

ANEJO Nº 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**ÍNDICE**

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	4	6	TRAMIFICACION GEOLOGICO-GEOTECNICA DE LAS ALTERNATIVAS	37
2	GEOLOGIA.....	4	6.1	TRAMO T-1.....	37
2.1	INFORMACION DE PARTIDA	4	6.2	TRAMO T-2.....	38
2.2	ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL.....	5	6.3	TRAMO T-3.....	39
2.3	GEOLOGÍA LOCAL.....	5	6.4	TRAMO T-4.....	41
2.4	HIDROGEOLOGÍA.....	9	7	PROCEDENCIA DE MATERIALES	42
2.5	TECTÓNICA.....	18	7.1	MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA	42
2.6	GEOMORFOLOGÍA.....	18	7.2	APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA.....	42
2.7	ESTRATIGRAFÍA.....	19	7.3	COEFICIENTES DE PASO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA.....	43
2.8	SISMICIDAD	19	7.4	ESPONJAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA.....	43
2.9	OROGRAFÍA.....	20	7.5	MATERIALES DE PROCEDENCIAS EXTERNAS	43
2.10	EDAFOLOGÍA.....	20	7.5.1	Zonas de Préstamo	43
3	RIESGOS GEOLÓGICOS	22	7.5.2	Yacimientos granulares y rocosos.....	46
3.1	RIESGOS GEOMORFOLÓGICOS.	22			
3.2	RIESGOS LITOLÓGICOS.	24			
3.3	RIESGOS HIDROGEOLÓGICOS.	24			
3.4	RIESGOS GEOTÉCNICOS	25			
3.5	RIESGOS ANTROPOGENICOS	25			
3.6	CONCLUSIONES DE LOS RIESGOS GEOLOGICOS - GEOTÉCNICOS.....	25			
3.6.1	Campo de dolinas entre los PPKK 0+000 a 8+000 del T4 Alternativa 2 Oeste (viajeros +mercancías).....	25			
4	GEOTECNIA.....	26			
4.1	INTRODUCCIÓN	26			
4.2	UNIDADES GEOTECNICAS.....	26			
4.3	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	29			
4.4	OBRAS DE TIERRA.....	34			
4.4.1	Desmontes.....	34			
4.4.2	Rellenos	34			
4.4.3	Espesor capa de forma.....	34			
4.5	CIMENTACION DE ESTRUCTURAS	34			
4.5.1	Cimentaciones superficiales	35			
4.5.2	Cimentaciones profundas.....	35			
5	ANÁLISIS GEOLÓGICO GEOTÉCNICO	35			

APÉNDICES

APÉNDICE 1. PLANO GEOLOGICO

APÉNDICE 2 MAPA GEOTECNICO

APÉNDICE 3 MAPA DE RIESGOS

APÉNDICE 4 MAPA HIDROGEOLOGICO

APÉNDICE 5 PLANTA DE SITUACION DE PRETAMOS

APÉNDICE 6 MAPA DE YACIMIENTOS

APÉNDICE 7 REPORTAJE FOTOGRAFICO EMPLAZAMIENTO DE PRETAMOS

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.-	Vista general de la geología del ámbito de estudio	5
Figura 2.-	Principales cursos de agua.-Aluvial del Ebro: Castejón- Zaragoza.....	9
Figura 3.-	Mapa de permeabilidades.-Aluvial del Ebro: Castejón- Zaragoza. <i>Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.</i> ..	10
Figura 4.-	Mapa de infiltración.-Aluvial del Ebro: Castejón- Zaragoza. <i>Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.</i>	11
Figura 5.-	Gravera P.K. 315+000	12
Figura 6.-	Gravera P.K. 205+500	13
Figura 7.-	Gravera P.K. 116+000	13
Figura 8.-	Gravera P.K. 110+500	13
Figura 9.-	Gravera P.K. 108+000	13
Figura 10.-	Vegetación típica de humedal P.K. 4+000; T4; Alternativa 2 Oeste (Viajeros +Mercancías).	14
Figura 11.-	Mapa masas de agua subterráneas de la cuenca del Ebro. Artículo 5. Directiva Marco del Agua. <i>Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.</i>	15
Figura 12.-	Mapa de manantiales significativos por su cuantía en relación a su contexto hidrogeológico infiltración <i>Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.</i>	16
Figura 13.-	Mapa captaciones de agua destinada al consumo humano (abastecimiento de más de 50 habitantes). <i>Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.</i>	17
Figura 14.-	Mapa Sísmico de España	20
Figura 15.-	Erosión diferencial entre margas y conglomerados en el P.K. 312+000.....	22
Figura 16.-	Terraza aluvial, en zona de riego, sobre yesos, en P.K. 1+400 (T4 alternativa 2 Oeste).	22
Figura 17.-	Cuenca endorreica con signos de acumulación de agua P.K. 2+200 (T4 alternativa 2 Oeste).....	23
Figura 18.-	Subsistencia con yesos aflorantes en P.K. 4+000 (T4 alternativa 2 Oeste).	23
Figura 19.-	Pequeño deslizamiento en calizas blanquecinas sobre arcillas calcáreas y limos pardo rojizos sobre el P.K: 222+000,	23
Figura 20.-	P.K. 232+600 Alternativa 2.S.3	24
Figura 21.-	Acarcavamientos en el terciario terrígeno.....	24
Figura 22.-	Extracto hojas Geológicas IGME 353 – 354, Pedrola y Alagón respectivamente.	26
Figura 23.-	Vista general de trinchera en P.K. 1+800	37
Figura 24.-	Talud excavado en Glacis, alternancia de gravas, arenas y limos.	37
Figura 25.-	Margen derecho del valle en la cerrada del embalse de Loteta (P.K. 201+000)	38
Figura 26.-	Talud excavado al 1H:1V en AP-68	38
Figura 27.-	Afloramiento de arcillas calacearas con intercalaciones de calizas arcillosas blanquecinas, en P.K. aprox, 222+300	38
Figura 28.-	Intersección de futura traza con AP-68 a la altura del P.K. 228+000	39
Figura 29.-	Fotografía tomada desde Inicio de Tramo. Al fondo hospital de Tudela.	39
Figura 30.-	Talud excavado en el terciario en la entrada al polígono industrial la Serna.	40
Figura 31.-	Intersección de futura traza con A-68 a la altura del P.K. 310+000.....	40
Figura 32.-	Intersección de futra traza con un valle a la altura del P.K. 314+500	40
Figura 33.-	Inicio de la alternativa 1 Sur sobre depósitos de glacis.	41
Figura 34.-	Mota sobre P.K. 1+300 de la alternativa 2 Oeste.	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-	Tabla de tramos afectados con sus diferentes alternativas geotécnicas.	4
Tabla 2.-	Tabla de tramos con hojas de la serie MAGNA afectadas	6
Tabla 3.-	Correlación de las diferentes leyendas de las hojas MAGNA agrupada por tramos	8
Tabla 4.-	Niveles freáticos de los piezómetros de la red IPA.	12
Tabla 5.-	Unidades geotécnicas por tramos	28
Tabla 6.-	Tabla de ensayos generales por unidades geotécnicas	33
Tabla 7.-	Indinación taludes de desmontes	34
Tabla 8.-	Excavabilidad de los materiales.	34
Tabla 9.-	Características geotécnicas de las diferentes Unidades Geotécnicas	36
Tabla 10.-	Presencia relativa de las UG por alternativas del T-3	41
Tabla 11.-	Grado de aprovechamiento de los materiales de la traza	43
Tabla 12.-	Coefficientes de paso aplicados	43
Tabla 13.-	Tabla de préstamos de materiales	45
Tabla 14.-	Tabla de ya cimientos granulares.....	47
Tabla 15.-	Tabla de ya cimientos rocosos	47
Tabla 16.-	Tabla de plantas de suministro	48

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el ámbito del Estudio del Corredor Cantábrico – Mediterráneo de Alta Velocidad se han estudiado diferentes alternativas de trazado, a nivel de Estudio Informativo, para el tramo que va a discurrir entre Plasencia de Jalón (Zaragoza) y Castejón (Navarra).

Así, en el presente anejo se mostrarán los aspectos geológicos más relevantes de la zona afectada por las diferentes Alternativas planteadas en el Estudio Informativo Complementario: Corredor Cantábrico – Mediterráneo de Alta Velocidad. Tramo: Zaragoza – Castejón.

El objetivo final es estudiar comparar y cuantificar, desde el punto de vista geológico – geotécnico, las diferentes alternativas de trazado planteadas, para conocer la idoneidad o el grado de riesgo, que posee cada uno de las alternativas planteadas.

Para la organización de las alternativas, estas se han agrupado en 4 tramos, los cuales son profusamente explicados en el anejo de trazado. A continuación, se muestra una tabla en la que se resumen y agrupan los tramos con sus respectivas alternativas, así como el metraje de cada una de ellas.

TRAMO	NOMBRE	PK INICIAL	PK FINAL
1	ALTERNATIVA 1-S-1	100+000	116+834
	ALTERNATIVA 1-S-2	100+000	117+140
2	ALTERNATIVA 2-S-1	200+000	235+130
	ALTERNATIVA 2-S-2	200+000	235+496
	ALTERNATIVA 2-S-3	200+000	234+951
3	ALTERNATIVA 3-S-1	300+000	317+547
	ALTERNATIVA 3-S-2	300+000	317+531
4	Común acceso plaza		
	TRAMO-4: CONEXIÓN SUR A ZARAGOZA		
	TRAMO-4: CONEXIÓN OESTE ZARAGOZA		

Tabla 1.- Tabla de tramos afectados con sus diferentes alternativas geotécnicas.

2 GEOLOGIA

2.1 INFORMACION DE PARTIDA

Para la realización del estudio geológico llevado a cabo en el presente proyecto se han recopilado y consultado las siguientes publicaciones:

- Mapa geológico de España, a escala 1:50.000. Nº 282, Tudela. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa geológico de España, a escala 1:50.000. Nº 320, Tarazona. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa geológico de España, a escala 1:50.000. Nº 321, Tauste. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa geológico de España, a escala 1:50.000. Nº 353, Pedrola. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa geológico de España, a escala 1:50.000. Nº 354, Alagón. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:50.000 nº 383, Zaragoza. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Geotécnico de España a escala 1:200.000 nº 32 Zaragoza. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Geotécnico de España a escala 1:200.000 nº 22 Tudela. Instituto Geológico y Minero de España.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España:
<http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=14353>.
- Mapa de Rocas Industriales nº 32 Zaragoza. Instituto Geológico y Minero de España.
- Catálogo Sísmico de la Península Ibérica. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Gobierno de España.
- Estudio de alternativas del proyecto básico del corredor cantábrico – mediterráneo de alta velocidad. tramo: Plasencia de jalón (Zaragoza) – Tudela (navarra).
- Estudio informativo complementario: corredor cantábrico – mediterráneo de alta velocidad. tramo: Zaragoza – Castejón. subtramo: Tudela – Castejón (Navarra). fase 2. Estudio informativo complementario

- Estudio informativo de la ronda sur ferroviaria de Zaragoza. fase c

2.2 ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

El corredor estudiado se encuentra situado, geológicamente, en el sector centro-occidental de la Fosa del Ebro. La Cuenca del Ebro, corresponde fundamentalmente a la fosa antepaís de la Cordillera Pirenaica. Sus límites están marcados por esta cadena, la Cordillera Ibérica y la Cordillera Litoral Catalana (Costero Catalana).

