales de conexión de ambas rotondas con la BI-2636 y BI-4404, así como reposiciones de caminos (4 ejes: 19, 24, 27 y 30).

Eje	PK _{inicio}	PK _{final}	Longitud (m)	Nombre
4	0+000	0+081,85	81,85	conexión con la BI-2636 actual oeste
5	0+000	0+120,70	120,70	conexión con la BI-2636 actual oeste
7	0+000	0+046,87	46,87	conexión con BI-2636 actual este
8	0+000	0+067,60	67,60	conexión con BI-2636 actual este
10	0+000	0+100,94	100,94	conexión con BI-2636 actual este
21	0+000	0+895,23	895,23	nueva calzada conexión
2	0+000	0+138,23	138,23	nueva rotonda oeste
3	0+000	0+138,23	138,23	nueva rotonda este: Txoribenta
6	0+000	0+164,61	164,61	conexión con la BI-4404 actual

La carretera de conexión se diseña con los estándares propios de una carretera tipo C – 60, según los estándares de la Norma de Trazado 3.1-IC.

La calzada principal (eje 21) consta de 4 alineaciones circulares, todas ellas con un valor del radio superior a 130 m (valor del radio mínimo admisible para velocidad de proyecto 60 km/h), sin alineaciones rectas

entre ellas. Todas las curvas cuentan con clotoides de entrada y de salida, que además son simétricas y tienen unos parámetros adecuados, sin incumplimientos, y tan solo ligeramente por debajo de los recomendados en lo que a percepción visual se refiere. Los peraltes de las curvas son adecuados a los radios de curvatura proyectados, con una transición y ajuste al peralte en la glorieta que afecta solo a la última curva del trazado en planta (R=155).

El trazado en alzado define dos rasantes básicas con un acuerdo convexo central, de parámetros adecuados para la velocidad de proyecto de 60 km/h, y con un acuerdo cóncavo en la llegada a la rotonda este. Con Las rasantes proyectadas en ningún caso superan el valor máximo admisible en rampa o pendiente, y las longitudes de las rasantes quedan entre el máximo y mínimo establecidos para la velocidad de 60 km/h.

Además se cumplen la casi totalidad de criterios de coordinación entre planta y alzado, siendo la llegada a la rotonda este la única zona en la que se producen algunas coincidencias entre acuerdos y radios de curvatura, que se han analizado detalladamente en el modelo y no generan problemas de visibilidad (se pueden considerar simplemente como un desajuste estético).

La sección tipo de la calzada del eje 21 consta de dos carriles de 3,50 m, con arcenes laterales de 1,50 m y bermas de 0,75 m, cumpliendo estrictamente lo establecido por la Norma de Trazado 3.1-IC para una carretera de estas características. La sección incorpora una mediana central variable (anchura máxima 1 m) en la aproximación y zona de túnel. Esta mediana, por el oeste, empieza en el pk 0+300 pero en el lado este se prolonga hasta la rotonda. Como excepción a esta sección tipo, en la salida del túnel hacia la rotonda este se ha considerado adecuado incluir una berma de despeje, pero que se ha definido considerando las necesidades de visibilidad para una velocidad de 80 km/h, algo superior a la velocidad de proyecto.

La sección tipo en las dos rotondas (ejes 2 y 3) consta de un único carril de 4,00 m de anchura, gorjal de 3,50 m y arcenes de 1,50 m y bermas de 0,75 m como en la calzada del eje principal (eje 21).

6.4 DRENAJE

Analizadas las cuencas interceptadas por el trazado se localizan tres vaguadas sin curso de agua definido y varias cuencas secundarias generadas por el trazado de la variante y sus taludes, que vierten a sus elementos de drenaje de la plataforma y márgenes.

El drenaje longitudinal o drenaje de plataforma y márgenes se diseña mediante cunetas de borde de calzada, y cunetas de guarda en cabeza de desmontes o cunetas en tierras a pie de terraplén. Para ello, en total se definen cinco tipologías básicas de cunetas, además de otras dos tipologías para conexiones en la zona urbana de Markina y con el medio actual:

- cuneta triangular de hormigón, simétrica, de 1,50 m de anchura
- cuneta triangular de hormigón, asimétrica, de 0,70 m de anchura
- cuneta trapecial de hormigón, simétrica, de 0,50 m en la base.
- cuneta trapecial en tierras, de 0,30 m en la base.
- caz circular de ranura de Ø300 mm, prefabricado de hormigón, en el interior del túnel.
- cuneta tipo rígola de hormigón, de 0,30 m de anchura, contra bordillo.
- cunetas trapeciales encachadas, de 1,00 m de anchura en la base

La nueva variante proyectada tiene un trazado con un único punto alto central, por lo que los puntos de vertido al medio de este drenaje longitudinal se concentran, por el este, en la cuenca natural de la regata Muniberreka, y por el oeste, en las dos vaguadas correspondientes a las cuencas C-2 y C-4, y en la actual red de drenaje de la rotonda de inicio que intercepta o canaliza la tercera de las vaguadas (cuenca C-1).

El drenaje de la nueva calzada se proyecta mayoritariamente separativo, esto es, en los puntos en los que sea previsible la aportación de caudales directamente desde la calzada hacia las cunetas se prevén separadores hidrodinámicos antes del vertido de la escorrentía a cauces, vaguadas, ODTs u otros colectores. Los caudales sin contacto con la calzada tratan de evacuarse de manera independiente.

Teniendo en cuenta este objetivo y los puntos de vertido ya descritos (en ambos extremos de la actuación por tener el alzado un único punto alto), se ha proyectado la implantación de dos separadores hidrodinámicos: uno junto al punto bajo de la rotonda inicial (SH1), y otro en el entorno del punto bajo del lado oeste, junto a la nueva rotonda de Txoribenta (SH2)

También como parte del drenaje longitudinal, en la zona del túnel se han dispuesto dos líneas de drenaje diferencias para las aguas procedentes de las filtraciones del terreno (una por cada hastial).

Los colectores serán de PVC para diámetros 315, 400 y 500 mm, y de 600 mm en adelante, serán de hormigón. Bajo cuneta, irán tendidos a una profundidad de 1,60-2,25 m medidos desde la parte alta de la misma para permitir el drenaje de fondo del paquete de suelo seleccionado.

Las arquetas sumidero se construirán de hormigón armado, de forma cuadrada, e irán dotadas de un arenero de profundidad mínima de 0,20 m. Sus dimensiones en planta dependerán de su profundidad y de las dimensiones de los colectores, manteniéndose un mínimo de 1,00x1,00 m interior en planta.

Para el drenaje transversal, una vez delimitada la única cuenca natural interceptada por el trazado (regata Muniberreka), y concretados los puntos de cruce del trazado sobre la misma, se ha actualizado el estudio hidráulico existente (URA) para analizar el comportamiento de las avenidas al paso por las nuevas estructuras proyectadas en la nueva rotonda de Txoribenta.

Por lo que respecta a las otras obras de drenaje transversal correspondientes a pequeñas vaguadas interceptadas por el trazado a las que se trata de dar continuidad (cuencas C-1, C-2 y C-4), la primera de ellas o cuenca C-1 se encuentra ya actualmente interceptada por el ramal que sale de la rotonda sobre la BI-633 hacia Markina, y encauzada en una serie de colectores de drenaje que la conducen hacia el cauce del río Artibai, por lo que, en el presente proyecto, solo se prevé la adaptación en cabecera de dicha intercepción al nuevo trazado, y la adecuación de su capacidad para cumplir las necesidades de los periodos de retorno de cálculo del drenaje transversal de la calzada (sustitución de colectores hidráulicamente insuficientes).

Las otras cuencas (C-2 y C-4) se han dimensionado considerando criterios de capacidad hidráulica y considerando también la dimensión libre mínima de la sección transversal de una ODT que define la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial (queda definida en función de la longitud de dicha obra). Ambas cuentan con tramos de vaguada aguas abajo de la traza en los que se pueden entregar los caudales para restituir la continuidad de la red natural de drenaje del terreno.

Como resumen de su dimensionamiento se tiene:

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+033 eje 4	cuenca principal	C-1	0,892		1,2		
0+057	cuenca principal	C-2	1,41	ODT	1,8	38,36	2,0
				ODT aguas abajo	1,2	9,00	3,8
0+275	cuenca principal	C-4	1,18	ODT	1,8	35,39	1,0
				ODT aguas arriba	1,2	7,22	1,0

Por último, y en referencia al drenaje profundo, en el emplazamiento de la obra proyectada no se prevén zonas con aguas subterráneas de entidad, que puedan precisar tratamientos específicos con drenes franceses. Sin embargo, el diseño del vial encajado entre desmontes a ambos lados en casi toda su longitud podría dificultar la disipación de las aguas subterráneas que, ocasionalmente, se pudieran interceptar con el trazado. El sistema de drenaje subterráneo se reproducirá en todas las secciones en desmonte y a ambos lados de la calzada para controlar también en las zonas de peralte desfavorable cualquier posible filtración.

Es decir, por todo lo expuesto el drenaje subterráneo de la calzada se interpreta solamente como un drenaje profundo del firme, y su cota de implantación quedará marcada por el espesor de la capa de firme prevista: el dren se situará a 1,10 m – 1,60 m bajo la calzada según los tramos, y constará de una conducción de

drenaje de PVC ranurada corrugada circular de pared doble de diámetro 160 mm, apoyada en un lecho de hormigón de limpieza y rodeada de material filtrante y geotextil de filtro.

Por lo que respecta al drenaje del depósito de sobrantes, la solución general de drenaje adoptada consiste básicamente en cunetas perimetrales por el borde de la zona de relleno, y en un adecuado drenaje de fondo que seguirá la alineación de la vaguada.

Las dos cunetas perimetrales se definen naturalizadas (encachadas), de sección trapezoidal y 1 m de anchura en la base, con taludes laterales 1H:1V, y profundidad variable entre 0,50 y 0,80 m, y recorren el perímetro del depósito por ambos lados, cruzan bajo el eje 24 (camino), y restituyen los caudales a la cabecera de las ODTs del trazado de la carretera para las cuencas C1 y C2. Estos dispositivos de drenaje (cunetas perimetrales y ODTs) se dimensionan para las aportaciones de 500 años de periodo de retorno.

Además de este drenaje de las aguas de escorrentía, el depósito de sobrantes está apoyado sobre una vaguada, motivo por el que se prevé una red de drenaje de fondo del vaso de llenado mediante drenes franceses, principales y secundarios, con el objetivo de captar los caudales de infiltración y las pequeñas surgencias que pueda haber, y llevarlos al punto más bajo la vaguada, al pie del depósito y del camino-eje 24. Los drenes franceses de fondo se han previsto con dos tipologías: una para las limahoyas principales del vaso, con dren de 1 m de anchura y 2 m de profundidad, con tubo dren perforado de 400 mm, y otras para las secundarias, de 1 m x 1m y tubo de 300 mm.

Como elementos complementarios al drenaje propuesto para el depósito de sobrantes, en el punto bajo final del drenaje de fondo de la vaguada se dispone de una arqueta aforadora o de control para los caudales infiltrados, con vertido a una balsa de decantación provisional por vaguada, que se diseña para estar operativa únicamente durante la fase de obras (fase de relleno del depósito de sobrantes, periodo de retorno de cálculo 2 años).

6.5 FIRMES

En el Anejo nº8 Estudio de firmes y pavimentos se recoge el diseño de las secciones de firme a implantar en los viales previstos en el presente Proyecto.

Para ello se han seguido las especificaciones recogidas en la *Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco (NFPV)*, edición ampliada y revisada en noviembre de 2012, y se han considerado los siguientes datos de partida:

- Tráfico de proyecto y categoría de tráfico: 1,17·10⁶ vehículos pesados, categoría T3A
- Categoría de explanada mejorada: EX2

- Clima: zona térmica estival media y zona climática continental

6.5.1 SECCIÓN DE FIRME EN EL TRONCO

Tras el análisis de las diferentes alternativas que se plantean para establecer la sección de firme en el tronco, se ha optado por la siguiente solución:

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente continua tipo AC16 SURF 50/70 S OFITA, con una dotación mínima de ligante de 4,50 % (en masa sobre el total de la mezcla) y una relación ponderal entre polvo mineral y ligante (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) mínima de 1,2.
- Riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo C60B3 ADH con una dotación mínima de 0,25 kg/m² de betún residual.
- Capa intermedia: 6 cm de mezcla bituminosa en caliente continua tipo AC22 BIN 50/70 S, con una dotación mínima de ligante de 4,00 % (en masa sobre el total de la mezcla) y una relación ponderal entre polvo mineral y ligante (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) mínima de 1,0.
- Riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo C60B3 ADH con una dotación mínima de 0,25 kg/m² de betún residual.
- Capa base: 6 cm de mezcla bituminosa en caliente continua tipo AC22 BASE 50/70 S, con una dotación mínima de ligante de 4,00 % (en masa sobre el total de la mezcla) y una relación ponderal entre polvo mineral y ligante (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) de 1,00.
- Riego de imprimación con emulsión bituminosa tipo C60BF4IMP con una dotación mínima de 0,5 kg/m² de betún residual.
- Subbase: 25 cm de zahorra artificial.

Nota: Sobre los desvíos provisionales de tráfico que se proyectan para la ejecución de la obra, se plantea que el tráfico rodado circule por la capa intermedia hasta la extensión de la capa de rodadura, esta capa intermedia en los desvíos provisionales se extenderá con árido ofítico.

6.5.2 SECCIÓN DE FIRME EN ESTRUCTURAS

Sobre las estructuras se ha previsto una regularización del tablero de 5 cm con mezcla bituminosa en caliente continua tipo AC22 BIN 50/70 S, con una dotación mínima de ligante de 4,00 % (en masa sobre el total de la mezcla) y una relación ponderal entre polvo mineral y ligante (expresados ambos respecto de la

masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) mínima de 1,0 y la extensión de la capa de rodadura que lleva el resto del vial proyectado.

6.5.3 SECCIÓN DE FIRME EN LOS CAMINOS DE ACCESO

Se han definido varios caminos de acceso a parcelas. La sección estructural de firme que se propone en es la siguiente:

Caminos de acceso peatonal

- 25 cm de Zahorra
- 25 cm de suelo seleccionado

Caminos de acceso rodado

En el tramo inicial horizontal, de encuentro con el vial, se mantendrá la misma sección que en dicho vial.

- En el tramo de pendiente > 15%:
 - Capa de rodadura: 20 cm de hormigón para pavimentos tipo HF-4, de resistencia característica a la flexotracción a los 28 días de 4 MPa.
 - Subbase: 20 cm de zahorras artificiales
- En el resto:
 - 30 cm de zahorra
 - 30 cm de suelo seleccionado

6.6 ESTRUCTURAS

Dentro de este apartado definimos las distintas estructuras que forman parte del proyecto:

- Viaductos
- Muros de contención
- Otros elementos estructurales

6.6.1 VIADUCTOS

Se definen tres viaductos en la zona final del trazado, en la que el nuevo vial se une con la BI-4404 y con la BI-2636.

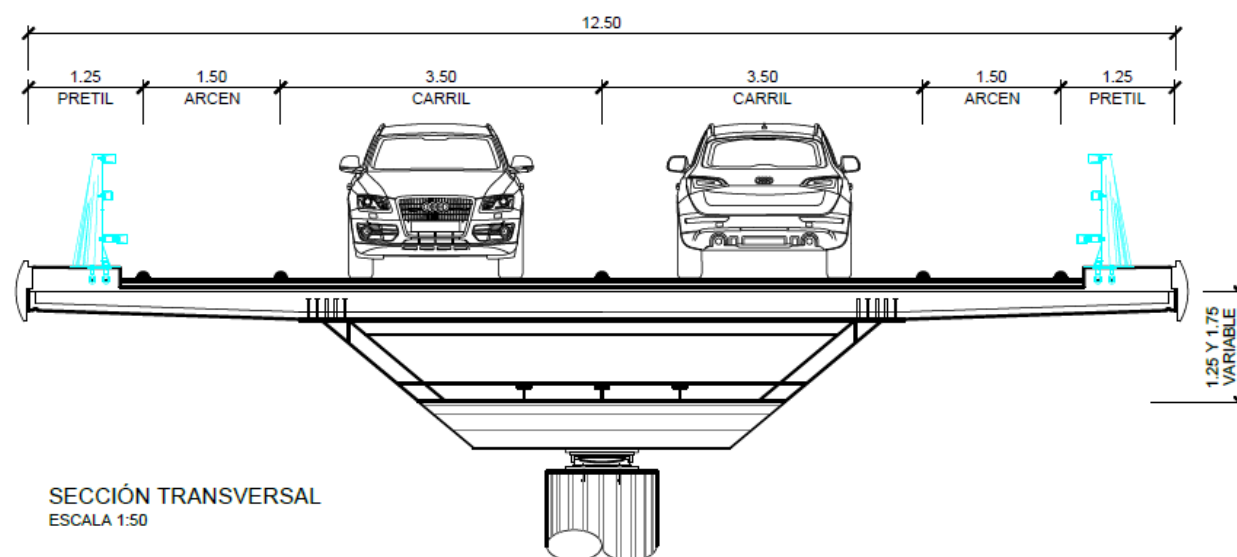


En la imagen adjunta se recoge una planta de esta zona con la ubicación de las estructuras. Todas ellas salvan el arroyo Muniberreka, manteniendo los resguardos respecto al dominio hidráulico actual y mejorando la situación hidráulica que en la actualidad está condicionada por la obra de drenaje (marco) que permite el paso del BI-4404 por encima del mencionado arroyo.