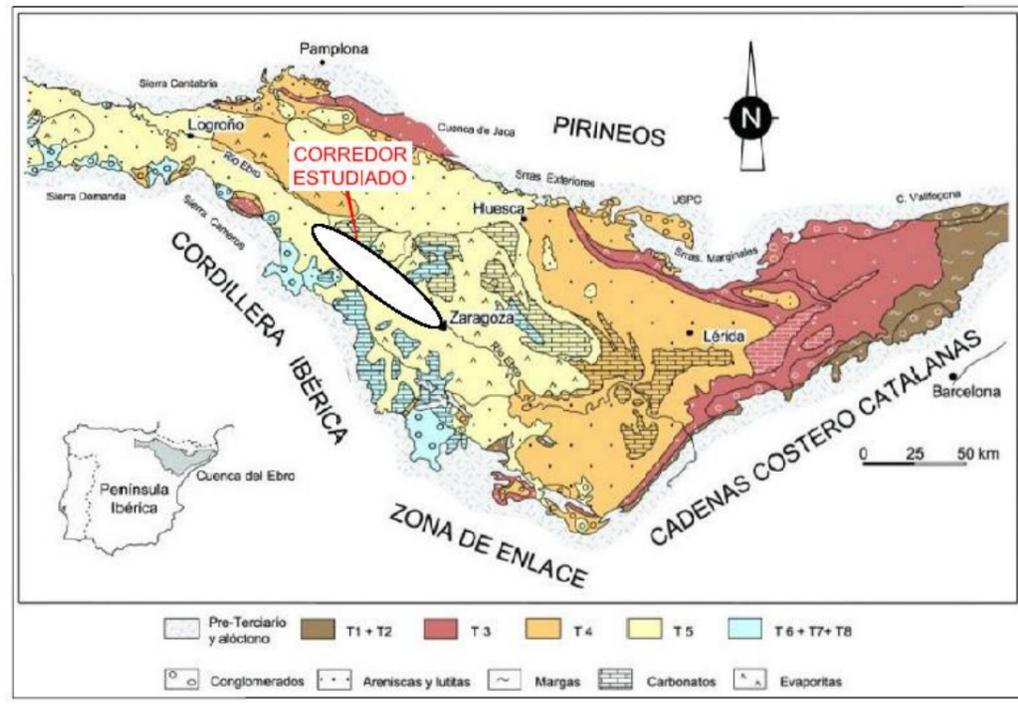


Figura 1.- Vista general de la geología del ámbito de estudio

El sustrato está constituido por el zócalo paleozoico sobre el que se dispone una cobertera mesozoica incompleta, por encima de ella se depositaron materiales terrígenos terciarios. La organización interna del relleno sedimentario se realiza mediante secuencias controladas por la evolución tectónica de las cordilleras circundantes.

La base sobre la que apoyan los tramos objeto de estudio es de edad miocena la cual se halla parcialmente recubierta por formaciones sedimentarias cuaternarias de origen fluvial o de ladera.

Las terrazas pleistocenas del Río Ebro, por las que se desarrolla buena parte del ámbito estudiado, constituyen sistemas glacis-terrazza, en los cuales se genera un manto de derrubios asociados a las laderas del valle formados por sus propios materiales. A partir de un determinado punto, sin constancia geomorfológica de un cambio nítido, aparecen los depósitos de terraza caracterizados por la presencia de suelos granulares.

Por último, las terrazas bajas del Ebro se encuentran encajadas dentro del valle y no tienen continuidad con los depósitos de los glacis de las laderas.

La morfología de la región está influenciada por la erosión laminar, la acción fluvial y los procesos de disolución interna. Estos procesos son activos en la actualidad y dan lugar a escarpes desarrollados, meandros abandonados, cubetas de disolución en yesos (dolinas), etc.

2.3 GEOLOGÍA LOCAL

Para el estudio de los tramos se ha partido de la información de las hojas a escala 1: 25.000 de la serie MAGNA del IGME. En concreto las hojas empleadas han sido las siguientes:

TRAMO 4		TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3	
PEDROLA	353	PEDROLA	353	PEDROLA	353	TUDELA	282
	26-14		26-14		26-14		25-11
ALAGÓN	354			TAUSTE	321		

	27-14		26-13
ZARAGOZA	383	TARAZONA	302
	27-15		25-13
		TUDELA	282
			25-11

Tabla 2.- Tabla de tramos con hojas de la serie MAGNA afectadas

Estos datos se han corroborado mediante una visita geológica a la zona.

En el Apéndice-1, de este anejo, se muestran las plantas geológicas de la serie MAGNA que han servido de base para conocer la disposición de estos materiales dentro de nuestra zona de estudio. En ellas se han insertado los diferentes trazados estudiados.

A modo de resumen, se puede decir que el basamento aflorante es el Mioceno, el cual se halla recubierto, de forma muy extensa, por los sedimentos cuaternarios, tanto de ladera (glacis) como fluviales (terrazas y aluviales recientes).

Las unidades geológicas son, de más antigua a más modernas, las siguientes:

- Unidad yesífera y carbonatada de la formación bujaraloz-sariñena.
- Arcillas y limos rojizos y grises. formación tudela media.
- Arcillas y limos rojizos y grises, con calizas y areniscas. formación tudela superior. mioceno.
- Depósitos de terrazas. cuaternario. Terrazas altas, terrazas medias y terrazas bajas.
- Depósitos de glacis. cuaternario

- Depósitos aluviales y de fondos de vaguada. cuaternario

Dada la longitud de los tramos, alguno de ellos intercepta varias hojas geológicas. Como no siempre las leyendas son comunes para varias hojas, en la siguiente tabla se han homogeneizado las nomenclaturas y litologías para una mejor comprensión de las hojas geológicas presentadas en el Apéndice -1 de este anejo.

TRAMO		T-1		T-2				T-3		
Hoja MAGNA		PEDROLA		353	TAUSTE	321	TARAZONA	302	TUDELA	282
				26-14		26-13		25-13		25-11
CUATERNARIO	HOLOCENO	33,-Limos, arenas y cantos de fondo de valle y cauces actuales.				18,- <u>Conos de deyección.</u>		19,- <u>Terraza de inundación y terraza superior del Queiles fondo aluvial y glacis:</u> Gravas, arenas , limos y arcillas.	16,- <u>Terraza 8 del Ebro+glacis+aluvial en la zona de afluentes:</u> Gravas, arenas, limos y arcillas.	
		27,-Limos lutitas y cantos de glacis.				16,- <u>Barras de acrecion lateral actual.</u>				
	PLEISTOCENO MEDIO	19,-Limos lutitas y cantos de glacis.	22,- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial.	8,- <u>Glacis :</u> Gravas , arenas y limos.	12,-Terraza 4 y glacis: Gravas mas o menos cementadas con niveles de caliche y MO.	16,- <u>Glacis:</u> Gravas, arenas y limos.	17,- <u>Terraza 1 del Ebro:</u> Gravas poco consolidadas con abundante matriz arenosa.	15,- <u>Glacis:</u> Limos y arcillas con gravas sueltas.	14,- <u>Terraza 7:</u> Gravas, arenas, limos y arcillas.	
			21,- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial.		11,- <u>Terraza 3 y glacis:</u> Gravas poco cementadas.				12,- <u>Terraza 5 + glacis:</u> Gravas, arenas, limos y arcillas.	
				10,- <u>Terraza 2 y glacis:</u> Gravas con costra de caliche.				11,- <u>Terraza 4:</u> Gravas, arenas, limos y arcillas.		
									10,- <u>Terraza 3:</u> Conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.	
									9,- <u>Terraza 2:</u> Conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.	
TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO	VINDOBONIENSE	6,-Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas.		11,-Arcillas y limos pardo rojizos y grises con calizas arcillosas blanquecinas, areniscas y canales conglomeráticos areniscosos.		3,- <u>Fm Alfaro:</u> Arcillas limos rojos con intercalación de areniscas poco cementadas.		
				5,- <u>Paleocanales:</u> Arcillas calreas y limos pardo rojizos con calizas arcillosas blanquecinas y areniscas		8,- Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas.				
			BURDIGALIENSE	3,-Arcillas calcáreas y limos rojizos y grises con capas delgadas de arenisca y limolitas y eventualmente yesos		5,-Arcillas calcáreas , limos rojos y grises con delgadas capas de arenisca limolitas y muy eventualmente yesos.		2,- <u>Fm Tudela:</u> Arcillas, limos rojos con calizas arcillosas lacustres y capas finas de areniscas.		
		AQUITANIENSE	8,- <u>Ud. Bujaraloz-Sariñena:</u> Yesos y dolomicritas							

TRAMO		T-4							
Hoja MAGNA		PEDROLA	353 26-14	ALAGON			354 27-14	ZARAGOZA	383 27-15
CUATERNARIO	HOLOCENO	31,-Limos y arenas con cantos redondeados de llanura de inundación	29,-Conglomerados, gravas y arenas de conos aluviales.	19,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Llanura de inundación.	20,-Limos , arenas y gravas. Dep, de fondo de valle y aluvial actual.	22,- Cantos, limos, arenas y gravas. Glacis.	23,-Cantos, gravas, bloques, limos y arcillas. Depositos coluviales.	21,-Cantos, limos yesíferos y arcillas. Fondos de valleplanos y cuaternario indeferenciado.	
		28,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza	--	17,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza	--				
	PLEISTOCENO	SUP	25,-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.	15,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.	12,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.	13,- Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.	16,-Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.	16,-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis.	
		MED	22,-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.						19,-Limos, lutitas y cantos de glacis.
INF	--	--	--	--	--	--	--		
TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO	ARAGONIENSE	--	9,-Yesos blancos nodulares alabastrinos.	1,-Yesos tabulares y nodulares de aspecto masivo, con r			

Tabla 3.- Correlación de las diferentes leyendas de las hojas MAGNA agrupada por tramos

2.4 HIDROGEOLOGÍA

El ámbito de estudio hidrogeológico abarca en su mayor extensión la cuenca del río Ebro en concreto el dominio hidrogeológico de la **Depresión del Ebro (Aluvial del Ebro: Tudela – Gelsa)**, así como la parte final del dominio oriental del **Lodosa – Tudela**.

Según la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), los acuíferos de la zona se agrupan bajo la denominación, **“Aluvial del Ebro y sus afluentes”**, motivo por el cual, a partir de este momento, no se van a hacer distinciones entre ambos dominios hidrogeológicos, sino que se va a trabajar con ambos de forma conjunta.

Los cursos de agua principales en el ámbito de estudio son:

- Río Ebro: Discurre paralelo a la línea de ferrocarril en servicio en el tramo Zaragoza–Castejón (río de primer orden según la clasificación de la CHE).
- Río Jalón: Transita paralelo a la línea de ferrocarril en servicio en el tramo Plasencia de Jalón de Ebro–Triángulo de Grisén (cercano a los municipios de Plasencia de Jalón, Bardallur, Pleitas, Bárboles, Grisén y Alagón, dirigiéndose hacia Torres de Berrellén, donde termina desembocando en el Ebro). Se trata de un río de segundo orden según la clasificación de la CHE.
- Río Huecha, desemboca en la margen derecha del río Ebro, en la localidad aragonesa de Novillas, atravesando terrenos de Mallén y Cortes.
- Río Queiles, recorre los municipios de Cascante y Tudela, donde desemboca en el Ebro (por su margen derecha).