Ubicación de los viaductos

La estructura 1 se trata de un puente mixto curvo de 49,0 m entre ejes de apoyo en estribos, con dos vanos de 28,0 m y 21,0 m respectivamente.

El tablero consiste en una sección cajón monocelular compuesta por un cajón metálico y una losa superior de hormigón armado, con una anchura de 12.50 metros y un canto con variación parabólica. El canto en centro de vano es 0.90+0.35 metros y 1.40+0.35 metros en la pila. En los 11.0m a cada lado de la pila, el fondo del cajón se rigidiza con una losa de 0.30m de espesor, que aumenta hasta los 0.40m sobre la pila. La losa va unida al fondo del cajón por medio de conectores.



Sección tipo Estructura 1

La pila del viaducto está formada por un fuste de hormigón armado de sección circular de 1,20 m de diámetro, con rehundidos estéticos de 20 mm de profundidad. Sobre la pila se acomoda un único apoyo esférico fijo. La pila se soporta sobre un encepado micropilotado de 3,90 m x 3,90 m con 1,30 m de canto.

Los estribos son estribos cerrados micropilotados de hormigón armado. El estribo 1 cuenta con una aleta larga que sirve de cierre del espacio con la Estructura 2. En el estribo 2 se dispone un muro superficial de acompañamiento en el lado izquierdo del mismo.

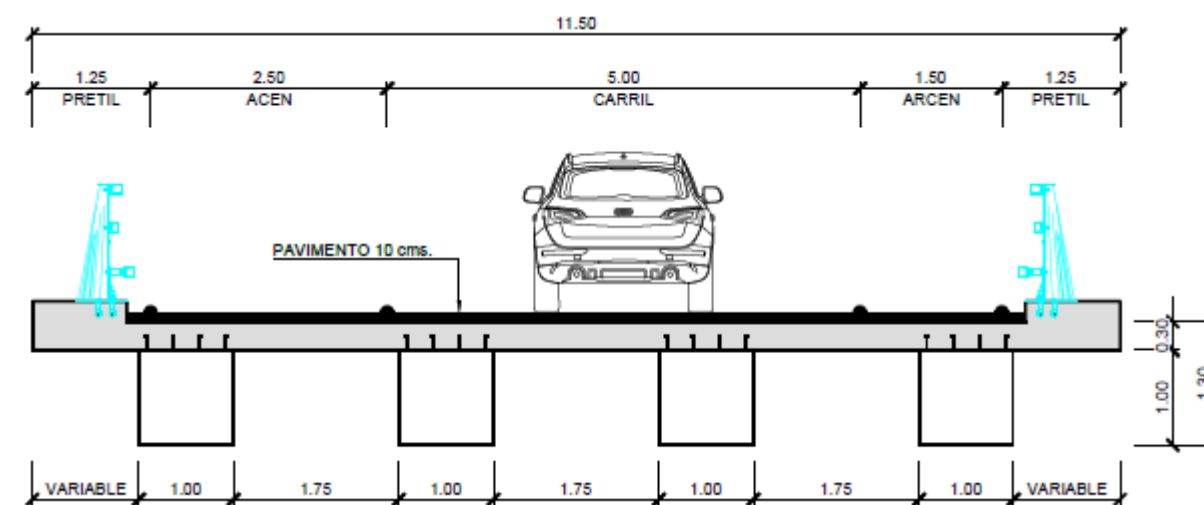
En estribos se disponen apoyos esféricos guiados en el lado izquierdo y libre en el lado derecho. Debido a cargas de levantamiento en estribos se disponen ménsulas a ambos lados del tablero que alojan apoyos inversos, también esféricos libres. En el lado derecho del estribo 1, en fase de construcción, son necesarias unas barras antivuelco hasta que se construye la citada ménsula, ya que en fase de construcción el tramo metálico no estable por sí mismo.

Entre el final del cajón del tablero y el espaldín del tablero se deja un espacio libre de 0,75 m de ancho para realizar operaciones de mantenimiento y tener acceso a los apoyos y la junta de calzada.

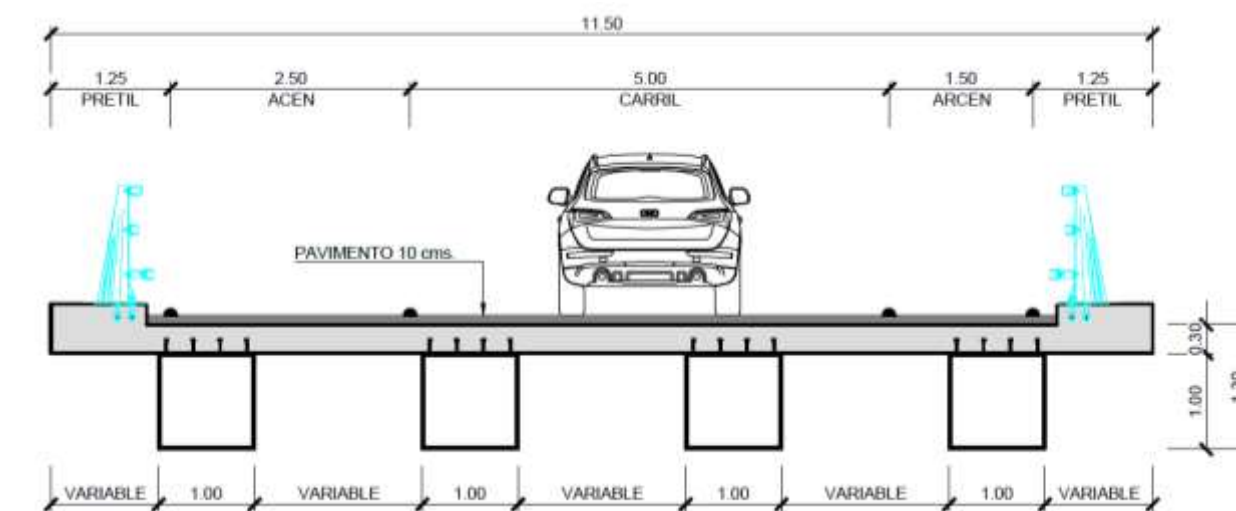
Las estructuras 2 y 3 se tratan de puentes mixtos integrales curvos, dispuestos en la glorieta. Ambos puentes tienen una luz entre líneas de micropilotes de 20,0 m, de forma que la luz libre entre paramentos de los estribos es de 19,0 m.

El tablero consiste en 4 cajones metálicos sobre los que se dispone una losa superior de hormigón armado. El ancho de la losa es variable debido al esviaje, siendo el ancho en dirección perpendicular al trazado de

11,50 m. Los cajones metálicos tienen sección cuadrada de 1,0 m x 1,0 m, y el espesor de la losa es de 0,30 m.



Sección tipo Estructura 2



Sección tipo Estructura 3

Los cajones metálicos se izan unidos dos a dos, mediante sendos IPE600 en cada línea de apoyos, que quedan embebidos en los estribos. En el caso de la Estructura 3, debido a planta curva de los cajones, deben disponerse barras antilevantamiento que vinculan las vigas metálicas al estribo, mediante una pareja de UPN 80 dispuestas sobre los IPE600. Este sistema antilevantamiento debe materializarse con anterioridad a la liberación de las vigas de su sistema de izado. Estas barras quedarán embebidas en el estribo al conectar este con el tablero.

Los estribos se han proyectado integrales, de forma que el tablero va conectado al estribo rígidamente, mediante conectadores en la chapa de cierre y en los laterales de los cajones. Los estribos tienen alturas totales variables entre 2,35 m y 3,38 m. El ancho de los estribos es de 1,25 m y van soportados por una única línea de micropilotes separados 1,0 m, excepto en el caso del estribo 2 de la Estructura 3 en el que van espaciados 0,575m.

Dado que los estribos cuentan con una única línea de micropilotes, se han dispuesto dos brazos estabilizadores provisionales por estribo. Estos brazos cuentan con un micropilote sin camisa, y deben ser operativos con anterioridad a la retirada de los encofrados de los estribos. El brazo se une al micropilote mediante unas placas y tuercas, que pueden ser retiradas una vez se ha materializado la conexión entre el estribo y el tablero.

Entre el estribo 1 de la E2 y el estribo 2 de la E3 se dispone un muro de contención con cimentación superficial.

6.6.2 MUROS

Se define un muro de contención, en el eje 6, que tiene por objeto evitar la afección al camino que da acceso a la actualidad al caserío de Atain desde la BI-4404 y que, aunque cortado por el nuevo vial, se mantiene como acceso a fincas. Al mismo tiempo la ejecución del muro 6 permite mantener una serie de arquetas del CABB que se encuentran en el mencionado camino.

El muro se proyecta entre el PKs 0+099,73 y el PK 0+139,67 del Eje 6, es un muro de hormigón armado “in situ”, proyectado como muro de contención de su margen izquierda.

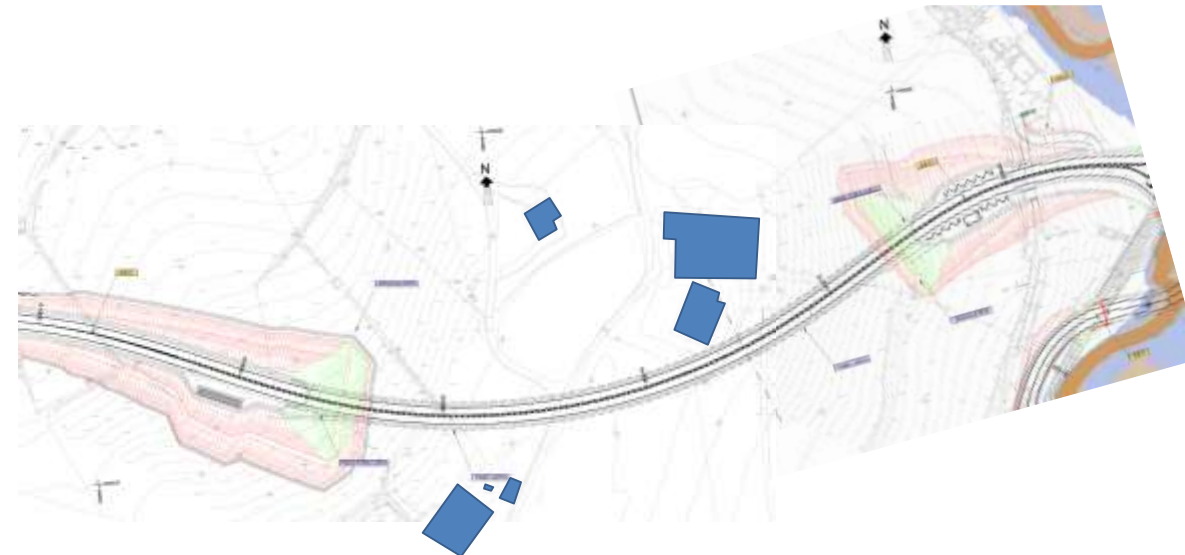
El muro con una longitud aproximada de 41,70 m. se ejecutará paralelo al borde exterior de la cuneta de la calzada. Tendrá una altura máxima de 2,60 m y variará en función de la rasante del terreno a contener y la cota de cimentación del muro.

6.6.3 OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En el anejo 9 se recoge también la definición estructural de una serie de elementos que, fundamentalmente, van ligados a las instalaciones asociadas al túnel, como pueden ser las cimentaciones de pórticos de señalización variable o el edificio del local técnico.

6.7 TÚNEL

El trazado proyectado transcurrirá en túnel entre el PK 0+425 y el PK 0+760, con una longitud total de 335 m. El túnel se excavará en mina entre el PK 0+450 y el PK 0+740 (290 m), mientras los tramos inicial (PK 0+425 a PK 0+450) y final (PK 0+740 a PK 0+760) serán en falso túnel.



El túnel tiene una escasa tapada, que oscila entre un mínimo de 18 – 20 m en los emboquilles y un máximo de 40 m en el entorno del PK 0+572 (alturas medidas desde rasante). El trazado discurre muy cercano a unos edificios existentes en superficie, pero sin pasar bajo ellos (marcados en azul).

Desde el punto de vista geológico, se distinguen claramente dos zonas:

- En el lado Oeste se interceptarán calizas masivas (PK 0+425 a PK 0+520), de naturaleza rocosa y una calidad geotécnica aceptable.
- En el lado Este se interceptarán terrenos constituidos por conglomerados triásicos y lutitas blandas (PK 0+520 a PK 0+760), de naturaleza intermedia entre un suelo duro y una roca blanda, de mala calidad geotécnica.

La combinación de la escasa tapada, la presencia cercana de edificios y la mala calidad geotécnica del terreno en muchos tramos condiciona el diseño del túnel, haciéndose necesario recurrir a sostenimientos pesados con grandes espesores de hormigón.

En el Anejo nº10 Túnel se detallan todos los aspectos geotécnicos y de la obra civil del túnel, justificándose el diseño propuesto para el mismo.

6.7.1 Encuadre geológico del túnel

A escala regional, el túnel se sitúa en el sector norte de la Cuenca Vasco-Cantábrica, al Norte del Anticlinorio de Bilbao, dentro de la Unidad de Oiz y próxima a la falla de Aulestia-Azkoitia. Los materiales aflorantes en este tramo de estudio corresponden al Triásico, Cretácico y Cuaternario y se encuentran estructurados según directrices generales ONO-ESE, concordantes con las estructuras regionales más importantes de la Cuenca Vasco Cantábrica.

El sustrato rocoso corresponde a materiales de edad Cretácico inferior, correspondientes al Complejo Urganiano y Supraurgoniano, concordantes con las estructuras más importantes de la Cuenca Vasco-Cantábrica, además de brechas arcillosas de diapiro de edad triásica y ofitas, incluidas dentro del complejo Supraurgoniano pero que se tratarán como un litotipo diferenciado.

A partir de los antecedentes recopilados y de las investigaciones de campo realizadas, se ha estimado la siguiente tramificación:

- Pk 0+425 a 0+520

Litología y estructura: Los materiales cartografiados pertenecen a la formación de calizas Urganianas masivas, tapizadas por una capa de depósitos eluvio-coluviales o por el sustrato rocoso altamente meteorizado.

Geomorfología y formaciones superficiales: El trazado discurre en una ladera con pendiente muy suave ocupada actualmente por plantación de pinos y pastos.

Aspectos hidrogeológicos: No se observan aspectos críticos o problemáticos. A la formación de calizas se le asignan permeabilidades altas. Se han detectado dos fallas perpendiculares a la traza en los PKs 0+260 y 0+340 que podrían estar asociadas a una pequeña surgencia de agua captada al Norte, junto a las viviendas de Karmengo Kalea.

- Pk 0+520 a 0+602

Litología y estructura: Los materiales pertenecen a la unidad triásica que engloba las litologías de conglomerados con matriz arcillosa y los bloques o megabloques de calizas u ofitas. El sustrato rocoso presenta una meteorización alta en sus primeros 7-13 metros, lo que impide observar ningún tipo de afloramiento de estos materiales ya que se presenta como un suelo arcilloarenoso medianamente compacto. A partir de dichas profundidades se presenta sano o ligeramente meteorizado, aunque en el caso de los conglomerados puede variar notablemente su comportamiento resistente de Muy Blando a Extremadamente blando. Estos materiales presentan en todo su contorno contacto mecánico mediante fallas subverticales con las litologías de calizas masivas y las lutitas calcáreas y margas negras.

Geomorfología y formaciones superficiales: transcurre por una pequeña loma de pastos, cuya vertiente Este tiene una mayor pendiente que la vertiente Oeste.

Aspectos hidrogeológicos: No se observan aspectos críticos o problemáticos, aunque la variación de los niveles en esta formación puede estar condicionada en gran parte por la alimentación a favor de los sistemas de fracturación existentes. La permeabilidad puede variar entre 1E-5cm/s y 6E-5cm/s.

- Pk 0+602 a 0+760

Litología y estructura: Los materiales pertenecen tanto a la unidad de las lutitas calcáreas y margas negras. El sustrato rocoso se encuentra tapizado por una capa de depósitos eluviales de poco espesor, lo que permite observar algunos afloramientos. Sin embargo, estas lutitas y margas presentan una meteorización progresiva desde altamente a bastante meteorizados con espesores que aparecen sanos a profundidades tan variables de 5 a 18 m.

Geomorfología y formaciones superficiales: discurre por una zona de pendiente media hasta alcanzar los depósitos aluviales donde la pendiente del terreno es muy suave.

Aspectos hidrogeológicos: A la formación de las lutitas calcáreas y margas se le asignan permeabilidades muy bajas.

6.7.2 Caracterización geotécnica del terreno

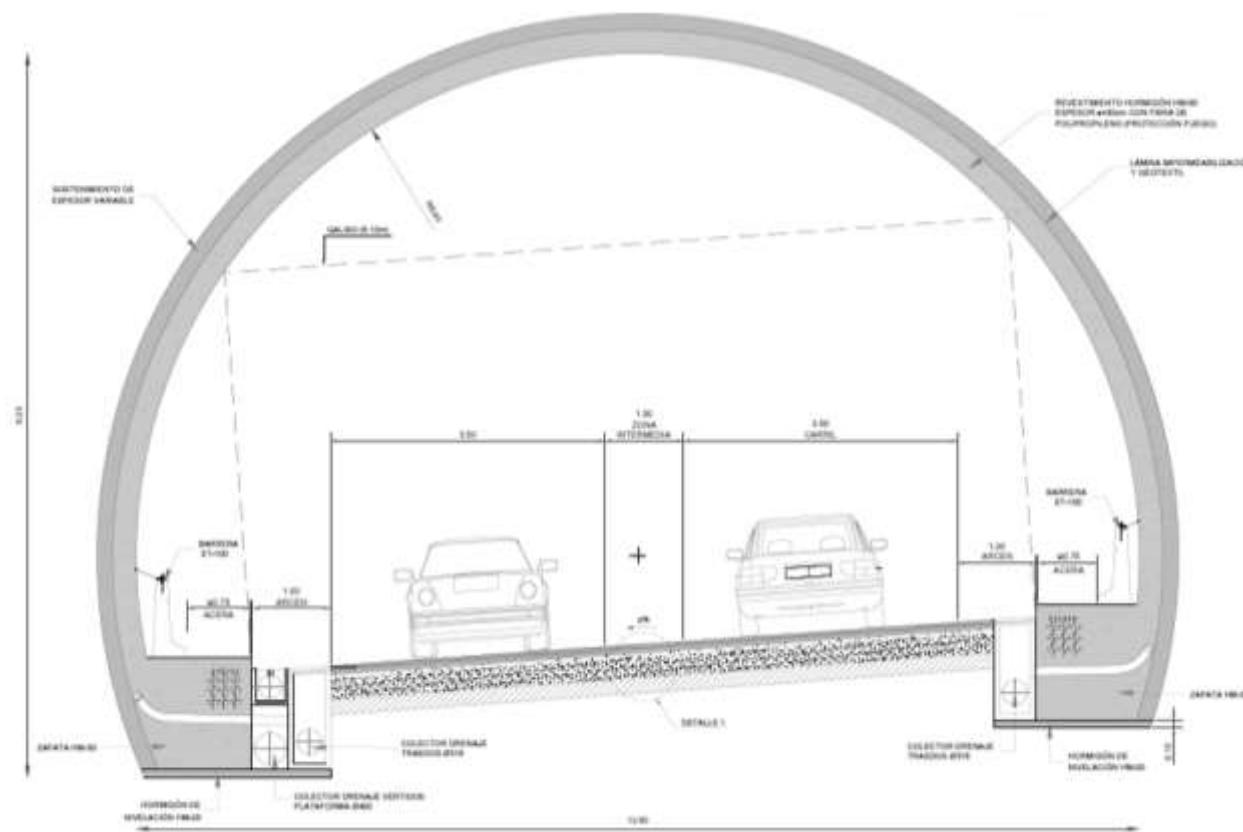
En el Anejo 10 Túnel se recoge una completa descripción de las características geotécnicas de la matriz rocosa y de las discontinuidades del macizo, a partir de la información obtenida en las investigaciones de campo y laboratorio realizadas. Se caracteriza de esta forma el macizo rocoso por el que transcurrirá el túnel proyectado, en sus diferentes litotipos, con objeto de obtener los parámetros geotécnicos que se emplean en los cálculos de comprobación de los sostenimientos:

LITOTIPO	DENSIDAD APARENTE (t/m ³)	GSI	RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	COEFICIENTE DE POISSON	MÓDULO DE DEFORMACIÓN ROCA INTACTA (MPa)	mi
CALIZAS	2,675	60	38	0,25	54751	9
LUTITAS	2,74	35	18	0,21	31348	6
CONGLOMERADOS	2,64	30	10	0,19	27527	21

6.7.3 Sección tipo del túnel

Se han definido varias secciones tipo, que cuentan con los siguientes elementos geométricos comunes:

- Plataforma bidireccional, que dispone de los siguientes espacios:
Acera (0,75 m) + Arcén (1 m) + Carril (3,5 m) + Zona Intermedia (1 m) + Carril (3,5 m) + Arcén (1 m) + Acera (0,75 m)
- Gálibo vertical de 5,10 m
- Perfiles New Jersey sobre acera



Las cinco secciones definidas son:

- 0+425 a 0+450: Falso Túnel, con bóveda circular y contrabóveda
- 0+450 a 0+520 y 0+602 a 0+728: Túnel en mina, con bóveda circular sin contrabóveda
- 0+520 a 0+602: Túnel en mina, con bóveda circular y contrabóveda (conglomerados triásicos de mala calidad)
- 0+728 a 0+740: Túnel en mina ensanchado para ganar visibilidad, con bóveda ovalada, sin contrabóveda

- 0+740 a 0+760: Falso Túnel ensanchado para ganar visibilidad, bóveda ovalada, con contrabóveda

En el Documento nº2 Planos se pueden observar las características de estas secciones.

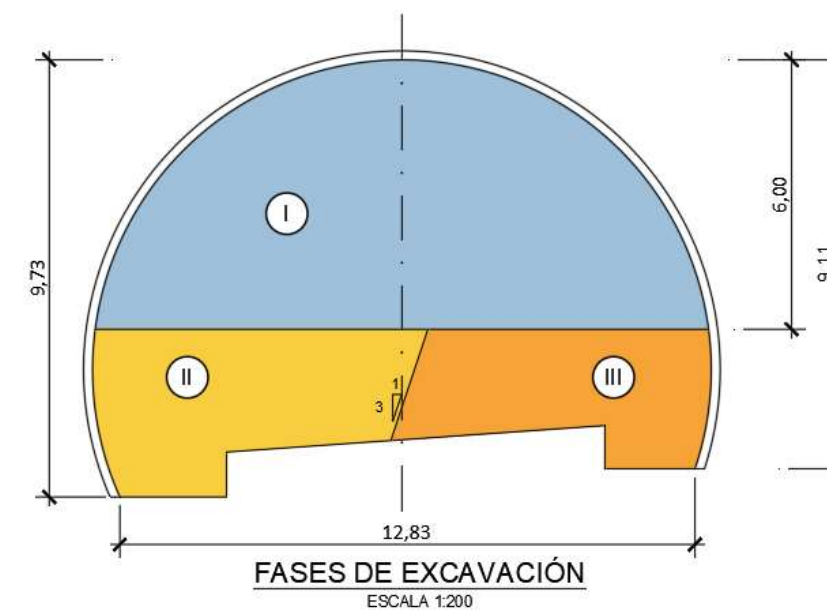
6.7.4 Método constructivo

La excavabilidad del terreno es la facilidad con que la que este puede ser arrancado mecánicamente mediante maquinaria adecuada (retroexcavadora, rozadora, etc.). Esta cuestión es importante en este caso pues en el ámbito del túnel existen edificaciones que podrían ser afectadas por las vibraciones de las voladuras. Si el terreno pudiese ser excavado mecánicamente, se evitarían estos problemas.

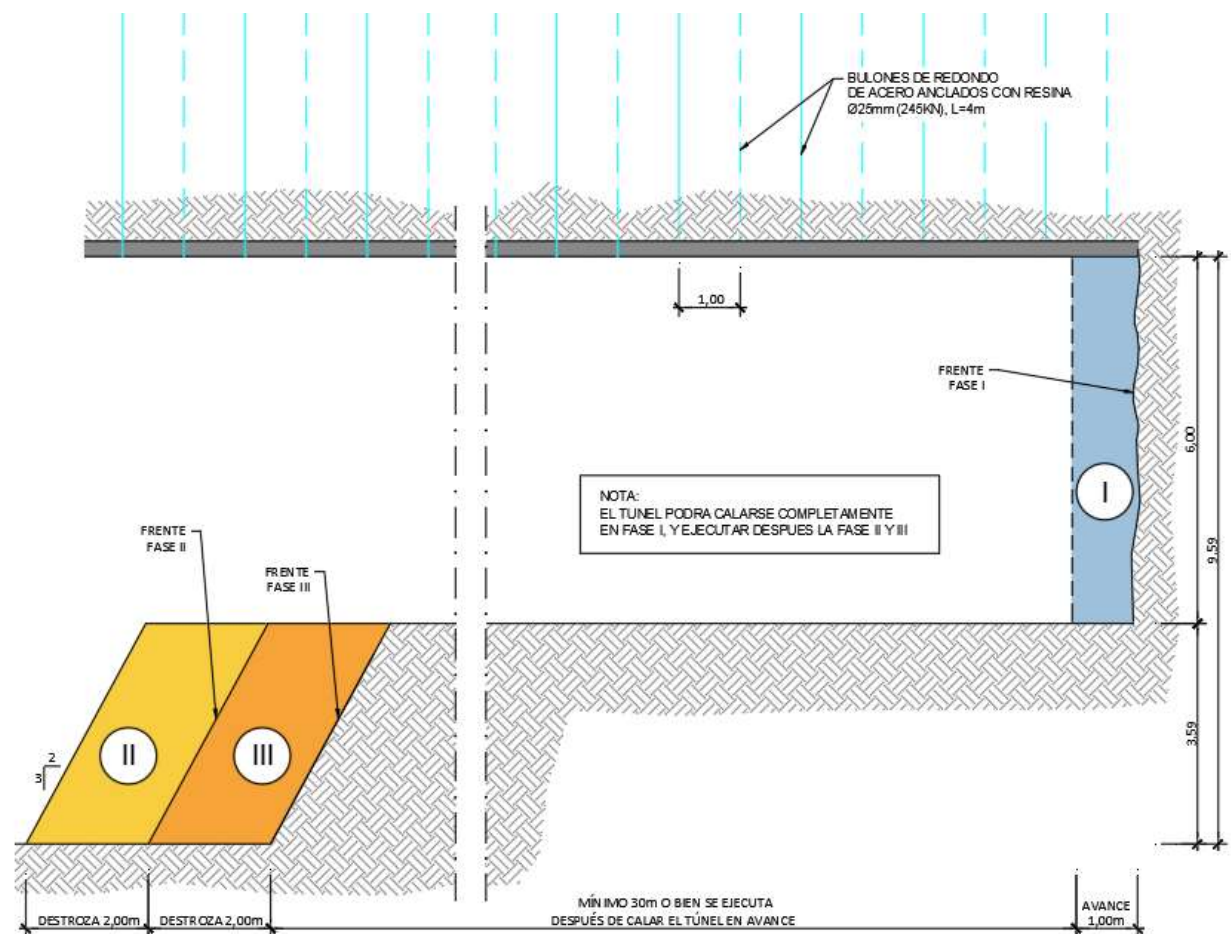
Tras analizar las propiedades del terreno que influyen en la excavabilidad y los criterios que determinan si este puede ser excavado mecánicamente, que se desarrollan con detalle en el Anejo nº10 Túnel, se han aplicado las conclusiones al Túnel de Markina: dada la naturaleza blanda y poco abrasiva del terreno, lo más adecuado es abordar la excavación mediante medios mecánicos y en particular mediante rozadora.

En cuanto al método de excavación y colocación del sostenimiento, se ha concluido aplicar el Nuevo Método Austriaco Modificado, con altas cuantías de sostenimiento, tanto para las rocas de mejor calidad (lutitas y calizas) como las de peor calidad (conglomerados). De este modo, se han definido sostenimientos con cerchas y espesores de gunita de al menos 20 cm.

Dado el tamaño de la sección tipo del túnel, la excavación se realizará por fases: en primer lugar se ejecutará la mitad superior o avance (fase I) y a continuación la mitad inferior o destroza (fases II y III). El avance tendrá una altura de unos 6 m.



Preferentemente el túnel se ejecutará al completo en sección de avance, hasta calarlo, para facilitar así la rapidez de ejecución. Posteriormente se ejecutará toda la mitad inferior.



En el Anejo nº10 Túnel se describe con detalle el ciclo de excavación y sostenimiento, indicando pormenorizadamente cuales son los trabajos a llevar a cabo en cada fase.

6.7.5 Sostenimiento

Como se ha indicado, dada la escasa tapada del túnel, la presencia cercana de edificios, y la mala calidad de algunos tipos de terreno presentes, se ha optado por aplicar sostenimientos de alta cuantía, con cerchas, altos espesores de gunita y bulones o paraguas de micropilotes.

Los sostenimientos quedan definidos según se muestra en la siguiente tabla:

SECCIÓN	HORMIGÓN PROYECTADO HMP-35 CON FIBRAS		CERCHAS METÁLICAS		BULONES (l=4m)		PARAGUAS DE MICROPILOTES	LONGITUD PASE DE AVANCE
	e (cm)	ENERGÍA DE ABSORCIÓN (J)	TIPO	ESPACIADO (m)	TIPO	MALLA (T)x(L) (m)		
ST-1	5+15	700	TH-29	1,0	Ø25 mm (245 kN)	1,5x1,0	-	1,0
ST-2	7+18	1000	HEB-180	1,0	-	-	Ø88,9; l=9m (solape=3m) espaciado 40 cm	1,0
ST-3	5+15	1000	TH-29	1,0	-	-	-	1,0

En cuanto a la aplicación de cada uno de ellos, se ha estimado la tramificación recogida en la siguiente tabla, que se basa en la litología prevista en el frente del túnel.

P.K. inicio	P.K. fin	SOSTENIMIENTO	LONGITUD (m)	TERRENO
0+450	0+520	ST-1	70	Calizas
0+520	0+602	ST-2	82	Conglomerados
0+602	0+728	ST-1	126	Lutitas
0+728	0+740	ST-3	12	Lutitas

Esta tramificación podrá variarse en obra, en función de la posición real de los diferentes contactos litológicos observados en los frentes de excavación.

6.7.5.1 Cálculos estructurales de los sostenimientos

Para la comprobación estructural de las secciones de sostenimiento definidas se han llevado a cabo distintos cálculos tensodeformacionales en 2D empleando el método de elementos finitos que incorpora el código del software RS2 de Rocscience.

Se han descartado los cálculos de cuñas, pues en terrenos de baja calidad y pases de excavación muy cortos, como los que nos ocupan, son de escasa o nula utilidad.

Se han modelizado distintos escenarios a lo largo del túnel según litologías, coberteras y secciones tipo de sostenimiento aplicadas. En la siguiente tabla se muestran los criterios empleados en cada cálculo.

CÁLCULO	P.K.	LITOLOGÍA	COBERTERA	SECCIÓN TIPO
1	0+520	CALIZAS	34 m	ST-1
2	0+632	LUTITAS	36 m	ST-1

CÁLCULO	P.K.	LITOLOGÍA	COBERTERA	SECCIÓN TIPO
3	0+575	CONGLOMERADO	40 m	ST-2
4	0+728	LUTITAS	20 m	ST-3

Metodología del cálculo

La metodología de comprobación de los sostenimientos utilizada se basa en el método de Vlachopoulos y Diederich, que valoran mucho mejor el efecto de la plastificación. Este es un método desarrollado de forma empírica, que se basa en la obtención de la convergencia del perímetro de la excavación a partir de:

- X: distancia al frente en el momento de instalar el sostenimiento
- R: radio de la excavación (o diámetro)
- Rp: radio (o diámetro) de plastificación alrededor de la excavación sin sostenimiento
- umax: máxima deformación en el perímetro de la excavación sin sostenimiento

En el Anejo nº10 Túnel se describe con detalle las consideraciones e hipótesis realizadas acerca de los anteriores parámetros para la realización de los cálculos. También se detallan la geometría de las secciones tipo, las características mecánicas de los elementos de sostenimiento considerados, etc.

Resultados obtenidos

Los resultados de los cálculos realizados se recogen con detalle en el Anejo nº10 Túnel, mostrando las convergencias estimadas y los puntos de plastificación en el terreno que circunda a la excavación y los factores de seguridad en los elementos del sostenimiento para cada caso de cálculo.