Características Hidrogeológicas.

Los límites de la masa a estudio, están definidos por la propia extensión del aluvial del Ebro entre la localidad de Castejón (río Alhama) y el río Jalón; con los aluviales de sus afluentes: el Queiles y Huecha.



Figura 2.- Principales cursos de agua. –Aluvial del Ebro: Castejón– Zaragoza

Se recuerda que, desde un punto de vista geológico, el conjunto aluvial constituye una secuencia vertical compuesta terrazas altas del Pleistoceno, fondos de vaguada y terrazas bajas del Holoceno. Entre estas dos edades existen glaciares que intersectan ambos niveles. Como basamento se encuentran las formaciones terciarias bien sean terrígenas o evaporíticas.

Litológicamente esta serie está constituida por gravas y arenas gruesas sin consolidar, en la base, que pasan a limos y arcillas en la parte superior. Sin embargo, a pesar de esa sencillez de partida, la compleja y diversa dinámica de los ríos de la zona provoca muy frecuentes cambios laterales de facies y la existencia de paleocauces y meandros abandonados, rellenos de sedimentos más finos y barras de acreción lateral, que dan lugar a una considerable heterogeneidad litológica en la distribución de los materiales.

Esta heterogeneidad, genera que las características hidrodinámicas del acuífero presenten una distribución espacial sumamente irregular. En general, los valores de T disminuyen hacia los bordes de la terraza baja y media debido a la mayor frecuencia de fracciones finas y/o a la disminución del espesor saturado de acuífero, mientras que los máximos corresponden a la parte central del acuífero. Esta afirmación se corrobora, en el siguiente mapa de permeabilidades, donde la parte central (cauce río Ebro) posee mayor permeabilidad que los flancos. Los trazados ferroviarios planteados en este estudio, discurren por el margen derecho del río Ebro, en terrenos con permeabilidades de altas a muy bajas.



Figura 3.- Mapa de permeabilidades.-Aluvial del Ebro: Castejón- Zaragoza. Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.

Otra característica importante para la recarga de los acuíferos es la infiltración que se produce en las distintas zonas. Partiendo de una serie de precipitación diaria para el intervalo 1970/71-2002/03 y del número de curva promedio obtenido, se obtiene una serie diaria de infiltración y de escorrentía. El resultado es un mapa de infiltración expresado en mm/año con celdas de 350 m. Este mapa ha sido editado por parte de la CHE, en su página Web. A continuación se

presenta un extracto de la planta, en la zona de estudio, en el que se puede apreciar como esta posee unos valores de infiltración de muy bajos a lo largo de los trazados proyectados.

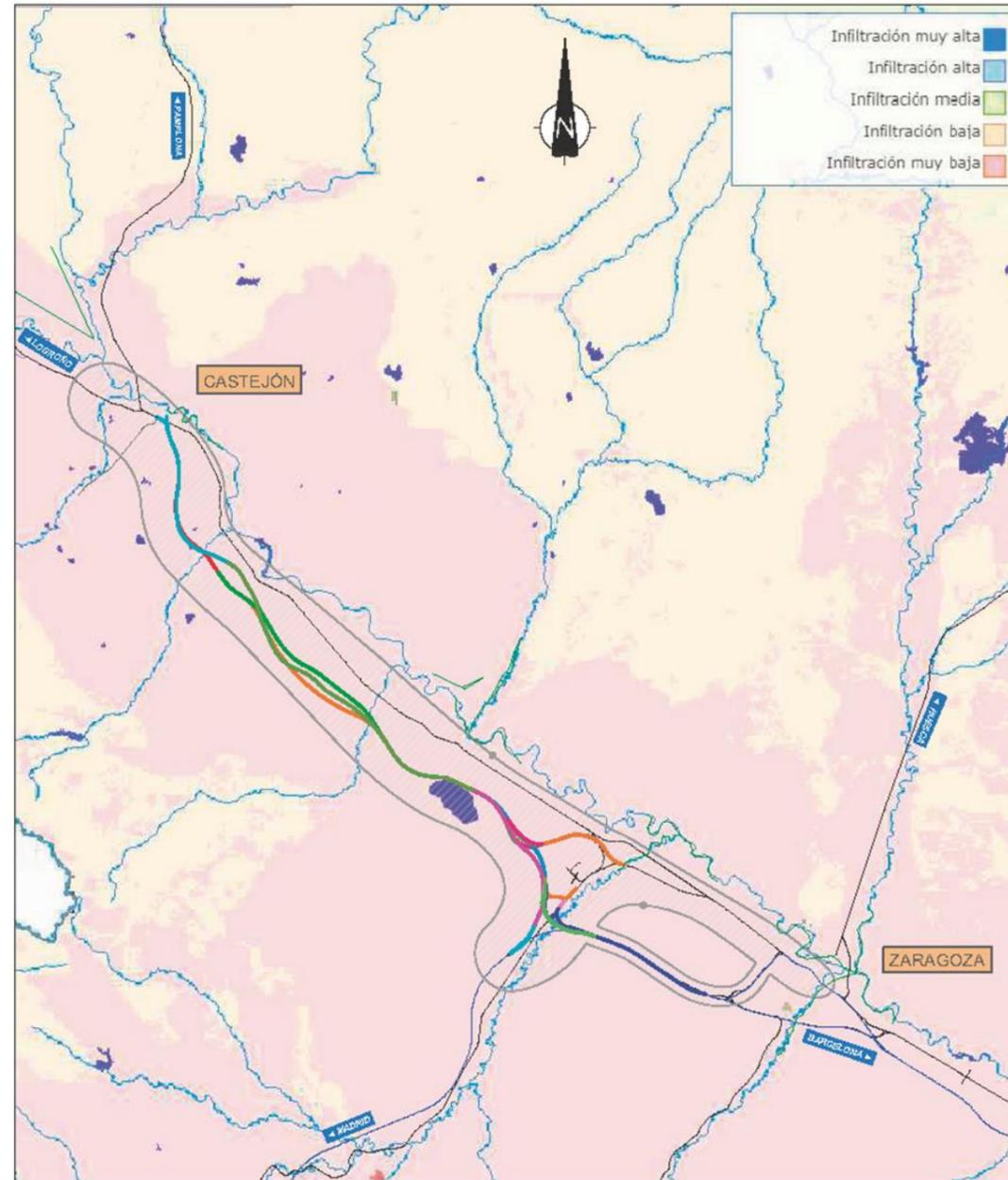


Figura 4.- Mapa de infiltración.-Aluvial del Ebro: Castejón- Zaragoza. Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.

Para conocer la cota absoluta de los acuíferos, atravesados por las diferentes alternativas, se han empleado los datos del Inventario de Puntos de Agua (IPA). Estos piezómetros pertenecen a los nuevos piezómetros de la Red Oficial que han sido instalados con medidores en el marco del Sistema Automático de Información Hidrológica pertenecientes a las obras contempladas en el proyecto "Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro".

Los resultados de niveles piezométricos y caudales, en los puntos de la Red Oficial de Control del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea, son accesibles a través de la página web de la CHE. Aunque seguidamente, se muestra una tabla con los datos más relevantes de estos piezómetros. En las seis primeras columnas se encuentran los datos de los piezómetros en sentido estricto, mientras que, en la penúltima, se han insertado cotas de los trazados proyectados. En la última de las columnas se encuentra la diferencia de cota que existe entre el trazado y la cota del nivel freático. La representación en planta de los piezómetros con respecto a los trazados, se muestra en la planta nº 5.4 de este anejo.

DATOS HIDROGEOLOGICOS						DATOS DE TRAZADO	
COD. IDENTIF.	TOPONIMIA	COD.IPA.	UD. HIDROGEOLOGICA	NIVEL		Z Cota rasante próxima (msnm)	Diferencia de cota rasante-NF
				Máx	Mín		
09.405.03	Rincón de Soto	251150036	405	278.8	279.8	--	--
09.405.004	Tudela	251240009	405	255.5	256.7	334,6	78,52
09.406.02	Casa Canaleta SGOP	261440045	406	237.5	239.8	277,9	38,10
09.406.106	Cortes MARM	261320050	406	242.7	243.5	287,5	44,40
09.406.03	Cana IP.K.67.8	271460075	406	223.6	221.4	293,3	70,80

Tabla 4.- Niveles freáticos de los piezómetros de la red IPA.

A la vista de los datos presentados se puede concluir, que:

En general los terrenos atravesados no presentan singularidades reseñables desde el punto de vista hidrogeológico, más allá de lo heterogéneo que supone atravesar un territorio de tal extensión.

Como se puede apreciar en las diferentes plantas que se presentarán más adelante, los trazados planteados discurren lejos de los acuíferos, oscilando, además, las diferencias de cota de la rasante con respecto a los niveles freáticos entre 38 y 78 m, por encima del nivel piezométrico.

La unidad hidrogeológica principal de la zona de estudio está constituida por Aluvial del Ebro y sus afluentes. Esta, está formada por los depósitos aluviales de los ríos Ebro, Alhama, Queiles, Huecha y Jalón que constituyen la terraza inferior y media de los mismos, muchas veces conectadas y a veces, separadas por los rellenos de valle y algunos glaciares.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las terrazas bajas y la llanura aluvial del río Ebro y sus diferentes afluentes, conforman acuíferos con una permeabilidad alta que puede verse disminuida, en función del grado de cementación y finos que presente. El drenaje es favorable debido a fenómenos de percolación y a la escorrentía existente.

La porosidad suele ser de tipo intergranular, tratándose de acuíferos libres y heterogéneos con el agua situada, entre los 0,9 m, cerca de los cauces y los 17.5 m. en el resto de los tramos.

En las siguientes fotografías se muestran una serie de graveras, en diferentes tramos, donde a pesar de estar poco cementado el material y poseer varios metros de profundidad, no existe agua en el fondo.



Figura 5.- Gravera P.K. 315+000



Figura 6.- Gravera P.K. 205+500



Figura 8.- Gravera P.K. 110+500



Figura 7.- Gravera P.K. 116+000



Figura 9.- Gravera P.K. 108+000

El espesor de los acuíferos es muy variable, oscilando entre unos pocos metros y los casi 50 m en la confluencia del Ebro. La anchura de estos terrenos permeables oscila en los ríos principales entre 2 y 6 Km, pudiendo llegar a los 8 Km cuando las terrazas están conectadas.

Por el contrario, las terrazas altas y medias, al estar bastante cementadas y en algunos casos presentar una costra calcárea, resultan de semi a impermeables. A esto se añade la posición elevada de estos depósitos con respecto a los cauces principales, por lo que suelen constituir acuíferos de poca entidad.

La permeabilidad de estas facies varía en función del contenido de finos principalmente. El drenaje superficial es favorable debido a fenómenos de escorrentía e infiltración, mientras que el subterráneo se ve obstaculizado por la naturaleza arcillosa de la formación.