Como resumen, se tiene que en todos los casos de cálculo los factores de seguridad son superiores a 1,5. Por tanto, todos los sostenimientos son estables.

En el entorno de los edificios, el asiento máximo previsto es de 3,0 – 3,5 mm, por lo que no se prevé que los edificios puedan verse afectados.

6.7.5.2 Maquinaria de colocación del sostenimiento

Se recoge una relación de la maquinaria a emplear en el proceso de excavación y colocación del sostenimiento, indicando características y tipos de accesorios recomendables para optimizar el rendimiento.

La excavación se podrá desarrollar con una rozadora pesada, de 130 toneladas, con una potencia en cabeza de corte de al menos 300 kW. El escombros se recogerá en los faldones delanteros y se transportará con una pequeña banda blindada hasta un camión de desescombros situado detrás. Puntualmente, en rocas

especialmente duras y abrasivas, podrá ser necesario emplear una retroexcavadora dotada de martillo demoledor que pueda trabajar en túnel.

Para el desescombros se empleará un camión de tres ejes con capacidad de carga del orden de 35 t, de tipo articulado. El escombros se cargará sobre el camión mediante una pala cargadora.

Para perforar los paraguas y los bulones se empleará un jumbo. El rendimiento de la perforación dependerá de las prestaciones del martillo que monte la máquina. Será conveniente que el jumbo esté robotizado, la longitud de los brazos de perforación permitirá perforar barrenos de hasta 4 m.

El sostenimiento se ejecutará de forma inmediata a la excavación para prevenir inestabilidades. Se emplearán gunitadoras robotizadas de alto rendimiento. La gunita se transportará hasta el frente mediante cubas de hormigón. El robot gunitador acercará su lanza de proyección hasta 1,5 m de la pared para mejorar la resistencia final del hormigón y reducir el rechazo.

Para instalar los bulones se empleará una plataforma elevadora desde la cual se podrá acceder a cualquier punto del perímetro de excavación.

Las cerchas se colocarán con la ayuda de la plataforma. Se montarán en el suelo y se alzarán hasta su posición mediante un útil especial colocado sobre la plataforma. Desde esta, el personal atresillará las cerchas para que estas queden correctamente colocadas y arriostradas.

6.7.6 Impermeabilización y drenaje

Se ha previsto un doble sistema de impermeabilización:

- Impermeabilización tipo I-1: Aplicado a todo lo largo de la longitud de los túneles, consiste en una impermeabilización completa, de hastial a hastial, formada por una primera capa de geotextil de alto gramaje (500 gr/m²) en contacto con el sostenimiento, y una segunda capa de lámina de PVC o polietileno de alta densidad de 1,5 mm de espesor. Este sistema se situará entre el sostenimiento y el revestimiento, y captará las aguas del trasdós conduciéndolas por el dren colector de cada hastial hasta el exterior.
- Impermeabilización Tipo I-2: En zonas con fuerte presencia de agua, y como complemento al sistema de lámina y geotextil, se instalará un sistema de captaciones de agua en el terreno, Tipo Oberhasli. Consiste en realizar perforaciones en el terreno que captan el agua y la conducen mediante una media caña hasta los colectores ubicados al pie de los hastiales.

Para el drenaje hay que considerar el origen de las aguas presentes en el túnel. En este sentido, se distinguen dos tipos de orígenes:

- Aguas limpias: procedentes del trasdós del túnel, que podrán ser vertidas a cauces y arroyos cercanos sin tratamiento previo, o eventualmente reutilizadas.
- Aguas sucias: captadas en la plataforma del túnel, deberán recogidas y tratadas antes de su vertido.

Las aguas limpias y las sucias de plataforma se canalizan de manera separada, sin mezclarse. Este tipo de sistema es denominado “separativo”.

Para las aguas limpias de trasdós, el sistema de drenaje constará de los siguientes elementos:

- Un tubo dren de captación perforado de PVC que capta el agua de infiltración que el sistema de impermeabilización del trasdós recoge y dirige al pie de los hastiales.
- Un tubo colector de PVC, situado bajo el arcén, que conduce el agua hasta el exterior.
- Un tubo conector de PVC mismo diámetro que el dren de trasdós, que canaliza las aguas captadas por el mismo hasta el colector de PVC bajo el arcén.

El sistema de aguas de plataforma consta de los siguientes sistemas:

- Un caz, que recoge las aguas o vertidos de la plataforma, conduciéndolos a unas arquetas especiales, espaciadas cada 50 m, que sifonan el vertido. El sifonamiento, eventualmente, apagará el fuego de los líquidos inflamados.
- Un colector, que traslada las aguas sucias hasta el exterior, donde se recogen y almacenan en una balsa, para su posterior tratamiento.

6.7.7 Revestimiento

Una vez completada la excavación y sostenimiento del túnel, se ejecutará un revestimiento de hormigón encofrado.

El revestimiento se ha diseñado como un anillo continuo de hormigón HM-30 en masa. Al hormigón se le añadirán microfibras de polipropileno, en una cuantía de 1 – 2 kg/m³. La misión de estas fibras es evitar el efecto “spalling” (lajado) que el fuego produce en el hormigón, manteniendo por más tiempo su integridad estructural durante un incendio, y reduciendo los daños causados por el mismo.

6.7.7.1 Maquinaria de colocación del revestimiento

Para los muros de arranque y las zapatas, se emplearán módulos de encofrado metálico. El encofrado de la bóveda estará formado por una cimbra móvil o carro, y módulos de encofrado curvo metálico.

El carro estará diseñado para soportar la carga del hormigón fresco y tener el gálibo suficiente para permitir el paso de maquinaria. Circulará sobre carriles longitudinales apoyados en muretes o sobre la solera.

El transporte del hormigón se realizará en cubas de hormigón convencionales. Siempre debe estar preparada una cuba a pie de bomba cuando termine la anterior.

Se utilizará una bomba de hormigón con un rendimiento real que asegure el hormigonado de un anillo en el tiempo previsto.

6.7.8 Tratamientos especiales

Se ha considerado como “tratamiento especial” a aquellos tratamientos del terreno que se considera que eventualmente podrían tener que realizarse, pero que por su naturaleza frecuentemente aleatoria no se puede concretar con precisión el lugar o cuantía donde se deberá aplicar.

Algunos tratamientos especiales deben desarrollarse obligatoriamente en el propio frente, deteniéndose las labores de avance de la excavación, pues responden a una causa geotécnica que impide seguir de manera segura la ejecución del túnel. Otros tratamientos pueden realizarse sin detener el avance del túnel, pues se ejecutan lejos del frente de excavación, o en tiempos vacíos del ciclo de producción.

Los tratamientos especiales se usan de forma puntual, con objeto de atravesar zonas muy concretas de terreno. Se clasifican en diferentes tipos, según la misión que tenga encomendada el tratamiento:

- Tratamientos de estabilización del frente: machón central, sellado del frente, bulonaje de fibra de vidrio.
- Tratamientos de estabilidad de la bóveda: enfilaje, paraguas de micropilotes, contrabóveda provisional, recalce con pata de elefante, bulones autoperforantes, bulones de gran longitud, gunita sobreacelerada
- Tratamientos frente a infiltraciones de agua: agotamiento de grandes caudales, sondeos de reconocimiento hidrogeológico, inyecciones perimetrales
- Otros: inyecciones localizadas, tapes, galerías de avance, excavación con voladuras puntuales, pantallas de control de asientos, recalces de cimentación con micropilotes.

Con el sostenimiento que se ha diseñado, junto con los tratamientos especiales, es de esperar que puedan atravesarse las zonas de baja calidad geotécnica sin problemas.

6.7.9 Protección de los emboquilles

Los primeros metros de túnel, conocidos como “emboquille”, requieren un tratamiento constructivo especial. Esta zona es de las de mayor importancia en la obra y suele diseñarse de manera robusta, tanto en los taludes como en los primeros metros de túnel. La razón de aplicar un diseño robusto en esta zona radica en la necesidad de que esta zona de acceso al túnel no sufra ningún desprendimiento, ya que de suceder algún problema el túnel podría quedar cerrado, sin posible acceso al interior ni salida de los medios técnicos y humanos.

Siguiendo este criterio, en los primeros metros de túnel se instala un sostenimiento robusto, bajo un paraguas de micropilotes. Para el Túnel de Markina se ha previsto emplear 20 cm de hormigón proyectado y cerchas. El paraguas de micropilotes se ata mediante una viga zuncho de hormigón armado.

Hacia afuera del talud, el túnel se prolongará disponiéndose de una visera de protección para evitar que haya caída de piedras del talud frontal que puedan alcanzar a los vehículos y personas que acceden al túnel.

La visera se construye con perfiles metálicos, generalmente HEB, en los que apoyan chapas metálicas tipo Bernold. Sobre estas chapas se proyecta hormigón, de manera que quede construido un pequeño “falso túnel”, que es lo que se conoce como “visera de protección”. Esta visera deberá ser demolida cuando se vaya a construir el falso túnel de ambos emboquilles.

6.7.10 Control geotécnico y auscultación

En las obras subterráneas es imposible alcanzar a priori un conocimiento preciso de las características geológicas y geotécnicas del terreno que se verá afectado por la excavación. Por este motivo, durante la redacción del proyecto es obligado estimar y extrapolar datos geológicos y geotécnicos, así como asumir simplificaciones, especialmente en los parámetros y esquemas de cálculo estructural del túnel.

La técnica moderna de diseño y ejecución de túneles requiere de un sistema de toma de datos geológicos y geotécnicos en obra que permita contrastarlos con los datos estimados durante la redacción del proyecto, detectar divergencias y recalcular estructuralmente el túnel en caso de que sea necesario, modificando y adecuando a las condiciones reales los sostenimientos a aplicar.

Este aspecto es fundamental en casos como el que nos ocupa, en el que los túneles se proyectan y ejecutan según el Nuevo Método Austriaco, ya que forma parte de su planteamiento el seguimiento geotécnico, el control de ejecución y la auscultación en continuo durante la ejecución, con objeto de validar y/o ajustar las medidas de sostenimiento y secuencia de ejecución en función del grado de aproximación de las

condiciones y comportamientos reales a lo estimado en el proyecto. El incumplimiento del exhaustivo seguimiento y control en obra desvirtúa el método y es, por tanto, imprescindible llevarlo a cabo.

6.7.10.1 Control geotécnico

- Ejecución de sondeos de reconocimiento en el frente

Si se sospecha de la existencia de estructuras geológicas desfavorables, es útil realizar sondeos en paralelo a la traza del túnel para conocer las características del macizo rocoso previamente a su excavación, obtener más datos sobre la calidad del terreno que se atravesará en los pases siguientes, y que también podrán aprovecharse como drenaje en caso de que se detecte presencia de agua o para conocer y tratar la existencia de huecos en el terreno.

La testificación de este sondeo se llevaría a cabo por parte de un técnico especialista y se podrán tomar testigos para su ensayo en laboratorio en caso de que se considere oportuno.

- Control geotécnico de los frentes de excavación

Es necesario realizar un control geotécnico mediante inspección directa del terreno durante la excavación. Dicho control se llevará a cabo por personal especializado que actuará a pie de obra.

El control geotécnico de los frentes de excavación tiene como objetivos:

- Valorar las condiciones geotécnicas del terreno, recopilando y registrando los datos obtenidos.
- Relacionar estos datos con los procedentes de la auscultación y otros posibles ensayos realizados.
- Comprobar que el tipo de sostenimiento definido en el proyecto es el adecuado en función de la calidad geotécnica de la roca observada en el frente de excavación.

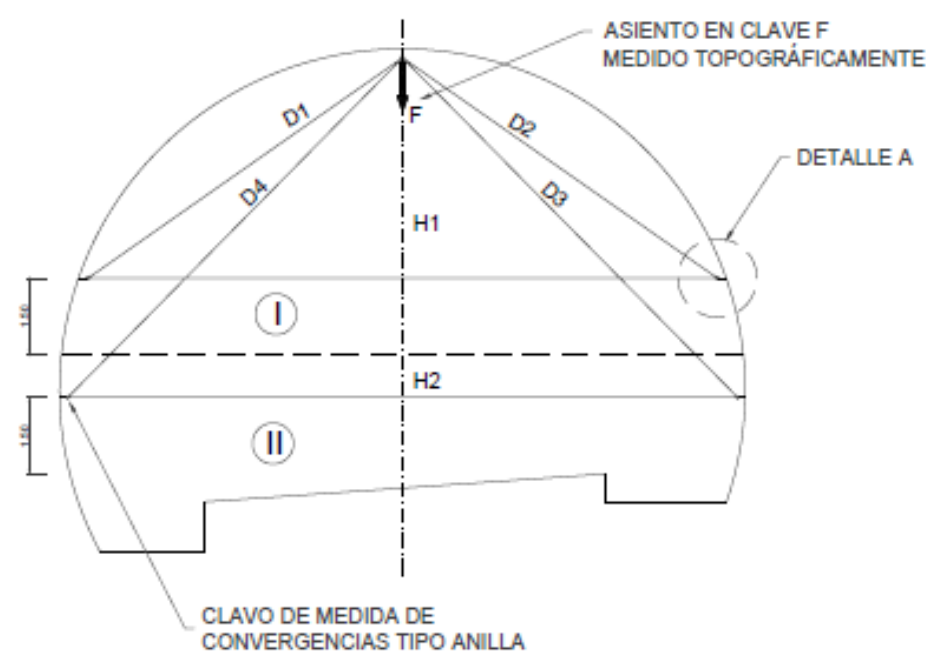
Se levantará el frente en cada pase de excavación, por parte de un especialista. Sus observaciones se recogerán en fichas en las que se indicará la geología observada en el contorno de la excavación y en el frente, el tipo de roca que se observa, su densidad aproximada, grado de meteorización, presencia de agua, orientación, espaciamiento y estado de discontinuidades, resistencia a compresión simple y RQD. Sobre la base de estos datos se determinará el índice de calidad RMR de Bieniawski, no pudiéndose modificar el sistema de clasificación geomecánica ni estimar el índice RMR a partir de correlaciones matemáticas con otros índices. Igualmente se registrarán todos los datos procedentes de la auscultación que, a juicio del especialista, resulten relevantes.

6.7.10.2 Auscultación en túnel

En el Anejo nº10 Túnel se recoge una relación detallada de los parámetros de control y de los instrumentos a emplear para la auscultación del túnel.

Se establecen dos tipos de secciones de control:

- Secciones de control normal, a aplicar en las zonas de las litologías de mejor calidad, y que disponen solo de medidas de convergencia y nivelación de clave.

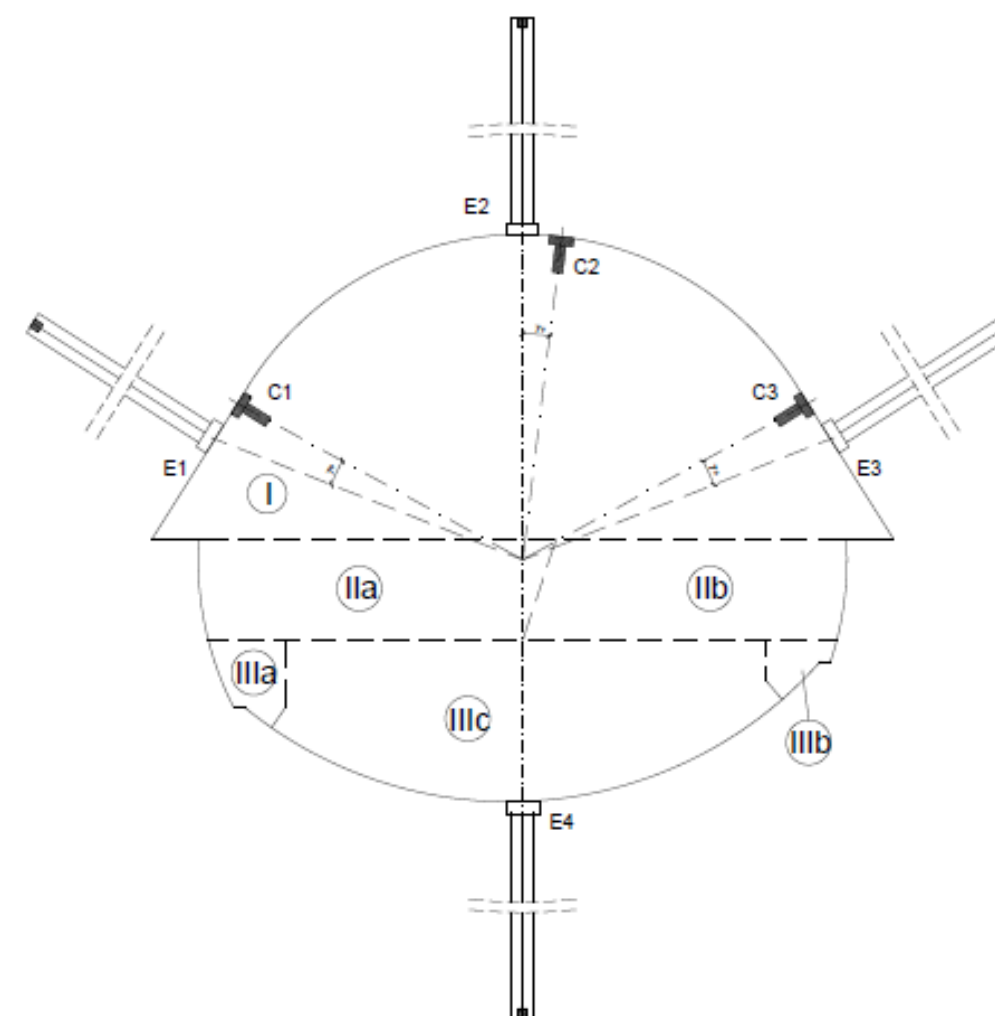


SECCIÓN DE CONTROL NORMAL

ESCALA 1:100

FASE DE EXCAVACIÓN	LECTURAS
I	H1, D1, D2, F
II	H2, F, D1, D2, D3, D4

- Secciones de control intensivo, que se colocarían en la zona geotécnicamente más conflictiva de los conglomerados triásicos, y que además de convergencias, dispone de todos los elementos de monitorización descritos (células de presión y extensómetros).

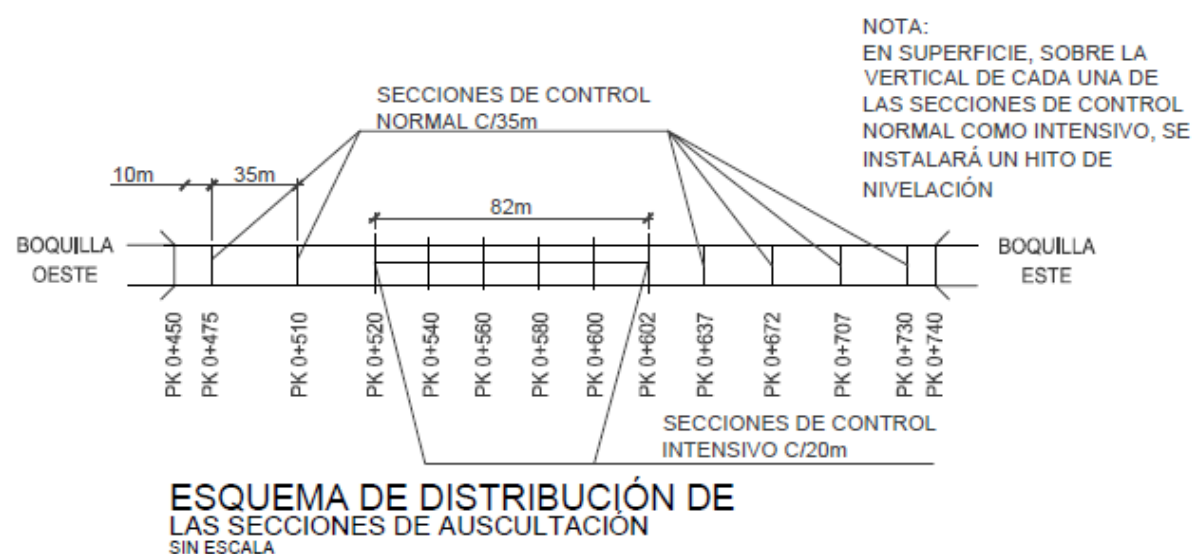


SECCIÓN DE CONTROL INTENSIVO

ESCALA 1:100

FASE DE EXCAVACIÓN	LECTURAS
I	H1, D1, D2, F, E1, C1 E2, C2, E3, C3
II-III	H2, F, D1, D2, D3, D4, E4

La situación espacial de estas secciones se muestra en el siguiente esquema. Las secciones de control intensivo se adaptarán a la verdadera extensión de los terrenos triásicos.



6.7.10.3 Auscultación en superficie

Como se ha indicado, el trazado del túnel discurre muy cerca de algunos edificios existentes. Aunque los cálculos realizados muestran que no son esperables daños en los edificios, se hace necesario definir un sistema de auscultación para verificar que estos edificios no sufren daños.

Para ello, se ha dispuesto la colocación de hitos de nivelación sobre el terreno, y miniprismas en los edificios. En el Anejo nº10 se recogen también los criterios que pueden tomarse como referencia para controlar las posibles subsidencias.

6.8 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEPÓSITOS DE SOBRANTES

En el Anejo nº11 se detalla el movimiento de tierras de este tramo. Dentro de este apartado cabe destacar:

- Los materiales procedentes de la excavación de roca (calizas y lutitas) son aptos para su uso en los terraplenes del tronco. Teniendo en cuenta el volumen de material sobrante se priorizará el uso de la excavación procedente de las calizas.
- El depósito de sobrantes previsto para este tramo se ubica al inicio de la traza, a la altura de la rotonda existente en la BI-633, desde la que se articula el acceso al núcleo urbano de Markina. En fases posteriores, este depósito se ampliará para dar servicio a otras obras de la DFB.
- Se deberá recurrir a materiales de préstamo para la ejecución de los rellenos.

En la tabla siguiente se recoge el resumen del movimiento de tierras correspondiente a la carretera objeto del presente Proyecto:

	Ejes	En banco o perfil			C esp	Vol esponjad
		Medición	A Utilizar en obra	A DPS		
Exc en roca (*)	Toda la obra	95.642,00	10.228,48	85.413,52	1,31	111.891,71
Exc en tierras	Toda la obra	112.582,20		112.582,20	1,33	149.734,33
Rellenos	Toda la obra	14.621,00				
De Préstamo	De Préstamo	1.835,40				
De la obra	De la propia obra	12.785,60				
Estructuras	3, 6	500,00		500,00	1,33	665,00
Total						262.291,04

Del análisis realizado se concluye que hay un exceso de tierras en las obras que debe trasladarse a un depósito de sobrantes. Este volumen de material sobrante se estima en 262.291.04 m³.

El material sobrante se intentará reutilizar, en primera instancia, en otras obras, en restauración de canteras del entorno u otros emplazamientos degradados. Esta opción, el empleo en canteras que estén en fase de restauración o en depósitos de suelos y rocas ya viabilizados en el entorno, se ha explorado, sin éxito, durante la fase de redacción del proyecto. El material que no se pueda llevar a ese tipo de emplazamiento se enviará al depósito de sobrantes que se ha proyectado al inicio de la traza.

Para tal fin, dentro de las obras, se define un depósito de sobrantes que se ubica anexo a la propia obra, y que se accede desde el inicio del eje 21 (tronco), por un camino a ejecutar en la propia obra (Eje 30). También se concluye que es necesario traer de préstamo un volumen de 1.835,40 m³. Esta necesidad, a pesar de tener un volumen de material apto para terraplenes en la propia obra, se justifica por la necesidad de habilitar el camino de acceso al depósito de sobrantes (eje 30), y la reposición del camino de acceso al 0+160 D. al inicio de la obra, ya que ambos forman parte del acceso al depósito de sobrantes.

Las tierras del tramo oeste de la obra y del túnel en mina se llevarán al depósito de sobrantes por la propia obra. Las tierras procedentes de la excavación del lado oeste, del PK 0+740 en adelante, se trasladarán por la BI-2636 hasta el depósito de sobrantes situado al inicio de la traza.

6.9 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN

Señalización horizontal

Para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en la Norma de Carreteras 8.2.-IC "Marcas viales" vigente para una velocidad de proyecto de la carretera de 60 km/h. En los planos del proyecto se definen las plantas generales de señalización y los detalles y dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas, que han sido las siguientes:

- Línea discontinua de borde de calzada: M-1.12.
- Línea continua de separación de sentidos: M-2.2.
- Línea continua de borde de calzada: M-2.6a.
- Línea continua de detención: M-4.1
- Línea discontinua de Ceda el Paso: M-4.2
- Paso de peatones: M-4.3
- Contorno de isleta infranqueable (Apartado 3.2.7 de la Norma 8.2-IC)
- Flecha que indica movimientos permitidos: M-5.1.
- Inscripción de STOP: M-6.4.
- Inscripción de CEDA EL PASO: M-6.5
- Cebreado: M-7.2a
- Línea en zigzag: M-7.9

Señalización vertical

Para determinar las señales necesarias, así como la disposición de cada una de ellas, se ha seguido la Instrucción de la Dirección General de Carreteras 8.1.IC "Señalización vertical", aprobada en abril del año 2014. Todas las señales proyectadas se han incluido de acuerdo con las Normas de Señalización del Catálogo de señales de circulación del MOPT del año 1992.

En los planos del proyecto se definen las plantas generales de señalización y los detalles y dimensiones de cada una de las señales verticales utilizadas, que han sido las siguientes:

- Señales de advertencia de peligro:
 - P-4 (intersección con circulación giratoria)
- Señales de reglamentación:

- De prioridad: R-1 (Ceda el Paso); R-2 (detención obligatoria).
- De prohibición de entrada: R-101 (entrada prohibida).
- Otras de prohibición y restricción: R-301 (velocidad máxima permitida a 60/40 km/h); R-303 (giro prohibido a la izquierda); R-305 (adelantamiento prohibido).
- De obligación: R-400a (sentido obligatorio a la derecha); R-401a (paso obligatorio); R-402 (intersección giratoria); R-413 (alumbrado de corto alcance).
- Señales o carteles de indicación:
 - De indicación: S-5 (inicio de túnel); S-6 (fin de túnel); S-13 (paso de peatones).

Balizamiento

Para la disposición del balizamiento se han seguido las instrucciones de la Orden Circular 309/90 C y E, de 15 de enero, sobre hitos de arista, y las recomendaciones sobre balizamiento en carreteras (Orden Circular/2011 en fase de borrador).

En los planos del proyecto se definen las plantas generales de balizamiento y los detalles de los elementos de balizamiento empleados, que han sido las siguientes:

- Balizamiento visual, que hace resaltar claramente el trazado de la ruta y atrae la atención de los conductores sobre el borde del arcén o la situación de las barreras de protección, en especial de noche y en condiciones de escasa visibilidad. Aquí se incluyen:
 - Los captafaros o elementos verticales con pintura reflectante, fijados a las barreras de seguridad.
- Balizamiento numérico que tiene por misión informar al conductor acerca de la posición en que se encuentra dentro de la carretera y que está constituida por:
 - Hitos de arista

Defensas

Los criterios de colocación de defensas, se realiza de acuerdo a la Normativa vigente Orden Circular 35/2014 sobre "Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. En cuanto a los modelos a emplear, desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE barreras de seguridad y pretiles de hormigón, por lo que carece de sentido el actual catálogo de sistemas de hormigón, y sólo podrán ser empleadas aquellas barreras y pretiles de hormigón que habiendo sido ensayados, posean el correspondiente certificado de conformidad CE según la norma UNE-EN-1317.

Todos los obstáculos o desniveles que es necesario proteger tendrán la longitud de anticipación necesaria, que en caso de que se disponga la barrea longitudinalmente a la carretera será de 100 metros.

Las necesidades de protección y el mínimo nivel de contención exigido en este tramo son los siguientes:

Riesgo de Accidente	Elemento a proteger	IMDp (veh.pes/día)	Sistema de contención	Nivel de Contención mínimo exigido
Grave	Pasos Superiores	< 400	Pretil	H1 - H2
	Túnel	< 400	Barrera hormigón	N2 – H1
	PMV	< 400	Barrera metálica	
Normal	Desmontes de talud 1,5H:1V	< 400	Barrera metálica	N2
	Terraplenes de altura superior a 3m o de talud 1,5H:1V			
	Obstáculos de Ø > a 15cm			
	Báculos sin fusible estructural			

Y las barreras que finalmente se han proyectado cumplen con las siguientes características:

Ubicación	Tipología	Características
Pasos Superiores	Pretil	NC: H2; W ≤ W3; Dm ≤ 0,6m; IS = B
Túnel	Barrera de hormigón	NC: H2; W ≤ W1; Dm ≤ 0,1m; IS = C
Tramo situado al oeste del túnel (tronco y ramales)	Barrera metálica	NC: N2; W ≤ W5; Dm ≤ 1,7m; IS = A
Tronco de la variante entre la boca este del túnel y la glorieta		
Continuación de los pretils de la glorieta este (estructuras 2 y 3) con el tronco de la variante	Barrera metálica	NC: H1; W ≤ W4; Dm ≤ 1,0m; IS = A
Continuación del pretil de la estructura 1 de la glorieta este hacia la carreta BI-2636		
Continuación del pretil de la estructura 1 de la glorieta este hacia la carreta BI-4404	Barrera metálica	NC: H1; W ≤ W2; Dm ≤ 0,7m; IS = A
Anillo interior de glorieta en la rotonda este que une pretils de las estructuras 2 y 3		
Continuación del pretil de la estructura 3 de la glorieta este hacia la carreta BI-2636		
Camino margen norte de la carretera entre el inicio y la boca del túnel	Barrea mixta	NC: N2; W ≤ W4; Dm ≤ 1,0m; IS = A

6.10 SERVICIOS AFECTADOS

Para la localización de los servicios existentes se procedió en un primer momento a obtener la información de INKOLAN y a comprobar las líneas existentes en el ámbito del trazado proyectado. A partir de ahí se contactó con todas las empresas y entidades cuyas instalaciones podían verse afectadas en las obras proyectadas:

- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia
- Nortegas
- Telefónica
- Iberdrola
- Euskaltel
- Correos y Telégrafos
- Ayuntamiento de Etxebarria
- Ayuntamiento de Markina-Xemein

A todas ellas se les envió una carta (vía postal o correo electrónico) en la que se les solicitaba confirmación de sus instalaciones actuales (trazado, tipo de canalización o de línea, materiales, diámetros, etc.) y previsiones para el futuro.

Además de las entidades anteriores, la Dirección del Proyecto proporcionó la información oportuna sobre los servicios, líneas o instalaciones de la Diputación Foral de Bizkaia existentes en la zona (Bizkaibus, alumbrado y drenaje).

La documentación facilitada ha sido contrastada en campo, localizando las arquetas, en caso de canalizaciones subterráneas, y los postes, si se trata de líneas aéreas.

Posteriormente se ha procedido a identificar trazados, servicio por servicio, generando los planos que se adjuntan en el apartado Nº 10 Servicios Afectados del Documento Nº 2 Planos.

Se ven afectados servicios de las siguientes compañías:

- CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA:

S.A. Nº101, es una línea de abastecimiento de la red primaria del CABB denominada “ETAP IRUZUBIETA DTO IPARRAGIRRE” de fundición dúctil y diámetro 250 mm. Se ve afectada ya que coincide aproximadamente en unos 350 m en planta con la infraestructura proyectada.

Se prevé la reposición de la conducción fuera de la zona de influencia de las actuaciones previstas para la ejecución de la nueva infraestructura. Se proyecta su reposición con tubería de fundición dúctil Ø 250 que discurrirá en paralelo a la nueva infraestructura (al norte de ésta), la instalación de una válvula ventosa en el punto alto, de desagüe en el punto bajo del nuevo trazado y las conexiones con la tubería existente.

Se ha desarrollado por petición del CABB un estudio de viabilidad de la reposición de la tubería afectada denominado “Estudio de Viabilidad de la reposición de la tubería denominada “ETAP Iruzubieta DPTO Iparraguirre” de FD Ø 250 mm pertenece al CABB” que se aporta en el Apéndice nº2 del Anejo 13 Servicios afectados.

S.A. Nº201, es una línea de la red secundaria de abastecimiento gestionada por el CABB de fundición dúctil y diámetro 250 mm que partiendo desde el depósito de aguas de Iparraguirre desciende por la ladera oeste para alimentar al municipio de Markina. Se ve afectada ya que coincide en planta con la ejecución de la rotonda oeste proyectada y con la excavación de sus taludes.

Se prevé la reposición de la conducción fuera de la zona de influencia de las actuaciones previstas para la ejecución de la nueva infraestructura. Se proyecta su reposición con tubería de fundición dúctil Ø 250 mm que desde la arqueta de conexión con el servicio denominado REP S.A. Nº 202 cruzará perpendicularmente la calzada proyectada en el PK 0+032 discurrirá en paralelo al talud sur la nueva rotonda oeste proyectada para conectar con la tubería existente una vez salvada la afección.

S.A. Nº202, es una línea de la red secundaria de abastecimiento gestionada por el CABB de fundición dúctil y diámetro 250 mm que partiendo desde el depósito de aguas de Iparraguirre desciende por la ladera oeste para alimentar al municipio de Markina. Se ve afectada ya que coincide aproximadamente en unos 350 m en planta con la infraestructura proyectada.