Por último, los depósitos evaporíticos terciarios, que se localizan cerca de la ciudad de Zaragoza, son impermeables en general (Ver siguiente fotografía), pudiendo aumentar la permeabilidad en zonas donde aparezcan limos.



Figura 10.- Vegetación típica de humedal P.K. 4+000; T4; Alternativa 2 Oeste (Viajeros + Mercancías).

Estas formaciones pueden presentar zonas karstificadas, pudiéndose generar fenómenos de colapsabilidad y asentamientos. Desde el punto de vista hidrogeológico, en los posibles fondos de vaguada, los niveles freáticos se encontrarán cercanos a la superficie y las aguas subterráneas podrían tener un alto contenido en sulfatos, procedentes del lavado de los macizos evaporíticos, que las hagan agresivas. No obstante, las técnicas constructivas y tratamientos del terreno actuales permiten considerar que este tipo de formaciones puedan ser atravesadas con medidas especiales para el diseño de este tipo de infraestructuras.

Con esta disposición en el espacio y esta diferencia de permeabilidades, la circulación del agua subterránea es de tipo convergente desde los bordes del aluvial (Depósitos terciarios y terrazas altas) hacia el cauce de los ríos, con sentido general NO-SE.

La recarga de estos acuíferos se realiza por tres vías:

1. Infiltración procedente de lluvia directa o zonas impermeables próximas.
2. Excedentes de riego
3. Inundaciones por desbordamiento de los ríos y almacenamiento de las riberas en épocas de fuertes crecidas.

En cambio la descarga se realiza por fuentes o por conexiones directas con el lecho del río.

Para detectar si los diferentes trazados proyectados intersectan estas zonas de descarga, se presentan los siguientes tres mapas elaborados por la CHE.

En ellos se aprecia como los trazados pasan lejos de las zonas de mantiales de primer orden (puntos de descarga identificados en un estudio realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en 1998. Información actualizada con la base de datos IPA de la Oficina de Planificación Hidrográfica del Ebro) así como, zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, abastecimiento de más de 50 habitantes.

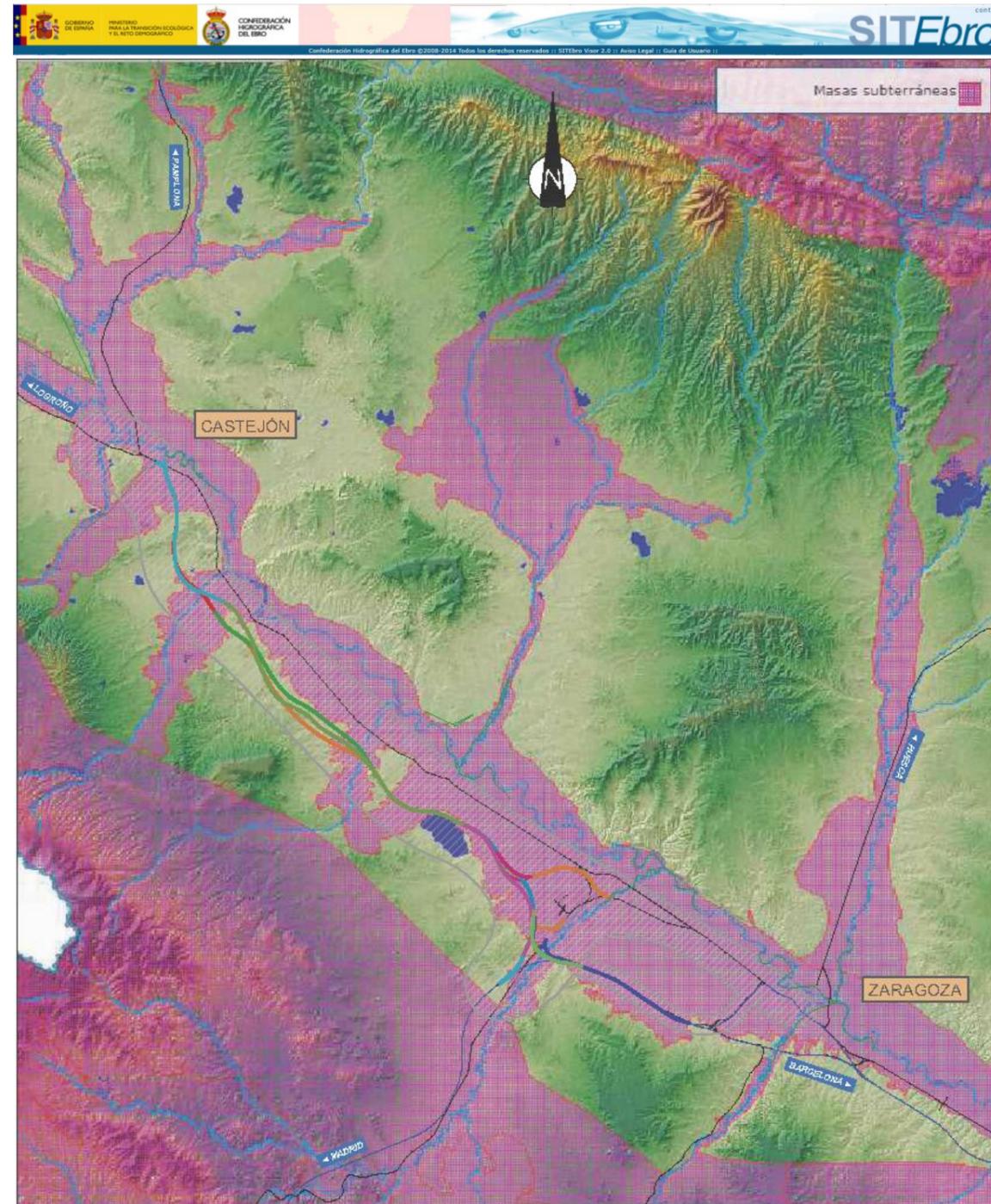


Figura 11.- Mapa masas de agua subterráneas de la cuenca del Ebro. Artículo 5. Directiva Marco del Agua. Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.

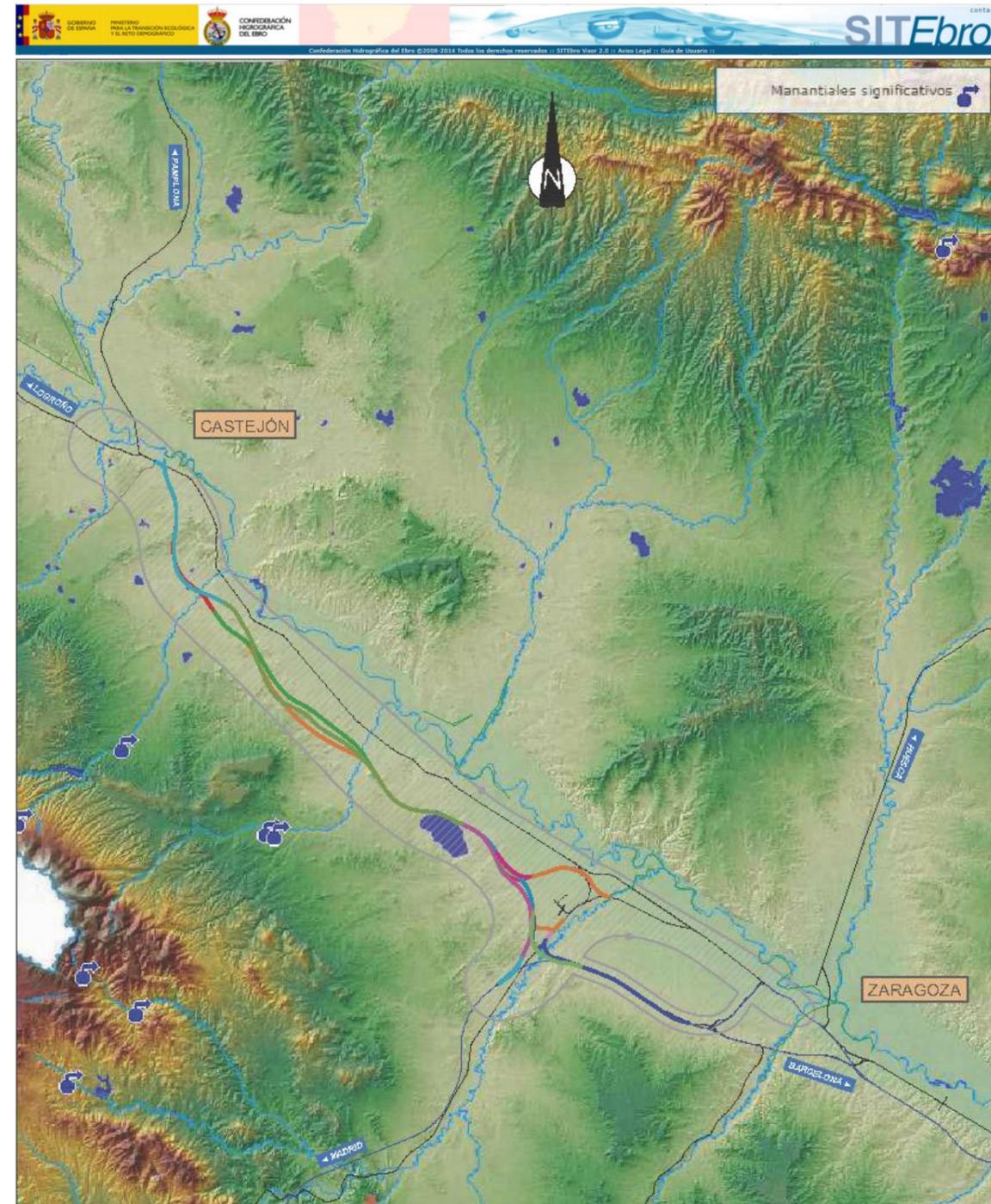


Figura 12.- Mapa de manantiales significativos por su cuantía en relación a su contexto hidrogeológico infiltración Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.