Se prevé la reposición de la conducción fuera de la zona de influencia de las actuaciones previstas para la ejecución de la nueva infraestructura. Se proyecta su reposición con tubería de fundición dúctil Ø 250 que discurrirá en paralelo a la nueva infraestructura (al norte de esta), la instalación de una válvula ventosa en el punto alto, de desagüe en el punto bajo del nuevo trazado y las conexiones con la tubería existente. Asimismo, se proyecta la arqueta de derivación en la que conectan las tuberías de ambas reposiciones.

- NORTEGAS:

S.A. Nº301, es una conducción de gas de acero de 6” que discorre en paralelo y al norte de la carretera BI-4404. Se ve afectada ya que el trazado propuesto pasa perpendicularmente por encima de la mencionada tubería en el entronque con la rotonda este proyectada (Txoribenta).

No se prevé la reposición de la tubería, sino una protección de la misma mediante una losa de hormigón de 30 cm de espesor armado con parrilla 15x15x10 en toda la longitud (38 m) en que coincide en planta con el trazado proyectado y una anchura de 6 m.

- TELEFÓNICA:

S.A. Nº401, es una línea de telefonía aérea compuesta de cable de pares de cobre y cables de fibra óptica perteneciente a Telefónica sustentada mediante apoyos de madera que discurre en paralelo y al sur de la carretera BI-4404 cruzando la carretera BI-2636 para llegar al poste fin de línea, donde la línea pasa a subterránea acometiendo a la urbanización de Txoribenta. Se ve afectada ya que las estructuras E1, E2 y E3 y la rotonda proyectadas coinciden en planta con el trazado de la línea de telefonía.

Se prevé una variante de línea aérea sustentada en apoyos de hormigón que discurre por el sur de la nueva infraestructura hasta llegar al pie de la carretera BI-2636 donde se colocará el apoyo fin de línea, para proseguir hasta el punto de enganche de forma canalizada mediante dado de 4 TPC de 125 mm. En el apoyo fin de línea se pasan las líneas de aéreas a subterráneas cruzando de esta forma la calzada de la BI-2636 hasta llegar a la acera por donde discurrirá esta nueva conducción hasta llegar al punto de enganche con la red existente.

- I-DE:

S.A. Nº503, es una línea eléctrica aérea de media tensión (13,2 KV) que partiendo de la zona del depósito de aguas desciende por la ladera este hasta un apoyo fin de línea situado al pie de la BI-2636 donde ésta pasa de aérea a subterránea para alimentar al CT situado en los bajos de la urbanización Txoribenta. Se verá afectado el apoyo intermedio de esta derivación por la ejecución de la boquilla este del túnel proyectado.

Se plantea una variante de línea aérea con la colocación de dos nuevos apoyos en sustitución del afectado y del fin de línea que libre la afección producida por la nueva infraestructura. Se prevé la reposición de la bajante por el muro de cierre de la parcela donde se sitúa el apoyo fin de línea y el paso existente bajo la carretera BI-2636.

Asimismo se verá afectado tanto el drenaje como la iluminación perteneciente a la DFB en el enlace de la nueva infraestructura con la carretera BI-633, quedando resueltas estas afecciones con la solución propuesta en la nueva infraestructura.

Por otra parte, con las actuaciones propuestas se podrían ver afectados algunos manantiales existentes en las proximidades por lo que se ha previsto una partida por si fuera necesaria su reposición desde la red de abastecimiento municipal existente.

6.11 REPOSICIONES DE CAMINOS DE ACCESO

Se han definido las siguientes reposiciones:

- **Eje 19: reposición de accesos a parcelas, camino peatonal municipal y acceso rodado a puntos singulares de conducción del CABB.** tiene una longitud del orden de 375 m. Su inicio da continuidad a la acera existente en Erdotza Hiribidea y los primeros metros son exclusivamente peatonales, hasta la conexión con el vial existente entre la rotonda proyectada y el casco urbano de Markina que se prevé en el PK 0+036. A partir de ahí continúa con un ancho de 3,00 m que lo habilita para tráfico rodado hasta finalizar en el último punto singular de la reposición de la línea de abastecimiento. En cuanto al firme, consiste en 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo seleccionado exceptuando aquellos tramos que son exclusivamente peatonales (el tramo inicial, la conexión con el camino peatonal municipal y la conexión con una pista existente al final del recorrido), en los que se definen 25 cm de zahorra sobre 25 cm de suelo seleccionado.
- **Eje 24: reposición de accesos a parcelas.** En la margen derecha de la trinchera proyectada entre el inicio del trazado y el túnel, se ha previsto un camino con objeto de reponer el acceso a varias parcelas que se ven afectadas por la traza. Los primeros 260 m coinciden con una pista existente en la actualidad que conecta con la BI-633, la cual se acondiciona (se ensancha en varios tramos, se renueva el firme y se le dota de cuneta) y el resto es de nuevo trazado (transcurre por el pie del depósito de sobrantes y después por la coronación del desmonte derecho de la trinchera). También servirá para acceso al DPS, ya que de este camino (PK 0+325) arranca la pista que asciende por el paramento del mismo. Tiene una longitud del orden de 680 m y una anchura de 3,00 m (excepto entre los PKs 0+325 y 0+385 donde se amplía a 5,00 m para permitir el tránsito de camiones al DPS). En cuanto al firme, consiste en 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo seleccionado, aunque dada la fuerte pendiente longitudinal que presenta este camino en algunos tramos (hasta el 20%), se ha previsto un firme de 20 cm de hormigón HF-4 sobre 20 cm de zahorra artificial en las zonas de pendiente superior al 15%. Cuenta con cuneta en el lado monte.
- **Eje 27: reposición de acceso a Atain.** Entre el túnel y la rotonda final de Txoribenta, la traza intercepta un camino parcelario, en tierras, de acceso a parcelas. Entre su entronque con la BI-4404 y la traza se mantiene tal cual manteniendo el acceso a las parcelas, por lo que no precisa de reposición alguna. Este camino existente, en tierras, continúa hasta el caserío de Atain cuyo acceso rodado y pavimentado se produce desde el casco urbano, desde la calle Abesua. Dado que en este tramo existe un arco de gálibo reducido, que impediría el paso de vehículos de emergencia, se ha previsto la ejecución de un camino desde la traza para uso exclusivo en caso de emergencia, ya que no se permite el acceso directo desde la variante. Para garantizar la posibilidad de acceso de dichos vehículos se ha previsto una conexión desde Atain con el trazado proyectado, con la peculiaridad de que no será de uso habitual sino únicamente para situaciones excepcionales o de emergencia (en

las que sea preciso el acceso a Atain de vehículos que no pueden transitar bajo el arco). Así, se señalizará con línea continua y una señal R-100 con cartel. El nuevo camino tiene una longitud del orden de 50 m y una anchura de 5,00 m. En cuanto al firme, consiste en 20 cm de hormigón HF-4 sobre 20 cm de zahorra artificial.

En el Anejo nº14 se describen con detalle todas estas reposiciones.

6.12 CERRAMIENTOS

El proyecto contempla el cierre completo del vial proyectado para impedir el paso de fauna al mismo, dado que transcurre por una zona eminentemente rural. Para ello se dispondrá un cerramiento consistente en malla electrosoldada rígida con postes de tensión de acero galvanizado de 1,80 m de altura, que contará en su parte inferior (1 m) con una malla adosada de 2x2 cm de luz. Se dispondrán puertas en diversos puntos del cerramiento para facilitar el acceso al interior del perímetro (coronación de desmontes) durante las labores de mantenimiento.

En el entorno de la rotonda de inicio del trazado (oeste) se generan dos zonas con circunstancias diferentes al resto del trazado, por lo que se han previsto en ellas dos tipos adicionales de cerramiento perimetral: en la zona norte de la rotonda, entre esta y la zanja de drenaje prevista se dispondrá un cerramiento de las mismas características que el descrito anteriormente pero con una altura de valla de 0,60 m, y en la zona sur de la rotonda se dispondrá un cerramiento de las mismas características que el perimetral que se dispondrá en el resto del trazado pero que contará con una banda metálica opaca de 0,40 m de altura desde el suelo para evitar el paso de anfibios.

Se ha previsto además el cerramiento perimetral de la Fase 1 del depósito de sobrantes mediante cerramiento rústico adaptado para el paso de fauna. También se dispondrá cerramiento perimetral del mismo tipo para delimitar la zona existente entre la carretera y la base del depósito de sobrantes, donde se ubican la balsa de decantación y por la que transcurre el camino de acceso.

Por otra parte se contempla la reposición de todos los cerramientos de las fincas que se vean afectados por las obras. Su tipología se tratará de ajustar a la existente, por lo que se prevén los siguientes tipos de cerramiento:

- Cerramiento rústico, con malla metálica cuadrada y alambre de espino en cabecera, con estacas de acacia de 1,65 m de altura libre cada 2 m, cuyo fin es delimitar y cerrar las parcelas para evitar que el ganado no las sobrepase, pero sin impedir que la fauna salvaje cruce la carretera.
- Cerramiento metálico, con malla de acero galvanizado de simple torsión sustentada en postes de acero galvanizado cada 3,50 m, los cuales se cimentan mediante dados de hormigón en el terreno.

- Muro de mampostería, formado por bloques o mampuestos de piedra trabados entre sí con mortero.

Se ha previsto asimismo la colocación de puertas de acceso en diferentes puntos de los cerramientos. Los accesos ganaderos se consideran incluidos en el precio de la unidad de cerramiento rústico.

En el Documento nº2 Planos se recoge la localización y tipología de los cerramientos existentes, afectados y previstos (tanto cierre perimetral de la carretera como reposiciones).

6.13 ILUMINACIÓN EXTERIOR

Se ha proyectado una red de alumbrado para la iluminación del vial proyectado en ambas rotondas y su entorno. Se compone de canalización subterránea y luminarias sustentadas por báculos, y la alimentación eléctrica a esta nueva red será en baja tensión desde el centro de mando que se ubicará junto al cuarto técnico.

La canalización eléctrica general estará realizada en tubería de policloruro de vinilo corrugado flexible de 110 mm.

Las luminarias se dispondrán con una interdistancia entre 20 m y 30 m de forma unilateral, en columnas de 8 m de altura, cimentadas mediante macizos de hormigón.

Las luminarias serán de tipo DISANO modelo GIOVI Led 3472 117W 350mA 4000K CLD CELL GRAFITO o similar, con cuerpo y marco en aluminio inyectado a presión en aleación EN-AB 47100. Las columnas serán de tipo DISANO modelo CONICA 1480 de 8 M D 60mm en acero o similar.

Se han proyectado arquetas al pie de cada uno de los báculos y en cambios de alineaciones. A lo largo de toda la canalización se dispondrá cable de cobre electrolítico y picas de tierra en cada una de las arquetas dispuestas al pie de los báculos.

6.14 INSTALACIONES DE TÚNEL

En el presente proyecto se incluye un diseño preliminar de las instalaciones del túnel.

Dado que para la puesta en servicio de la carretera es indispensable dotar al túnel de aquellas instalaciones de seguridad, ventilación, energía, comunicaciones, etc. que precise para cumplir con la normativa vigente y para garantizar su funcionalidad, y aunque la definición de las mismas tiene que ser objeto de un proyecto posterior e independiente a este, no puede obviarse la necesaria coordinación entre ambos y el hecho de que haya que tener en cuenta una serie de necesidades de obra civil a partir de las cuales puedan desarrollarse correctamente el diseño y ejecución de las instalaciones en el futuro.

Por este motivo, en el Anejo nº17 se recoge una justificación de los sistemas que habrá que implementar en el túnel, así como un diseño preliminar de los mismos. El objetivo es determinar las necesidades de obra civil (reserva de espacios, canalizaciones, balizamiento, previsión de acometidas, etc.) relativa a las instalaciones del túnel con objeto de incluirlas en el presente proyecto, y disponer de una valoración aproximada y con el lógico nivel de incertidumbre.

Los primeros pasos que se han seguido son la realización de un Análisis de Riesgos y un Estudio de Ventilación. Estos documentos no se incluyen en el Anejo nº17 sino que han sido presentados al OITB de forma preceptiva, y constituyen la base de partida para la definición de las instalaciones del túnel.

En el Análisis de Riesgo se concluye que el túnel de Markina proyectado es un túnel seguro, y del Estudio de Ventilación se concluye que este túnel (de tipo II según lo establecido en el DF 91/2012) la ventilación natural es suficiente para garantizar unos niveles de concentración de CO y visibilidad aceptables (no es preciso instalar ventilación sanitaria) en condiciones de operación normales, y por otra parte que no existe la necesidad de instalar un sistema de ventilación forzada para gestionar los escenarios de incendio dada la escasa longitud del túnel. En cualquier caso, es recomendable la implementación de un protocolo de actuación que prevea el cierre del túnel mediante barrera automática en caso de incendio o de superarse determinados valores en los opacímetros o en los detectores de CO.

Sistema de energía

Se prevé la alimentación del túnel en alta tensión, en una línea con doble circuito proveniente de una única subestación o de un enganche (aéreo o subterráneo) que proceda de un mismo centro de reparto de compañía. Se instalará además un sistema de respaldo (grupo electrógeno) que garantice la alimentación en todo momento a los circuitos que lo requieran.

Se realizan estimaciones preliminares relativos al punto de enganche con la compañía eléctrica, la línea de acometida, el punto de entrega en AT, el centro de transformación y la demanda de potencia: la demanda total de potencia estimada será de 106.109 VA (Red), 46.280 VA (grupo) y 24.362 VA (SAI).

Además, el sistema de baja tensión asociado comprenderá la acometida de BT, el cuadro general, las líneas de distribución, los cuadros secundarios de mando y de control, canalizaciones, redes de tierra, red equipotencial y consumidores eléctricos.

Sistema de alumbrado

Se prevé una solución de alumbrado de acuerdo con las normativas vigentes, tanto para el alumbrado interior del túnel como para el alumbrado en las bocas.

En cuanto al alumbrado interior del túnel, se adopta un sistema de alumbrado simétrico pareado en hastiales, consistente en luminarias LED a una altura de 5,5 m.

En cuanto al alumbrado exterior del túnel, se proyecta el alumbrado entre ambas bocas y una distancia igual a dos veces la distancia de seguridad. El nivel de iluminación varía a lo largo del día en función de las condiciones de luz exterior, por lo que se prevén diferentes niveles: soleado, nublado y nocturno, y para su control se ha previsto la instalación de luminancímetros en ambas bocas. Dicho control podrá llevarse a cabo de forma automática o manual.

Sistema de gestión del tráfico

Se prevé disponer un sistema de señalización dinámica (barreras con semáforo doble rojo, semáforos rojo-ámbar-verde, paneles de mensaje variable, señales aspa-flecha), equipamiento en los accesos de los túneles y un sistema de detección, clasificación y contaje de vehículos.

Sistema de CCTV

Se prevé la instalación de un sistema de CCTV en el interior del túnel (cámaras fijas de alta definición), así como cámaras en ambas rotondas, para disponer de un control de todo el trazado a través de cámaras de vídeo ya que estarán conectadas con el centro de control.

Sistema de detección automática de accidentes (DAI)

Se prevé la instalación de cámaras CCTV fijas con un módulo integrado para la detección automática de accidentes en tiempo real, conectadas con el centro de control.

Sistema de comunicaciones

En este caso se ha previsto la instalación de postes SOS en ambas bocas y de un sistema de radiotelefonía (que proporcione cobertura tanto para emisoras comerciales como para bomberos, servicios sanitarios, ambulancias, ertzaintza y la explotadora).

Sistema de protección contra incendios

Se ha previsto la instalación de un sistema de detección de incendios conectado a la red de comunicaciones, en cumplimiento del Decreto Foral sobre Seguridad en Túneles carreteros). El sistema de control global utiliza las distintas señales y alarmas que tiene monitorizadas en el centro de control para detectar y localizar un incendio, ya que algunos sistemas instalados con otra finalidad se pueden emplear también para estos fines. Así, el software de control procesa las siguientes señales: DAI, sensores de CO y opacidad y sistemas específicos de detección de fuego instalados en el interior del túnel y en el local técnico.

En cuanto a las instalaciones de protección contra incendios, aunque no es preceptivo instalar extintores en túneles de tipo II como este, se ha previsto disponerlos junto a los postes SOS para mejorar la seguridad del túnel. También se contempla proteger el local técnico, en concreto las salas del transformador, de baja tensión y electrónica, de celdas y del grupo electrógeno. Para ello se instalarán extintores, un sistema de extinción mediante agentes limpios, un sistema de detección de incendios y recogida de señales y la correspondiente señalización.

Finalmente, y de acuerdo con el DFST y las recomendaciones de la norma 8.1-I.C., se ha previsto la señalización adecuada para guiar a los usuarios del túnel hasta la salida más cercana. Esta señalización es de dos tipos: de evacuación (bocas del túnel) y de los equipos de protección contra incendios (postes SOS, extintores y pulsadores de alarma).

Sistema de control ambiental

El túnel se dotará de una serie de equipos conectados con el centro de control que proporcionarán información sobre las condiciones ambientales: dos opacímetros, dos medidores de CO y dos medidores de NO₂. En función de los niveles detectados, se aplicará un protocolo de actuación para garantizar la seguridad del túnel.

Control y comunicaciones de datos

El control centralizado permite a los operadores del Centro de Control supervisar, monitorizar y actuar sobre los equipos e instalaciones del túnel que forman los sistemas de seguridad y vigilancia (alumbrado, gestión de tráfico, CCTV y DAI, sistemas contra incendios y sistemas de comunicaciones). Al mismo tiempo, el sistema realiza un control de las distintas instalaciones o sistemas que dispongan de alarmas técnicas para tal fin.

En el Anejo nº17 se desarrollan estos aspectos con detalle, con el planteamiento de que la comunicación del túnel con el Centro de Control MKZ se realizará en dos pasos: mediante radioenlace por microondas entre el cuarto técnico de Markina con el del túnel de Uretamendi, y mediante la red de fibra existente entre el túnel de Uretamendi y el Centro de Control MKZ.

6.15 FASES DE OBRA Y DESVÍOS PROVISIONALES

En la obra proyectada se diferencian claramente 3 zonas de trabajo:

- Zona oeste Markina, con la ejecución de la rotonda de enlace y el vial hasta el túnel
- Zona túnel

- Zona este Txoribenta, con la ejecución de la rotonda de enlace y el vial hasta el túnel

El tráfico rodado se debe mantener en todo momento y con todas las direcciones que tienen en la actualidad, por lo que la ejecución de las diferentes fases de obra puede exigir la reordenación del tráfico viario y/o la ejecución de desvíos provisionales del mismo.

6.15.1 FASES DE OBRA

En el Anejo nº18 Fases de obra y Desvíos provisionales se describen detalladamente las fases de obra propuestas para la ejecución de las obras y resolver la continuidad del tráfico viario en todo momento. Las actuaciones previstas para cada fase de obra se plasman también gráficamente en los planos del capítulo 16 del Documento nº2 Planos del Proyecto.

La ejecución de la obra se plantea en tres fases enlazando en el tiempo trabajos de las tres zonas anteriormente citadas. Se han esquematizado las diferentes fases en los Planos 16 Fases de obra del Documento nº2 Planos.

Fase 1

Los trabajos a desarrollar en esta fase serán:

- **Zona oeste:**
 - Replanteo e implantación
 - Despeje, desbroce y acopio de tierra vegetal
 - Reposición de servicios afectados:
 - * Abastecimiento, red primaria del CABB
 - * Abastecimiento, red secundaria gestionada por el CABB
 - * Línea eléctrica aérea de baja tensión, I-DE
 - Acometidas provisionales de abastecimiento y electricidad para superficie S1
 - Cunetas de guarda
 - Obra de drenaje transversal
 - Excavación en el eje 21 (tronco) para llegar al emboquille del túnel y para la ejecución del edificio del cuarto técnico
- **Zona este:**
 - Replanteo e implantación

- Despeje, desbroce y acopio de tierra vegetal
- Reposición de servicios afectados:
 - * Línea eléctrica de MT, I-DE
 - * Línea aérea de telefonía, Telefónica
- Muro eje 6
- Desvío provisional de la carretera BI-4404
- Ejecución de la estructura E-1 y estribo sur de la estructura E-2
- Excavación en el eje 21 (tronco)

Fase 2

En la fase 2 ya se plantean trabajos en las tres zonas, al haber llegado la excavación desde la ODT del PK 2+800 al emboquille oeste del túnel a cota de plataforma, lo que permite la ejecución del emboquille.

Los trabajos a desarrollar en esta fase serán:

- **Zona oeste:**
 - Excavación hasta cota de plataforma en todo el eje 21 (tronco) y rotonda sin interferir con el tráfico viario existente en la BI-2636 (Avda. Erdotza)
 - Ejecución del drenaje longitudinal y transversal
 - Afirmado, capas granulares
 - Conducciones
 - Iluminación
 - Aglomerado hasta capa intermedia
- **Zona túnel:**
 - Emboquille y boquilla
 - Excavación en avance
 - Sostenimiento
 - Excavación en destroza
 - Impermeabilización
 - Revestimiento
 - Afirmado, capas granulares

- Drenaje
- Conducciones
- Aceras
- **Zona este:**
 - Excavación hasta cota de plataforma en todo el eje 21 (tronco)
 - Emboquille y boquilla
 - Camino de emergencia al caserío Atain
 - Ejecución de la estructura E-2
 - Ejecución de la estructura E-3
 - Ejecución del drenaje longitudinal y transversal
 - Ejecución del depósito de efluentes
 - Afirmado, capas granulares
 - Conducciones
 - Iluminación

Fase 3

En esta fase se desarrollan trabajos en las tres zonas y se circunscriben a trabajos de aglomerado y señalización, balizamiento y defensas mayoritariamente.

Los trabajos a desarrollar en esta fase serán:

- **Zona oeste:**
 - Ejecución del resto de rotonda no realizada al circular el tráfico viario de la BI-2636
 - Drenaje en rotonda
 - Iluminación en rotonda
 - Aglomerado hasta rodadura
 - Señalización, balizamiento y defensas
 - Revegetación
 - Remates

- **Zona túnel:**
 - Aglomerado hasta rodadura
 - Señalización, balizamiento y defensas
 - Remates
- **Zona este:**
 - Aglomerado hasta rodadura
 - Señalización, balizamiento y defensas
 - Demolición y naturalización de los trozos de la BI-4404 abandonados
 - Revegetación
 - Remates

6.15.2 DESVÍOS PROVISIONALES

Se plantea un desvío provisional de la carretera BI-4404 para la ejecución del estribo 1 de la estructura E1, al coincidir en planta con la citada carretera. La definición geométrica tanto en planta como en alzado y sus perfiles transversales se encuentran en el Documento 2 Planos en su apartado 16 Fases de Obra y Desvíos Provisionales.

El resto de las situaciones generadas para el tránsito del tráfico viario en las diferentes fases se resuelven con reordenaciones del mismo sobre plataformas existentes o generadas en fases anteriores.

6.16 SEGURIDAD VIAL

Al tratarse de un tramo de carretera nueva, no es posible realizar un análisis del número de accidentes ocurridos en los últimos años.

Se ha analizado el diseño del trazado proyectado desde el punto de la seguridad vial, concluyéndose que el diseño es adecuado en relación con la normativa. Las desviaciones puntuales con respecto a la misma que se han detectado, se consideran justificadas y adecuadamente resueltas. En concreto, se han analizado los siguientes aspectos:

- Trazado en planta, en alzado, coordinación entre planta y alzado, distancias de visibilidad y sección transversal del trazado proyectado
- Distancias de visibilidad

- Señalización vertical y horizontal, balizamiento y defensas
- Señalización en fase de obras

6.17 EXPROPIACIONES

En el Anejo nº22 Expropiaciones se identifican, definen y cuantifican las ocupaciones definitivas, por servidumbre y temporales que será necesario llevar a cabo para la ejecución de las obras recogidas en el Proyecto, tanto de la propia carretera como del depósito de sobrantes en su fase 1 (cuyo llenado corresponderá a dichas obras) y en su fase 2.

La información relativa al parcelario (límites de parcela, número de polígono, número de parcela, titularidad, aprovechamiento, etc.) ha sido obtenida a partir del Catastro de Urbana y Rústica de los municipios de Markina-Xemein y de Etxebarria proporcionado por la Diputación Foral de Bizkaia.

Para determinar los diversos tipos de ocupación se han seguido los siguientes criterios:

- Ocupaciones definitivas (expropiaciones)
Se define como ocupación definitiva a la nueva superficie que pasa a formar parte del nuevo trazado, incluyendo una banda de 3 m de anchura medida a partir de la arista exterior de la explanación. También se aplica a las boquillas de las ODTs, arquetas y postes proyectados. En el entorno de las bocas del túnel se ha delimitado una zona de ocupación definitiva que abarca el tramo sobre el túnel en mina en el que la cobertera es inferior a 2 veces la altura del túnel con objeto de garantizar que no haya actuaciones que puedan menoscabar la estabilidad túnel-terreno en estas zonas singulares.
- Ocupaciones temporales
Tienen en cuenta todas las actividades asociadas a la ejecución de las obras, incluyendo la reposición de afecciones a terceros. Se ocupan las áreas mínimas necesarias para garantizar la correcta ejecución de los trabajos previstos (desvíos y zonas de trabajo provisionales, superficies para acopio de tierra vegetal, instalaciones de obra, etc.).
- Servidumbres
EPTISA Cinsa ha remitido las propuestas de reposición a las compañías titulares de los servicios afectados en este caso (Iberdrola, CABB, Nortegas y Telefónica). Iberdrola y Nortegas las han aprobado preliminarmente, el CABB ha indicado los requisitos y criterios a tener en cuenta y únicamente no se ha recibido respuesta de Telefónica. Así, para determinar las servidumbres se han considerado los requisitos exigidos por las compañías de servicios de acuerdo con las reposiciones planteadas (en el caso de Telefónica se han tenido en cuenta los criterios habituales indicados por esta compañía en otras experiencias previas).

Adicionalmente se especifican aquellas áreas afectadas por una ocupación definitiva cuya titularidad se derivará al Ayuntamiento ya que no serán necesarias para la funcionalidad de la carretera o bien se expropiaran con objeto de reponer caminos existentes o accesos a parcelas. En concreto, son las siguientes:

- Ramal de la rotonda inicial (oeste) correspondiente a la BI-2636 hacia el casco urbano de Markina, así como la superficie que se expropia para la conexión de la nueva red de drenaje con la existente en el entorno de dicha carretera. Esta zona se encuentra ya transferida al municipio, por lo que se ha tomado como criterio devolver la titularidad municipal a esta zona una vez finalizada la obra.
- Camino de acceso a parcelas que arranca de la carretera BI-633 y transcurre al sur de la traza de la carretera proyectada. Actualmente tiene titularidad municipal según la información disponible, y la actuación prevista consiste en su acondicionamiento y en una prolongación del mismo para proporcionar acceso a varias parcelas.
- Camino que transcurre anexo a la traza de la carretera proyectada por el norte en su primer tramo. Tiene por objeto dar continuidad a un camino de titularidad municipal existente en la actualidad y que queda cortado por la carretera, y dar acceso rodado a los puntos singulares de la reposición prevista para el CABB en esta zona.
- Ramales de la rotonda de Txoribenta (este), en concreto el ramal de la BI-2636 hacia Etxebarria y el ramal de la BI-2636 hacia el casco urbano de Markina, así como el tramo de vial que comunica ambos. La BI-2636 con su trazado actual se encuentra ya transferida a los municipios, por lo que se ha tomado como criterio devolver la titularidad municipal a los nuevos ramales una vez finalizada la obra.

En los planos se han señalado con una trama especial dichas zonas, y en la tabla de ocupaciones se ha medido la superficie correspondiente a las mismas.

Línea límite a la edificación

En cumplimiento del punto 1 del Artículo 38 Limitación a la edificación de la Norma Foral 5/2021, de 20 de octubre, de carreteras de Bizkaia, se recoge en los planos de expropiaciones del presente Proyecto la línea límite a la edificación.

El establecimiento de dicha línea es potestad de los municipios, tal y como se indica en el punto 8 del Artículo 38 de la Norma Foral 5/2021, de 20 de octubre, de carreteras de Bizkaia. De este modo se ha incluido en los planos la línea límite a la edificación correspondiente a la carretera proyectada en el Término Municipal de Markina-Xemein, la cual se ha tomado de la información proporcionada por el Ayuntamiento sobre el texto refundido para la aprobación definitiva del PGOU. En el caso del Término Municipal de Etxebarria, la carretera proyectada afecta mínimamente al mismo y dicha línea deberá consultarse en el PGOU de Etxebarria que actualmente se encuentra en redacción.

En el Anejo nº22 se incluyen las tablas con una relación de las parcelas afectadas, en las que se detalla el tipo de ocupación y la superficie afectada. Y en el capítulo 14 del Documento nº 2 de Planos del Proyecto se incluyen las plantas de ocupación en la que se plasma gráficamente lo recogido en las tablas.

6.18 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

La zona de actuación se inserta en un área rural periurbana de campiña atlántica, limitada al norte por el núcleo urbano de Markina y por el este y oeste, infraestructuras viarias. El área de estudio se sitúa entre el río Artibai al norte, el Urko por el este, y es atravesada en su esquina sureste por la regata Munibe, pertenecientes todos ellos a la Unidad Hidrológica Artibai. Hidrogeológicamente, el ámbito de estudio se emplaza de forma adyacente al extremo suroriental de la Subunidad Bedartzandi-Santa Eufemia, englobada en la Unidad Hidrogeológica de Ereñozar.

En la actualidad, los bosques naturales de frondosas han sido sustituidos en su mayor parte por prados y plantaciones forestales. De los hábitats identificados en el ámbito de estudio, dos de ellos se corresponden con hábitats de interés comunitario (HIC): los prados de siega (COD EU 6510) y la aliseda ribereña eurosiberiana (COD EU 91E0*), hábitat considerado prioritario, que está presente junto al río Urko y, en menor medida, junto a la regata Munibe. Además de estos, son de interés naturalístico los bosques de frondosas autóctonas, los setos de especies autóctonas y los zarzales.

En lo que respecta a la fauna, la zona de actuación permitiría albergar una variedad de especies propias de campiña, a las que habría añadir las relacionadas con los hábitats fluviales. La regata Munibe, el río Urko y el río Artibai, están incluidos en el Área de Interés Especial (AIE) del Plan de gestión del visón Europeo (*Mustela lutreola*)¹. Aunque se considera poco probable la existencia de esta especie en el área de afección del Proyecto, no puede descartarse su presencia. Además de esta, en el ámbito de estudio se considera probable la presencia de otras especies incluidas en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (CVEA).

Respecto a los espacios naturales protegidos, el ámbito de estudio coincide en su esquina noroeste con la Zona de Especial Conservación (ZEC) ES2130011 Artibai ibaia / Río Artibai², en un tramo muy alterado

entre dos coberturas, con ambas márgenes ocupadas por muros verticales, presencia de un azud y con vegetación limitada a la margen izquierda.

La conectividad ecológica en el ámbito de estudio presenta como barrera principal la BI-633 por el este, y, por el norte, el núcleo urbano de Markina, elementos que condicionan el acceso a la ZEC ES2130011 Río Artibai, que, a pesar de su cercanía, es prácticamente inaccesible directamente desde el ámbito de estudio, aunque es posible alcanzarlo de forma indirecta, a través de la regata Munibe y el río Urko. En dirección oeste, la carretera BI-2636 supondría una barrera de franqueabilidad media, que, sin limitar totalmente los flujos, puede suponer una seria barrera para determinadas especies faunísticas (anfibios, pequeños mamíferos, reptiles). En dirección sur el territorio se considera, de manera general, permeable para las especies focales terrestres hasta unos 7 km al sur, aunque en la situación actual, con amplias superficies taladas, o en proceso de tala, la permeabilidad puede estar seriamente comprometida.

La calidad paisajística del ámbito de estudio se considera media-alta por su relieve alomado enriquecido por la presencia de prados y masas arboladas en mosaico, que aportan colores, texturas y variación estacional. Las plantaciones forestales y las infraestructuras actuarían como elementos que restan calidad al ámbito.

El ámbito de estudio incluye varios elementos del patrimonio cultural: el muro de cierre y una puerta de acceso a la finca del Palacio de Munibe, las Zonas de Presunción Arqueológica “Caserío de Markina” y Molino Abesua (o Abeskua) y el Caserío Iparraguirre, Bien inmueble propuesto para declarar monumento o conjunto monumental incluido en el Catálogo del PGOU de Markina-Xemein.

En cuanto a los riesgos ambientales, el principal detectado en el ámbito es la inundabilidad asociada a la regata Munibe y su unión con el río Urko.

En este entorno los principales impactos identificados son los derivados de las talas, los desbroces, los movimientos de tierras, y la ocupación del suelo por las infraestructuras, debido a que estas actuaciones eliminan formaciones vegetales de interés, destruyen hábitats de interés faunístico y ecológico y pueden afectar a la fauna, además de alterar el paisaje y las aguas superficiales y subterráneas, así como las condiciones de sosiego.