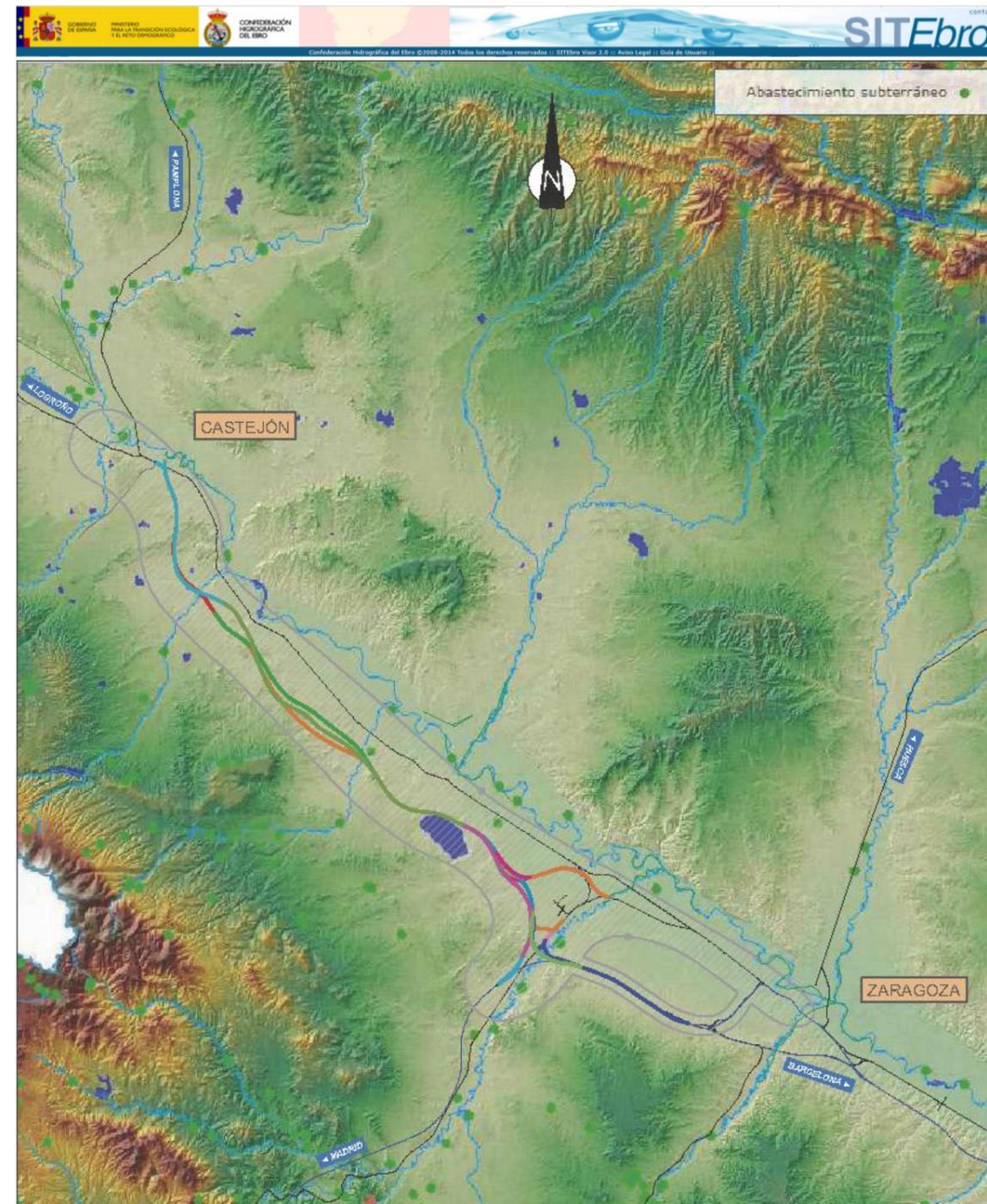


Figura 13.- Mapa captaciones de agua destinada al consumo humano (abastecimiento de más de 50 habitantes). Fuente: Confederación hidrográfica del Ebro.

2.5 TECTÓNICA

El Terciario Continental se presenta, en general, formando una serie sensiblemente horizontal, o monoclinal con buzamientos muy suaves, de 2º a 3º grados hacia el eje del Ebro.

Pese a la escasa deformación de las formaciones, pueden aparecer algunos fenómenos, no tectónicos, que motivan la aparición de variaciones estructurales en los materiales. Son los siguientes:

- Deformaciones asociadas a los procesos de disolución y karstificación en yesos, que pueden producir incluso el colapso de las capas supra yacentes. Estos procesos pueden estar funcionando en la actualidad y también ser antiguos y estar fosilizados por sedimentos más tardíos.
- Deformaciones asociadas al cambio de fases anhidrita-yeso y al paso de glauberita a yeso y a mirabilita, que producen distorsiones a nivel local en los estratos sedimentarios evaporíticos, al incrementarse notablemente el volumen por hidratación.

2.6 GEOMORFOLOGÍA

La parte central de la Cuenca del Ebro se caracteriza por la presencia de materiales detríticos y minoritariamente carbonatados de edad Miocena, dispuesto de una forma tabular, con una leve inclinación.

La morfología de la región está influenciada por la erosión laminar, la acción fluvial y los procesos de disolución interna. Estos procesos son activos en la actualidad y dan lugar a escarpes desarrollados, meandros abandonados, cubetas de disolución en yesos (dolinias), etc.

En el ámbito de estudio se distinguen las siguientes formas de modelado:

- Laderas.
- Formas fluviales.
- Formas poligénicas.
- Formas kársticas.

2.7 ESTRATIGRAFÍA

El ámbito está afectado por las siguientes unidades miocenas:

- **Formación Tudela.** Es una serie arcillosa y calcárea, con un predominio de las arcillas, que siempre son calcáreas, de color pardo-amarillento, rojo y blanquecino en bandas, con algún miembro evaporítico.
- **Formación Alfaro.** Lateralmente cambia de facies hacia el Este con la Formación Tudela, ya descrita, y hacia el Suroeste con la Unidad de Cascante (no afectada por el ámbito de estudio). Esta unidad está formada fundamentalmente por arcillas, limos rojos y areniscas poco cementadas. Las areniscas de esta unidad se caracterizan por tener una menor proporción de material calcáreo y una fracción importante de yeso (hasta el 55%). Son areniscas muy friables y se deshacen fácilmente con un golpe de martillo.
- **Formación Monte La Sora-Palleruelo.** Esta unidad geológica presenta tres miembros, que enlazan entre sí mediante cambios laterales y verticales de facies.
 - Facies de lutitas y lutitas carbonatadas rojas.
 - Facies de Yesos tabulares con capas y láminas de dolomicritas intercaladas.
 - Facies de Dolomías con niveles de yeso y lutitas rojas
- **Formación Montes de Castejón** Esta unidad geológica presenta cinco miembros, que enlazan entre sí mediante cambios laterales y verticales de facies.
 - Facies de conglomerados, areniscas y lutitas rojas.
 - Facies de margas pardas.
 - Facies de alternancia de calizas y margas.
 - Facies de yesos con intercalaciones de limos y calizas.
 - Facies de calizas de gasterópodos.

- **Formación Bujaraloz-Sariñena.** Se han realizado dos series en estos sedimentos en los cuales pueden definirse las siguientes litofacies:
 - Margas y/o lutitas, verdes a grisáceas, en capas milimétricas o como inter-estratos de capas de yeso.
 - Dolomicritas, blanco grisáceas, en capas centi a decimétricas, con laminación paralela, moldes de sales y escasa bioturbación. Se intercalan láminas de terrígenos de tamaño limo-arena fina.
 - Yesos de colores variables, del gris verdoso al blanco, masivos, con cristales en empalizada en los tramos de base y con estructuras alternantes, masiva, aturronada y nodulosa alabastrina hacia techo.

Sobre estas formaciones miocenas, se han desarrollado extensamente las formaciones superficiales cuaternarias (pleistocenas y holocenas), que están representadas en el tramo por las siguientes

- **Terrazas medias.** Formadas por gravas y bolos redondeados, predominantemente silíceos, envueltos en una matriz ligeramente cementante de arena mayormente silícea y menormente carbonatada.
- **Terrazas altas.** Topográficamente superior a la anterior, está formada por arenas, arenas arcillosas, gravas y bolos.
- **Depósitos aluviales.** Están formados por arenas, arcillas y gravas, con potencias del orden de 4 m.
- **Depósitos de ladera tipo glacis.** La suave ladera que enlaza los relieves miocenos con el nivel de terraza superior del río Ebro, está tapizada por un manto de 1-2 m de espesor de arenas y gravas, resultantes de la denudación del citado relieve.

2.8 SISMICIDAD

El ámbito estudiado se encuentra en el dominio de la Península Ibérica en el que la aceleración sísmica horizontal básica (a_b) es menor de 0,04 veces la aceleración de la gravedad ($a_b < 0,04g$). Según las Normas de Construcción Sismorresistente (Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación NCSE-02 y Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes NCSP-07)), cuando se cumple esta condición no resulta necesaria la consideración de las acciones sísmicas en los cálculos de estructuras.

En la siguiente figura se observa la situación del ámbito estudiado en el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Península Ibérica.

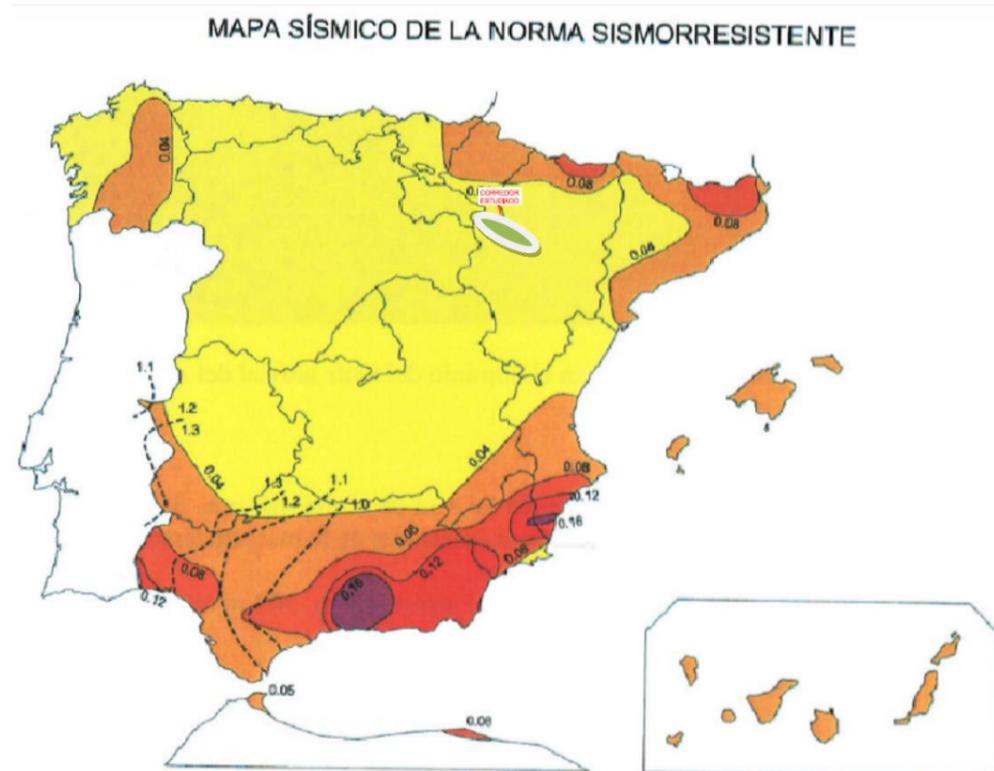


Figura 14.- Mapa Sísmico de España

2.9 OROGRAFÍA

La zona de estudio se encuadra dentro de la Depresión Terciaria del río Ebro. Dicho accidente se caracteriza por presentar en su zona central una amplia zona de inclinación subhorizontal, correspondiente al valle del río Ebro. Las zonas colindantes, presentan una orografía suave, alomada, característica de formaciones geológicas terciarias.

Los corredores que discurren al lado del ferrocarril existente, discurren por una zona claramente plana, marcada por la vega del Ebro, mientras que los corredores que se diseñan más al sur, tienen una orografía algo más ondulada con mayores afecciones al trazado.

2.10 EDAFOLOGÍA

El suelo constituye el substrato comprendido entre la superficie terrestre y el material geológico (roca). Se subdivide en horizontes y posee características físicas, químicas y biológicas particulares.

Las obras de infraestructura como la que nos ocupa, conllevan la ocupación de una superficie edáfica, a lo que hay que añadir las pérdidas debidas a otras actuaciones tales como taludes, obras adicionales (canteras y graveras) y la compactación del suelo como consecuencia de movimientos de maquinaria pesada. Por otro lado, las características edáficas marcarán un importante condicionante para el diseño de los tratamientos de revegetación a definir. Por todo esto, el estudio del suelo es uno de los factores determinantes para el establecimiento de las medidas correctoras adecuadas.

En el ámbito de estudio, se identifican distintas tipologías básicas de suelo:

- ❖ **Suelos aluviales:** representan gran parte del territorio de estudio, distribuidos a lo largo del eje del río Ebro. Son suelos poco evolucionados originados por depósitos aluviales, normalmente alterados por el uso agrícola. Su productividad agrícola es variable en función de su composición.
- ❖ **Suelos pardo-rojizos con costra sobre terrazas medias:** representados en las terrazas medias del Ebro. Poco evolucionados. Muy abundantes en la zona de estudio con desarrollo de actividades agrícolas.
- ❖ **Suelos poco evolucionados sobre sedimentos de margas yesíferas (xerorrendzinas):** localizados en las vertientes o cuestas de los páramos (entorno de Plasencia de Jalón y Pedrola). Presentan una erosión muy considerable y un régimen hídrico árido, que marca su principal condicionante para su productividad. Suelen constituir eriales muy pobres.
- ❖ **Suelos pardo-calizos sobre calizas:** se desarrollan en pendientes más elevadas. Poco evolucionados. Potencialidad agrícola variable.
- ❖ **Suelos poco evolucionados sobre sedimentos margosos:** aparecen a lo largo del eje de los cauces principales y barrancos afluentes del Ebro por ambas márgenes.

En general, los horizontes superiores del suelo permanecen secos durante algún periodo del año, al coincidir en un ambiente xérico el periodo de temperaturas más altas con el de menor pluviometría. La mayoría de los suelos y casi la totalidad de los cultivados, se han formado sobre materiales terciarios, principalmente margas, conglomerados y areniscas del Mioceno y Oligoceno. Este material salino, originario de facies marina y de muy lenta permeabilidad, ha

dado lugar a unos suelos muy poco evolucionados, con mala estructura y con muy deficiente drenaje interno, a excepción de los aluviones recientes. Estas condiciones favorecen los secanos y presentan problemas en los regadíos.

En lo referente a los suelos de gran capacidad agrológica, destacan aquellos presentes en las terrazas del Ebro y del Jalón, antiguos llanos de inundación. Se trata de suelos aluviales fértiles y constituyen un importante asiento para los cultivos de regadío.

En el ámbito de estudio se definen los siguientes tipos de suelos (USDA Soil Taxonomy y FAO):

- **Suelos de régimen de humedad xérico de los grupos de entisols e inceptisols.** Dominantes en el valle principal del Ebro.

Los primeros son suelos de perfil A/C, que corresponden a posiciones fisiográficas de ladera bastante erosionadas, dominando el suborden Xerorthents debido a las condiciones climáticas y geológicas.

Los inceptisols presentan un mayor grado de evolución al aparecer el horizonte B de textura algo más pesada, y son mejores tierras de cultivo, encontrándose en las llanuras y vallonadas; el suborden predominante es el de los Xerochrepts.

Por último, sobre los aluviones de los ríos, se asientan suelos francos, profundos, sin ningún desarrollo de horizontes, tan sólo del horizonte Ap correspondiente a los Xerofluvents.

- **Suelos someros sobre material deleznable se corresponde con el tipo Xerorthent típico (FAO: Regosoles);** la información de la CA de Navarra los identifica como "Unidad Suelos someros". Se trata de suelos desarrollados sobre materiales blandos, arcillas y margas, que ofrecen únicamente un horizonte ócrico, con poco espesor, contenido escaso en materia orgánica y alto en carbonatos. Dada la fácil erosionabilidad de los tipos de roca mencionados, aparecen siempre que la pendiente es algo fuerte.
- **Suelos tipo Xerochrept calcixerollico (FAO: Cambisol calcio);** "Unidad Aibar" según información de Navarra. Se sitúan en terrazas y zonas de glacis, con limos, arcillas, areniscas y margas terciarias. El uso principal en las zonas es el cultivo de cereal, y en otras zonas con suelos poco profundos o pedregosos el erial con Thymus y Genista. Las limitaciones que presenta este suelo son un fuerte déficit hídrico y un contenido muy alto en carbonato cálcico.
- **Suelo tipo Xerochrept calcixerollico (FAO: Cambisol calcio);** "Unidad El Plano" en Navarra. Suelo limoso grueso, mezclado y méxico. Se desarrolla sobre las terrazas más altas, formadas por un conglomerado de cantos, normalmente de gran espesor cementados en el techo. Sobre el depósito de cantos existe una capa,

de espesor variable de limos en los que se ha desarrollado el suelo. Siempre cultivado, con cereal de secano y pequeñas áreas ocupadas por matorral. Las principales limitaciones son: la falta de profundidad, lo que supone un límite para el desarrollo de las plantas, y la escasa capacidad de reserva de agua.

- **Suelos tipo Camborthid xerollico (FAO: Xerosol háplico),** "Unidad Cadreita" (Navarra). Suelo franco fino, carbonatado y méxico. Corresponden a la tercera o cuarta terraza del río Ebro. Normalmente se trata de una capa de material fino, de profundidad variable, sobre un depósito de cantos de varios metros de espesor. Siempre cultivado, normalmente con cereal, viña u olivar en secano. En las terrazas bajas si existe regadío, conformado como cultivos de huerta. Las limitaciones si no existe regadío, son el fuerte déficit hídrico y abundante carbonato cálcico.
- **Suelo tipo Xerofluent típico (FAO: Fluvisol calcárico),** "Unidad Otazu" (Navarra). Suelo franco fino, mezclado (calizo), méxico. Únicamente se desarrolla sobre los niveles más modernos de terrazas o cauces aluviales actuales, con superficies prácticamente horizontales. Normalmente ha sido cultivado de forma que apenas quedan zonas de vegetación natural. Las principales limitaciones son la pedregosidad y la hidromorfia en áreas deprimidas.
- **Suelos tipo Camborthid xerollico (FAO: Xerosol háplico),** "Unidad Tudela" (Navarra). La morfología de los perfiles, las características físicas y químicas son idénticas a los suelos tipo Xerochrept calcixerollico. Se diferencian según la altitud: a más de 400 m se desarrollan los Xerochrept calcixerollico, y en altitud inferior los suelos Camborthid xerollico y por el régimen hídrico.
- **Suelos pardo aluviales (FAO: Cambisol eútrico).** Suelos poco evolucionados de perfil ABC originados por depósitos de origen aluvial, compuestos por materiales detríticos normalmente no consolidados y acumulados por la disminución de la fuerza de arrastre de las corrientes fluviales. El horizonte A, ócrico, presenta un desarrollo escaso y se caracteriza por tener color claro y poco espesor. Con frecuencia se encuentra alterado por laboreo y parcialmente mezclado con el horizonte B. Su productividad agrícola es muy variable y depende de su composición granulométrica y mineralógica. Textualmente podrían considerarse como arenoso – limoso.

3 RIESGOS GEOLÓGICOS

Los riesgos que potencialmente pueden aparecer en las diferentes alternativas planteadas están inexorablemente asociados a las litologías atravesadas. Básicamente son tres los principales problemas geotécnicos que pueden afectar a las alternativas propuestas y están ligados a los siguientes fenómenos:

1. Avenidas e inundaciones. Las zonas inundables quedan definidas por los terrenos del aluvial y la terraza baja del río Ebro y de sus afluentes. Estos riesgos son estudiados profusamente en el anejo de hidrología, motivo por el cual no se desarrollará más en este anejo de Geología y Geotecnia.
2. Erosión diferencial del sustrato terciario. Este fenómeno se manifiesta por la intercalación de estratos más cementados (yesos, areniscas o conglomerados) dentro de las capas de margas o lutitas en zonas escarpadas o cantiles formados por la erosión fluvial. Los bordes de estos frentes suelen tener bloques desprendidos o en posición potencialmente inestable.



Figura 15.- Erosión diferencial entre margas y conglomerados en el P.K. 312+000

3. Fenómenos de hundimiento del terreno por dolinas. Estas inestabilidades, originadas por disolución del sustrato yesífero es frecuente en el entorno de Zaragoza. Para que se genere el proceso, no es indispensable que los yesos estén aflorando en superficie, ya que la presencia de terrazas fluviales, tapizando los yesos, puede generar la fluctuación del nivel freático y por consiguiente periodos de humectación desecación que favorece la disolución y transporte de las sales. Otras zonas de aportes irregulares de agua son zonas de riegos intensos o en el entorno de los canales de riego con pérdidas de agua. Por otro lado, aunque no lleguen a formarse oquedades subterráneas, la movilización de material produce siempre una subsidencia lenta del suelo que puede prolongarse a lo largo de amplios periodos de tiempo.



Figura 16.- Terraza aluvial, en zona de riego, sobre yesos, en P.K. 1+400 (T4 alternativa 2 Oeste).

En relación con los riesgos geológicos que pudieran afectar al entorno de los trazados de las alternativas, hay que señalar los siguientes:

3.1 RIESGOS GEOMORFOLÓGICOS.

- Karstificación en yesos. La presencia de formaciones evaporíticas, especialmente en la mitad oriental del T-1 y en todo el T-4, provoca la posible existencia de fenómenos kársticos desarrollados por la disolución de los yesos. Los posibles elementos kársticos en yesos que se pueden encontrar en el corredor son los siguientes:
 - Presencia de dolinas. Se producen por la disolución local de las rocas evaporíticas, en zonas de confluencia de fracturas o en depresiones estructurales. Pueden tener formas redondeadas u

ovaladas, con continuidad en una sima hueca o estar colmatada por un relleno arcillo-limoso, con restos de bloques yesíferos hundidos. Pueden encontrarse tanto en las zonas de afloramientos de yesos como estar recubiertas por las terrazas aluviales o los glacis. Su respuesta topográfica es la de depresiones endorreicas muy suaves en las que se acumulan las aguas de precipitación, regenerándose el proceso.



Figura 17.- Cuenca endorreica con signos de acumulación de agua P.K. 2+200 (T4 alternativa 2 Oeste).

- Subsidiencias en el terreno. Son respuesta del hundimiento que se puede producir en dolinas huecas, o rellenas por suelos arcillosos blandos, ante presiones verticales inducidas por los rellenos.



Figura 18.- Subsistencia con yesos aflorantes en P.K. 4+000 (T4 alternativa 2 Oeste).

- Deslizamientos de laderas. Las formaciones lutíticas son características de la mitad occidental del corredor estudiado (T-3 y T-2) Sin embargo, como presentan abundantes intercalaciones de areniscas, limolitas, y calizas que les sirven de armadura, así como una estructura geológica favorable, hace disminuir el riesgo de

generación de deslizamientos de ladera de importancia. Únicamente se pueden producir pequeños deslizamientos locales del material superficial alterado en los frentes lutíticos de mayor pendiente.