¹ DECRETO FORAL 118/2006, de 19 de junio, por el que se aprueba el Plan de Gestión del Visón Europeo, *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761), en el Territorio Histórico de Bizkaia, como especie en peligro de extinción y cuya protección exige medidas específicas

² Decreto 215/2012, de 16 de octubre, por el que se designan Zonas Especiales de Conservación catorce ríos y estuarios de la región biogeográfica atlántica y se aprueban sus medidas de conservación.

Para prevenir y mitigar los impactos identificados se desarrollan medidas correctoras y un programa de vigilancia ambiental para las fases preoperacional, de obras y de explotación. Estas medidas y controles están orientadas a la protección de la biodiversidad y las manchas de vegetación de interés, la permeabilidad ecológica, la gestión de la tierra vegetal y de los excedentes de tierras, la protección de los cauces y la calidad de las aguas superficiales, la protección del suelo contra la erosión, la protección de la calidad del aire y la calidad acústica, el estado de las vías públicas y la protección de los elementos del patrimonio cultural.

Entre las medidas correctoras planteadas para disminuir los impactos de la ejecución del proyecto se desarrolla un Proyecto de integración paisajística que permita la revegetación de las superficies afectadas cuyo objetivo fundamental es recuperar los hábitats de interés del ámbito afectado, mediante la selección de especies vegetales según criterios ecológicos que favorezcan la diversidad biológica.

6.19 OBRAS COMPLEMENTARIAS

Las obras complementarias definidas comprenden las superficies a ocupar para el acopio de materiales y la implantación de las instalaciones de obra, los caminos provisionales para el acceso a los diferentes tajos de obra y la habilitación de un nuevo punto de suministro eléctrico (necesario para la ejecución del túnel).

Todo ello se describe con detalle en el Anejo nº33 y se plasma gráficamente en los planos del capítulo 18 Obras complementarias del Documento nº2 Planos del Proyecto.

Superficies para acopio e instalaciones de obra

Para la definición de estas superficies se han tenido en cuenta diversos criterios, como que cuenten con una buena conexión con las vías de comunicación y con las diferentes zonas de la propia obra, no afectar a acuíferos ni al patrimonio arqueológico que puedan existir, evitar las zonas de mayor impacto ambiental, no interferir con la red viaria de comunicaciones de la zona, permitir una fácil restauración, etc. En concreto, se han definido siete superficies a ocupar con estos fines:

SUPERFICIES A OCUPAR				
DENOMINACIÓN	SUPERFICIE (M²)	P.K.	DISPONIBILIDAD	NOTAS
S1	1.760	0+000	Desde un principio	Superficie destinada a la instalación de casetas de obra y acopios de material
S2	2.594	0+080	Desde un principio	Superficie destinada a acopios de tierra vegetal
S3	2.375	0+450 (eje 24)	Desde un principio	Superficie destinada a acopios de tierra vegetal

SUPERFICIES A OCUPAR				
S4	1.928	0+400	Una vez se llegue con la excavación a la rasante del vial	Superficie destinada a acopios de material de obra e instalaciones inherentes a la ejecución del túnel
S5	724	0+840	Una vez se llegue con la excavación a la rasante del vial	Superficie destinada a instalaciones del contratista y acopios de material
S6	1.426	0+000 (eje 6)	Desde un principio	Superficie destinada acopios de tierra vegetal
S7	632	0+100 (eje 30)	Una vez se realice el camino de acceso al depósito de sobrantes	Superficie destinada a la instalación del lavarruedas y la caseta de control de acceso al depósito de sobrantes.

Caminos provisionales de acceso a obra

Se plantean accesos a la obra proyectada en sus dos extremos:

- Zona oeste: se ha previsto un acceso desde la carretera BI -2636 (Avda. Erdotza), aprovechando la señalización horizontal existente.
- Zona este: durante el período de ejecución de la estructura E1, se ha previsto un acceso a la zona de obras del tronco desde la BI-4404 (en las inmediaciones de su confluencia actual con la BI-2636) y también accesos a las zonas de obras del estribo 1 de la estructura E1 (desde la BI-4404) y del estribo 2 y parte de la rotonda proyectada desde la BI-2636. Una vez esté ejecutada la estructura E1 y la reposición de la BI-4404 de la que forma parte, y mientras se construyen las estructuras E2 y E3 y se completa la rotonda, se ha previsto habilitar un nuevo camino de acceso a la zona de obra desde dicho nuevo tramo de la BI-4404.

Una vez en terreno no urbanizado, los caminos de obra para acceso a tajos discurrirán sobre el terreno expropiado sin necesidad de generar caminos de obra fuera del canal viario.

Nuevo punto de suministro eléctrico

Para la ejecución del túnel en fase de construcción, así como para las instalaciones del túnel e iluminación exterior en fase de explotación es necesario un punto de suministro de energía eléctrica. Para ello se ha previsto una acometida desde la red de media tensión de I-DE, que alimentará un cuarto técnico que se ubicará en las inmediaciones de la boca oeste del túnel y que estará operativo en el momento de iniciar los trabajos de excavación del túnel.

7 CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La Clasificación del Contratista que ha de exigirse en la licitación de las obras definidas en el presente Proyecto, se rige por lo previsto en:

- Reglamento General de la Ley de Contratos de la Administraciones Públicas aprobó por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001

La clasificación de la contratista está regulada por:

- Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del R.D. 773/2015:
- Artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre (B.O.E. 26 de octubre de 2001) se establecen los grupos y subgrupos a considerar para la clasificación de los contratistas.
- Artículo 26 del R.D. 773/2015, modifica el artículo 26 del Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, reajustando los umbrales de las distintas categorías, que pasan a denominarse mediante números crecientes.

Y atendiendo a:

- Las características específicas de las obras relativas al Proyecto.
- La importancia que cada partida tendrá en relación con el monto total de la obra referido al valor estimado del contrato, teniendo en cuenta el valor estimado del contrato, que vendrán determinado por el importe total, sin incluir el Impuesto sobre el Valor Añadido, y el importe de los suministros necesarios para su ejecución que hayan sido puestos a disposición del contratista por el órgano de contratación, que en nuestro caso es cero.
- El plazo de ejecución, total y de cada capítulo, para determinar la anualidad media.

Se determina la clasificación exigible al contratista, grupo y subgrupo, que son relevantes para la determinación de la clasificación exigible al Contratista.

En este contexto general, resulta que las categorías que pueden ser exigibles al Contratista son las asociadas a las obras que priman desde el punto de vista cuantitativo, de acuerdo con lo indicado en el Art. 36.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones.

En nuestro caso concreto, de acuerdo con el resumen del presupuesto recogido en el cuadro anterior, se trata de la suma de los capítulos de Explanaciones y Túnel.

1	EXPLANACIONES	1.971.806,90
2	AFIRMADO Y PAVIMENTACIÓN	783.909,03
3	TUNEL	7.387.913,34
4	ESTRUCTURAS	2.095.358,89
5	DRENAJE	722.889,50
6	SEÑALIZACIÓN BALIZAMIENTO Y BARRERAS DE SEGURIDAD	401.731,65
7	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	330.177,87
8	ILUMINACIÓN Y OBRA CIVIL INSTALACIONES	321.677,28
9	INSTALACIONES ASOCIADAS AL TÚNEL	1.755.205,37
10	TRABAJOS AMBIENTALES	587.882,35
11	CERRAMIENTOS	58.031,18
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS	228.999,83
13	DEPOSITO DE SOBRANTES	1.718.194,30
14	GESTIÓN DE RESIDUOS	119.182,88
15	SEGURIDAD Y SALUD	299.530,06
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		18.782.490,43

Resulta, pues, que las obras más relevantes están relacionadas con los grupos y subgrupos siguientes, fijados en el citado Reglamento:

- Grupo: A. (Movimiento de tierras y perforaciones)
Subgrupo: 5 (Túneles), Categoría: 6

7.2 REVISIÓN DE PRECIOS

De acuerdo con lo indicado en el artículo 103.2 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del Sector Público, y de acuerdo con lo estipulado en los artículos 4 y 5 de la ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española, y siendo el contrato que regula la ejecución de las obras definidas en este proyecto de construcción un contrato de obras con un plazo de ejecución de 24 meses, no procede revisión de precios.

7.3 SISTEMA DE ADJUDICACIÓN

Se propone como forma de adjudicación de la obra la de procedimiento abierto con una pluralidad de criterios según los artículos 156 a 159 de la Ley 9/2017 de contratos del Sector Público.

7.4 PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Se plantea la ejecución de la obra con:

- un equipo de túnel
- un equipo de estructuras que ejecutarán los viaductos y los muros de hormigón.
- dos equipos de obra (uno a cada lado del túnel) que se encargarán del movimiento de tierras, drenaje, OTDLs, explanación, firmes, etc.

Asimismo, se plantea un equipo de extensión de tierras en el depósito de sobrantes.

Se plantean tres zonas y tres fases en la ejecución de los trabajos, tal y como se describe en el Anejo nº19 Plan de Obra, de forma que resulta la siguiente secuencia constructiva reflejada en el diagrama de Gantt:

El tiempo estimado para la ejecución de las obras es de 24 meses.

7.5 PERÍODO DE GARANTÍA

El plazo de garantía se fija en UN (1) AÑO, contado a partir de la firma del Acta de Recepción de las obras, o el que en su caso conste al respecto en el Pliego de Condiciones de la Licitación.

8 PRESUPUESTOS

8.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras contempladas en el presente proyecto, desglosado por capítulos es el siguiente:

1	EXPLANACIONES	1.971.806,90
2	AFIRMADO Y PAVIMENTACIÓN	783.909,03
3	TUNEL	7.387.913,34
4	ESTRUCTURAS	2.095.358,89
5	DRENAJE	722.889,50
6	SEÑALIZACIÓN BALIZAMIENTO Y BARRERAS DE SEGURIDAD	401.731,65
7	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	330.177,87
8	ILUMINACIÓN Y OBRA CIVIL INSTALACIONES	321.677,28
9	INSTALACIONES ASOCIADAS AL TÚNEL	1.755.205,37
10	TRABAJOS AMBIENTALES	587.882,35
11	CERRAMIENTOS	58.031,18
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS	228.999,83
13	DEPOSITO DE SOBRANTES	1.718.194,30
14	GESTIÓN DE RESIDUOS	119.182,88
15	SEGURIDAD Y SALUD	299.530,06
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		18.782.490,43

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL a la cantidad de DIECIOCHO MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (18.782.490,43 €).

8.2 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Aplicando al Presupuesto de Ejecución Material los Gastos Generales (13,00%), Beneficio Industrial (6,00%) e I.V.A. (21,00%), el Presupuesto Base de Licitación que se obtiene es el siguiente:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	18.782.490,43
13% Gastos generales	2.441.723,76
6% Beneficio industrial	1.126.949,43
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A	22.351.163,62
I.V.A. 21%	4.693.744,36
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	27.044.907,98

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN a la cantidad de VEINTISIETE MILLONES CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS (27.044.907,98 €).

8.3 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Añadiendo al Presupuesto Base de Licitación el presupuesto correspondiente a las expropiaciones y la reposición de los servicios afectados, se obtiene finalmente el Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

	Proyecto (€)
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN, CON IVA	27.044.907,98
SSAA A REPONER POR TERCEROS (Apéndice Nº 1)	341.773,22
EXPROPIACIONES TRAZADO + DPS FASE 1	362.878,64
EXPROPIACIONES DPS FASE 2	43.059,56
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	27.792.619,41

Asciende el PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN a la cantidad de VEINTISIETE MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS DIEZ Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS (27.792.619,41 €).

9 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

A efectos de lo establecido en el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se hace declaración expresa de que las obras del presente Proyecto del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria, cumple con el citado texto.

10 PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Se presenta a continuación la relación del personal que ha intervenido en la redacción del Proyecto:

Dirección del Proyecto: (DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA)

D^a. Ruth Icaya Ortiz de Latierro.

Ingeniera de Caminos. Directora del Proyecto.

D. Daniel Ruiz Larsson

Técnico de Medio Ambiente

D. Félix Tijero Sanz

Técnico de Medio Ambiente

EPTISA Cinsa

D. Miguel Ángel Herrera Cossío.

Ingeniero de Caminos. Autor del Proyecto.

D^a. Laura Jiménez Arnal.

Ingeniera de Caminos.

D^a. Elena Puldain Huarte.

Ingeniera de Caminos.

D^a. Raquel Pesquera Ruiz.

Ingeniera de Caminos.

D^a. Idoia Salaverria Guezala.

Ingeniera de Caminos.

D. Héctor Quiroga Platero.

Ingeniero Técnico de Minas.

D. Jon Ander Castro.

Ldo. en Ciencias Geológicas.

D. Óscar Blasco Herguedas.

Ldo. en Ciencias Geológicas.

D. Andoni Eskorza.

Ingeniero Técnico Industrial.

D. Sergio Berna Manzanares.

Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

D. José Carlos Camargo Alberdi.

Delineante-Trazadista.

D^a. Vanesa Macías Martín.

Responsable de Delineación.

Además del personal de EPTISA Cinsa y formando parte del equipo de redacción, se ha contado con los siguientes profesionales o empresas colaboradoras: EUSKOTOP, SOSTENIBILIDAD Y TRANSPORTE CONSULTORES (SyT), EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL, TÚNELES Y GEOMECÁNICA (TyG) y SILGA.

11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

Memoria

Anejos

ANEJO Nº 1: Antecedentes

ANEJO Nº 2: Cartografía y topografía

ANEJO Nº 3: Geología, geotecnia y estudio de materiales

ANEJO Nº 4: Planeamiento

ANEJO Nº 5: Estudio de tráfico

ANEJO Nº 6: Trazado

ANEJO Nº 7: Climatología, hidrología y drenaje

ANEJO Nº 8: Estudio de firmes y pavimentos

ANEJO Nº 9: Estructuras

ANEJO Nº 10: Túnel

ANEJO Nº 11: Movimiento de tierras y gestión de sobrantes

ANEJO Nº 12: Señalización, balizamiento y sistemas de contención

ANEJO Nº 13: Servicios afectados

ANEJO Nº 14: Reposición de caminos de acceso a parcelas

ANEJO Nº 15: Cerramientos

ANEJO Nº 16: Iluminación exterior

ANEJO Nº 17: Instalaciones de túnel

ANEJO Nº 18: Fases de obra y desvíos provisionales

ANEJO Nº 19: Plan de obra

ANEJO Nº 20: Estudio de Seguridad Vial

ANEJO Nº 21: Gestión de residuos

ANEJO Nº 22: Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales

ANEJO Nº 23: Justificación de precios

ANEJO Nº 24: Clasificación del contratista y revisión de precios

ANEJO Nº 25: Integración ambiental

ANEJO Nº 26: Inclusión en el Proyecto de las medidas correctoras recogidas en la DIA

ANEJO Nº 27: Control de calidad

ANEJO Nº 28: Presupuesto para conocimiento de la Administración

ANEJO Nº 29: Coordinación con otros organismos

ANEJO Nº 30: Reportaje fotográfico

ANEJO Nº31: Procedimiento de Información Pública

ANEJO Nº32: Declaración de Impacto Ambiental

ANEJO Nº33: Obras complementarias

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. ÍNDICE
2. PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
3. PLANTA GENERAL
4. PERFILES LONGITUDINALES
5. SECCIONES TIPO
6. PERFILES TRANSVERSALES
7. DRENAJE
8. ESTRUCTURAS
9. TÚNEL
10. SERVICIOS AFECTADOS
11. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN
12. ILUMINACIÓN EXTERIOR
13. OBRA CIVIL PARA INSTALACIONES
14. EXPROPIACIONES
15. CERRAMIENTOS
16. FASES DE OBRA Y DESVÍOS PROVISIONALES
17. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

- 18. OBRAS COMPLEMENTARIAS
- 19. MOVIMIENTO DE TIERRAS
- 20. DEPÓSITO DE SOBRANTES

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

CAPÍTULO 1 PRESCRIPCIONES GENERALES

CAPÍTULO 2 MATERIALES

CAPÍTULO 3 UNIDADES DE OBRA

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

- 1. MEDICIONES
 - 1.1. MEDICIONES AUXILIARES
 - 1.2. MEDICIONES
- 2. CUADROS DE PRECIOS
 - 2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº1
 - 2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº2
- 3. PRESUPUESTOS PARCIALES
- 4. PRESUPUESTO GENERAL

DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

PLANOS

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

12 CONCLUSIONES

Con todo lo expuesto en la presente Memoria y en sus Anejos, así como en el resto de los documentos que integran el Proyecto, se considera que quedan definidas y valoradas las obras incluidas en el presente “Proyecto del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria”, elevándolo a la consideración de la administración competente para su tramitación y aprobación.

Leioa, junio de 2022

AUTOR DEL PROYECTO

DIRECTORA DEL PROYECTO



Fdo.: Miguel Ángel Herrera Cossío
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 9.365



Fdo.: Ruth Icaya Ortiz de Latierro
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiada nº20.819