Figura 19.- Pequeño deslizamiento en calizas blancuecinas sobre arcillas calcáreas y limos pardo rojizos sobre el P.K: 222+000,

- Desprendimientos de bloques. Son característicos de los macizos evaporíticos y estratos cementados de areniscas y conglomerados, cuando existen escarpados cantiles formados por la erosión fluvial. Los bordes de estos frentes suelen tener "torreones" desprendidos del macizo rocoso y en posición potencialmente inestable.



Figura 20.- P.K. 232+600 Alternativa 2.S.3

- Acarcavamientos. Están producidos por una fuerte incisión lineal en los suelos arcillosos más blandos en las zonas de mayores pendientes. El producto residual de esta erosión de arroyada son las frecuentes y extensas acumulaciones de glacia que presenta el sector.



Figura 21.- Acarcavamientos en el terciario terrígeno

3.2 RIESGOS LITOLÓGICOS.

- El primer factor a tener en cuenta es la presencia de los materiales salinos, que bien en forma masiva, en intercalaciones de algunas facies lutítico-limolíticas o como cemento en ciertas formaciones superficiales, provocan que el contenido de sulfatos de los suelos sea elevado y, por lo tanto, su agresividad.
- Las intercalaciones arcillosas que normalmente presentan las formaciones evaporíticas suelen contener minerales expansivos, que pueden presentar una gran actividad, en presencia de fenómenos de hidratación, que provoquen la deformación de rellenos y obras de fábrica.
- Los suelos de alteración superficial de las formaciones miocenas y de las superficies de glacia serán generalmente suelos flojos que, aunque pueden mantener una cierta consistencia debido a partículas ligeramente cementantes, precipitadas por el clima seco de la zona, pueden ser colapsables ante cambios de humedad.
- Los sedimentos de fondos de vaguada, aquellos formados por materiales finos (limos y arcillas), junto a la presencia de niveles freáticos altos pueden dar lugar a la aparición de suelos blandos compresibles que puedan dar lugar a deformaciones importantes en los apoyos de rellenos y obras de fábrica.

3.3 RIESGOS HIDROGEOLÓGICOS.

- Las unidades litológicas miocenas no constituyen acuíferos; únicamente pueden presentar algún flujo subterráneo, a favor de intercalaciones más permeables dentro del seno limo-arcilloso, que podrían aparecer en los taludes procedentes de las filtraciones superficiales, después de un periodo de grandes precipitaciones. Los sedimentos cuaternarios de glacia, abanicos aluviales y especialmente los fondos de vaguada, por encontrarse en las zonas deprimidas, pueden presentar niveles freáticos altos y encharcamientos estacionales, que pueden influir en el reblandecimiento de algunos niveles limosos. También pueden existir zonas con suaves pendientes y esorrentía deficiente, especialmente en las formaciones de glacia, que pueden ser encharcadas durante la época de precipitaciones.
- El acuífero bien desarrollado corresponde a las terrazas más bajas del Río Ebro y a su llanura de inundación y está conectado hidráulicamente con él. Se asocian a este acuífero los aluviales de los ríos subsidiarios, estando los niveles freáticos asociados al nivel del río. Al estar formado por materiales granulares tiene una permeabilidad y transmisividad altas, por lo que es fácilmente contaminable, pero sus niveles se encuentran a una profundidad suficiente para no ser afectados por las obras. Sin embargo, existe una gran abundancia de captaciones (pozos y sondeos) que explotan estas aguas subterráneas para el regadío de los campos.

Teniendo en cuenta, que en estas zonas se pasa en sección terraplén o pequeños desmontes las captaciones tampoco se verán afectadas por de las alternativas consideradas.

- La mineralización de las aguas subterráneas varía de alta a muy alta. Son sulfatadas-bicarbonatadas cálcicas a cálcicas-magnésicas, con aumentos en el contenido en cloro y sodio en el Río Jalón. La agresividad de las aguas atravesadas estará en función del contenido en sulfatos, pero hay que considerar la posibilidad de que se trate de aguas agresivas.

3.4 RIESGOS GEOTÉCNICOS

Como riesgos geotécnicos hay que señalar los siguientes:

- Posibilidad de aparición de suelos blandos compresibles a favor de niveles freáticos altos, en las zonas de fondo de vaguada
- Posibilidad de aparición de suelos colapsables en los depósitos de glaciares más recientes y de naturaleza limo-arcillosa.
- Posible caída de bloques conglomeráticos, areniscosos o calcáreos, que queden descalzados en las coronaciones de los taludes.
- Regueros de erosión en la superficie limo-arcillosa y arenosa de los taludes, que pueden producir aterramientos de cunetas.
- Pequeñas conchas de material superficial alterado, deslizadas del talud.

3.5 RIESGOS ANTROPOGENICOS

En el área próxima a Zaragoza se ha cartografiado una zona constituida por rellenos de origen antrópico. En ella, se han distinguido dos tipos de rellenos antrópicos; rellenos compactados de obras públicas y vertidos sin compactar.

Los primeros habitualmente están ejecutados con materiales granulares, que en principio son reutilizables al menos como núcleo de terraplén. No obstante, debe ser tenido en consideración que existe la posibilidad de que algunos de

estos rellenos se presenten encapsulados en materiales impermeables con materiales en el núcleo de comportamiento geotécnico deficiente, este tipo de actuación es habitual en rellenos con materiales de comportamiento evolutivo en los alrededores de Zaragoza.

Los segundos son en su mayor parte desechos de obras y de movimientos de tierras, sin compactación alguna, con escasa calidad geotécnica. En el caso de ser afectados deberán ser sustituidos y llevados a vertedero.

3.6 CONCLUSIONES DE LOS RIESGOS GEOLOGICOS - GEOTÉCNICOS

De la lectura de los apartados anteriores se puede concluir, que las diferentes alternativas, como cualquier obra lineal, no están exentas de riesgos desde el punto de vista geotécnico, litológico, hidrogeológico y geomorfológico.

Cada uno de estos riesgos está asociado, en mayor o menor medida, a las diferentes litologías y orografías interceptadas. Se ha realizado un estudio geotécnico superponiendo estas litologías en los diferentes trazados propuestos y estudiando el tipo de riesgo a aplicar en cada sección del trazado. Adicionalmente se ha realizado un estudio fotogeológico para cada alternativa.

En la planta 5.3 de este Anejo, se presenta el mapa de riesgos, asociados a las distintas litologías a travesadas por las diferentes alternativas.

De estos análisis se puede ultimar que, en general, no existen grandes riesgos que inhabiliten a la mayoría de las alternativas, o lo que es lo mismo, que ninguno de los riesgos identificados es incompatible con el diseño de la infraestructura, previéndose, en su caso, las medidas geotécnicas precisas (inclinación de taludes, tipo de cimentación, tipología de hormigón, etc.) en cada caso, para asegurar la integridad de la infraestructura

Es de destacar el campo de dolinas que está cartografiado entre los PPKK 0+000 a 8+000 del T4 Alternativa 2 W (viajeros +mercancías) el cual penaliza desde el punto de vista geotécnico a esta alternativa viaria.

3.6.1 Campo de dolinas entre los PPKK 0+000 a 8+000 del T4 Alternativa 2 Oeste (viajeros +mercancías)

En la revisión de la cartografía de la zona, se ha detectado que, entre los términos municipales de Pedrola, Figueruelas, Cabañas de Ebro y Alagón existe un campo de dolinas.

Tal y como se muestra en la siguiente imagen, este campo de dolinas se intersecta con la alternativa nº 2 Oeste, perteneciente al tramo nº4, en una longitud de más de 8 kilómetros.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

-----	Contacto concordante	-----	Contacto concordante supuesto
-----	Contacto discordante	-----	Contacto mecánico
-----	Contacto entre unidades genético-sedimentarias	-----	Límite de terraza
-----	Falla conocida	-----	Falla supuesta
-----	Falla inversa	-----	Cubregimiento conocido
-----	Anticlinal supuesto	-----	Fotogeología
-----	Stratificación	-----	Cuina
-----	Manantiales o fuentes	-----	Pozo
-----	Sondos	-----	Otros sistemas de captación
-----	Estación pluviométrica	-----	Estación termoplúv.
-----	Indicador mineral	-----	

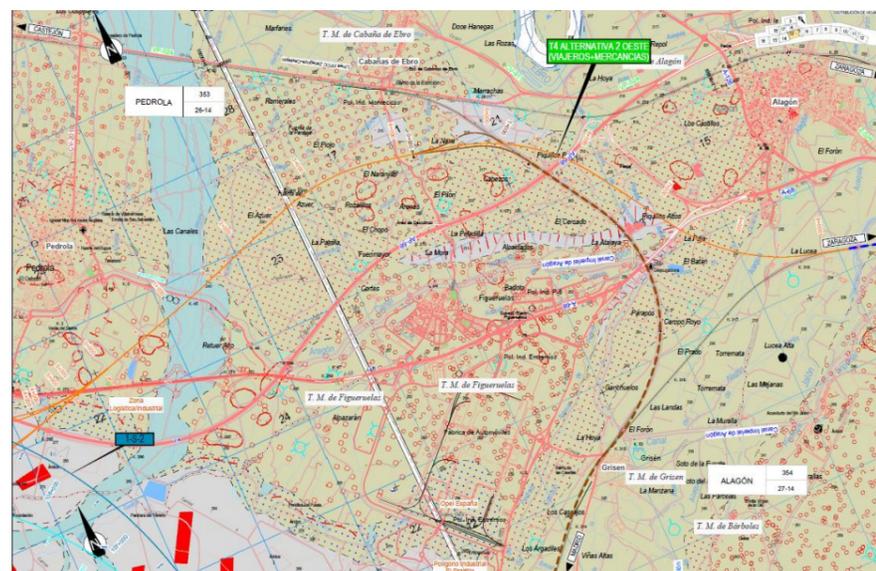


Figura 22.- Extracto hojas Geológicas IGME 353 – 354, Pedrola y Alagón respectivamente.

Las dolinas cartografiadas poseen centenas de metros, varios metros de profundidad y se distribuyen aleatoriamente sin seguir la dirección de una falla o un rumbo en concreto. Teniendo en cuenta que históricamente las dolinas se han rellenado para su aprovechamiento, es posible que existan más dolinas ocultas bajo vertidos antropogénicos. Históricamente, se ha dado el caso de tener que reparar incluso derribar edificios, debido a las patologías detectadas.

En cuanto a la tipología, estas son de colapso por hundimientos de los niveles de terraza que enmascaran los materiales evaporíticos infra yacentes.

En resumen y como conclusión, la Alternativa 2 Oeste (viajeros + mercancías) del tramo nº 4 queda penalizada por la presencia de un campo de dolinas que se desarrolla a lo largo de más de 8 kilómetros.

Las dolinas son de colapso inmediato, por lo que es difícil y costosa su identificación e investigación en profundidad.

La zona está flanqueada por un par de autopistas y la línea ferroviaria Zaragoza –Castejón, por lo que existen soluciones técnicas para atravesar por estas áreas, pero estas son onerosas y no garantizan al 100% que se puedan generar nuevos huecos en el terreno de apoyo, una vez construida la línea ferroviaria.

Las cimentaciones para estructuras y muros deberán de ser especiales y con hormigones sulfurosistentes.

Hay que tener en cuenta que los terraplenes, de esta alternativa, son elevados y que los límites, a tratar, de los bulbos de influencia de las cargas de los terraplenes, crece con la altura de los rellenos.

Así pues, desde el punto de vista geotécnico, se desaconseja la elección la Alternativa 2 Oeste del tramo 4, teniendo en cuenta que la otra alternativa, (Alternativa 1 Sur de viajeros) no se han cartografiado dolinas.

4 GEOTECNIA

4.1 INTRODUCCIÓN

Partiendo de la geología descrita hasta el momento, se ha realizado un análisis y síntesis desde el punto de vista geotécnico. Este estudio servirá para realizar una valoración geotécnica de las diferentes alternativas a estudio.

4.2 UNIDADES GEOTECNICAS

La caracterización geotécnica de las distintas clases y grupos de terrenos identificados se ha basado en la recopilación de datos provenientes de los estudios efectuados en la zona completada con las observaciones de campo.

Las litofacies se han agrupado entre sí, en función de las características geotécnicas similares, formando las siguientes unidades geotécnicas:

- Unidad G-1. Sustrato Terciario detrítico.
- Unidad G-2. Sustrato Terciario evaporítico.
- Unidad G-3. Depósitos de glacia y fondos de vaguada.
- Unidad G-4. Depósitos de terraza (medias y altas).

En las tablas adjuntas se resumen las características de estas unidades geotécnicas presentes. Para la realización de estas tablas se ha empleado como base las tablas geológicas mostradas en epígrafes anteriores.

TRAMO		T-1		T-2			T-3					
Hoja MAGNA		PEDROLA		353 26-14	TAUSTE	321 26-13	TARAZONA	302 25-13	TUDELA	282 25-11		
CUATERNARIO	HOLOCENO	33,-Limos, arenas y cantos de fondo de valle y cauces actuales. (G-3)		8.-Glacis : Gravas , arenas y limos. (G-4)	18,- Conos de deyección. (G-3)	16.-Glacis: Gravas, arenas y limos. (G-4)	19.-Terraza de inundación y terraza superior del Queiles fondo aluvial y glacis: Gravas, arenas , limos y arcillas.(G-3)	16.-Terraza 8 del Ebro+glacis+aluvial en la zona de afluentes: Gravas, arenas, limos y arcillas.(G-3)	15.-Glacis: Limos y arcillas con gravas sueltas.(G-4)	14.-Terraza 7: Gravas, arenas, limos y arcillas.(G-4)		
		27,-Limos lutitas y cantos de glacis. (G-3)			16,-Barras de acrecion lateral actual. (G-3)							
	PLEISTOCENO MEDIO	19,-Limos lutitas y cantos de glacis. (G-4)	22,- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial.(G-4)		12,-Terraza 4 y glacis: Gravas mas o menos cementadas con niveles de caliche y MO.(G-4)		17.-Terraza 1 del Ebro: Gravas poco consolidadas con abundante matriz arenosa. (G-4)				11.-Terraza 3 y glacis: Gravas poco cementadas.(G-4)	11.-Terraza 4: Gravas, arenas, limos y arcillas.(G-4)
			21,- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial. (G-4)		10.-Terraza 2 y glacis: Gravas con costra de caliche.(G-4)							
TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO	VINDOBONIENSE	6,-Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas. (G-1)	11,-Arcillas y limos pardo rojizos y grises con calizas arcillosas blanquecinas, areniscas y canales conglomeráticos areniscosos.(G-1)	8,- Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas. (G-1)	3.-Fm Alfaro: Arcillas limos rojos con intercalación de areniscas poco cementadas.(G-1)					
			BURDIGALIENSE	5.-Paleocanales: Arcillas calreas y limos pardo rojizos con calizas arcillosas blanquecinas y areniscas. (G-1)	3,-Arcillas calcáreas y limos rojizos y grises con capas delgadas de arenisca y limolitas y eventualmente yesos. (G-1)			5,-Arcillas calcáreas , limos rojos y grises con delgadas capas de arenisca limolitas y muy eventualmente yesos.(G-1)				
			AQUITANIENSE	8.-Ud. Bujaraloz-Sarriena: Yesos y dolomicritas. (G-2)	2.-Fm Tudela: Arcillas, limos rojos con calizas arcillosas lacustres y capas finas de areniscas. (G-1)							

TRAMO		T-4											
Hoja MAGNA		PEDROLA		353 26-14		ALAGON			354 27-14		ZARAGOZA	383 27-15	
CUATERNARIO	HOLOCENO	31,-Limos y arenas con cantos redondeados de llanura de inundación (G-3)		29,-Conglomerados, gravas y arenas de conos aluviales.(G-3)		19,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Llanura de inundación.(G-3)	20,-Limos , arenas y gravas. Dep, de fondo de valle y aluvial actual.	22,- Cantos, limos, arenas y gravas. Glacis. (G-3)		23,-Cantos, gravas, bloques, limos y arcillas. Depositos coluviales.(G-3)		21,-Cantos, limos yesíferos y arcillas. Fondos de valleplanos y cuaternario indeferenciado.(G-3)	
		28,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza (G-3)		--		17,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza. (G-3)		--					
	PLEISTOCENO	SUP	25,-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial. (G-4)				15,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.(G-4)			16,-Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.(G-4)		16,-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis.(G-4)	
			24,-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.(G-4)										
		MED	22,-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.(G-4)		19,-Limos, lutitas y cantos de glacis.(G-4)		12,-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.(G-4)			13,- Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.(G-4)		13,-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis.(G-4)	
		INF	--										
	TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO	ARAGONIENSE	--		9,-Yesos blancos nodulares alabastrinos.(G-2)			1,-Yesos tabulares y nodulares de aspecto masivo, con niveles de lutita. TRAMO COMPRESIVO EVAPORITICO.(G-2)			

Tabla 5.- Unidades geotécnicas por tramos

4.3 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Unidad G-1. Sustrato Terciario detrítico

- Litología.

Se trata básicamente lutitas y lutitas margosas rojizas, pardas y grises, con intercalaciones de capas de espesor centimétrico a decimétrico de limolitas arenosas y areniscas limosas de color gris, más o menos cementadas, con presencia dominante de filosilicatos (micas, caolinita, clorita, montmorillonita), aunque pueden contener abundante yeso en forma detrítica. En cambios laterales de facies (verticales y laterales) se encuentran lutitas, lutitas margosas y margas, de tonos rojizos, grises verdosos y hasta blanquecinos, con intercalaciones de yeso laminar o en forma de nódulos alabastrinos dispersos, capas lenticulares de arenas limosas grises y finos niveles de calizas blancas.

- Características geotécnicas.

o Componen una serie de composición mayoritariamente lutítica, con comportamiento de roca blanda, entre las que se intercalan otras litologías más competentes.

o La capacidad portante del sustrato sano puede considerarse alta, obteniéndose por lo general consistencia DURA O RECHAZO en los ensayos SPT y de penetración dinámica D.P.S.H.

o La resistencia a compresión presenta valores dispares dependiendo de donde se haya realizado el ensayo oscilando entre los 58 y los 3.8 Kg/cm².

o El sustrato alterado se asimila por lo general a una arcilla de consistencia desde MODERADAMENTE FIRME hasta MUY FIRME, con valores de la compresión simple en el rango de 1,0-1,5 Kg/cm².

o Asimismo cabe esperar que en el sustrato sano la deformabilidad sea baja, contando con módulos de deformación superiores a 1500 kg/cm².

o La presión máxima de hinchamiento es variable, teniendo un intervalo de valores desde 0,1 hasta 2,5 Kg/cm² (expansividad MEDIA-ALTA).

o Los porcentajes de finos son bastante elevados, cerca del 86%. El límite líquido medio 45%, mientras que el índice de plasticidad se sitúa aproximadamente 23%, clasificándose los materiales según USCS como CL y localmente como CH (arcillas de plasticidad elevada). Según la clasificación H.R.B., las muestras se encuadrarían en los grupos A-4, A-6 y A-7-6 con índices desde 8 hasta 19.

o El contenido en sulfatos/yesos es variable, presentando desde valores elevados en zonas de aparición de niveles de yeso (3.8%) a ser prácticamente inapreciable.

o El contenido en sales solubles no llega al 0,5%, mientras que el de materia orgánica apenas supera el 0,2%.

o De acuerdo con los datos bibliográficos, el Proctor Modificado presenta densidad de 1,77 gr/cm³ y un índice CBR del 4.8%.

o Estas litofacies se consideran ripables, pudiendo excavarse mediante retroexcavadoras potentes y tractores de tipo D-9 o similares. En principio, las excavaciones de mayor envergadura se producirán ante la existencia de alternancias de margas y calizas o lutitas y areniscas. Los niveles calcáreos y areniscosos presentan espesores de orden decimétrico, y además están afectados por diaclasas que facilita en gran medida su ripado.

o Los materiales procedentes de excavaciones en estas litofacies, serán SUELOS APTOS que podrán utilizarse en la formación de los rellenos. Sin embargo, localmente, pueden aparecer zonas que bien por la elevada plasticidad o escaso CBR, pasen tener categoría de SUELOS ESPECIALES.

o La estabilidad global de los taludes resultantes de excavaciones estará condicionada fundamentalmente por la resistencia y características de las lutitas, ya que la estructura al ser horizontal no plantea problemas. En los casos de alternancia con litologías más competentes, el comportamiento global del talud viene dirigido por los procesos de erosión diferencial que pueden provocar la caída de bloques de las capas de roca dura. Por ello, los taludes podrán presentar pendientes desde 1H:1V hasta 3H:4V. Para taludes de alturas superiores a 15 m se recomienda la construcción de una berma intermedia.

o Constituyen un óptimo terreno de apoyo de rellenos, ya que dada su consistencia y su sobre consolidación la magnitud de los asentos será mínima.

o Pueden efectuarse cimentaciones directas sobre estos materiales, siempre y cuando se alcance la roca sana. En estas condiciones, puede estimarse que la resistencia a compresión mínima es de unos 5 kg/cm². Si se apoya directamente sobre lutitas, conviene colocar inmediatamente el hormigón de limpieza ya que son materiales potencialmente expansivos.

o Aunque los materiales que forman parte de este unidad geotécnico no presenta una naturaleza netamente evaporítica, la presencia de intercalaciones de yesos, bien en forma laminar, nodular o detrítica, los hace potencialmente agresivos, por lo que el hormigón que esté en contacto con ellos deberá fabricarse con cementos sulforresistentes.

o – Como parámetros geotécnicos más representativos pueden considerarse los siguientes:

$$C' > 5 \text{ t/m}^2$$

$$\phi' > 30^\circ$$

$$\gamma_{ap} = 2,2 \text{ t/m}^3$$

$$E > 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Unidad G-2. Sustrato Terciario evaporítico.

– Litología

Yesos estratificados en capas de espesor decimétrico y alternancias centimétricas y decimétricas de yesosnodulares y margas yesíferas. También arcillas calcáreas y margas arcillosas, multicolores y de alta plasticidad, y margas calcáreas blanquecinas, con presencia generalizada de yeso en proporción variable.

– Las características geotécnicas obtenidas de los estudios anteriores indican:

o Las intercalaciones margo-arcillosas y los productos de alteración superficial se clasifican como CH, CL, ML, CL-ML y SM, con contenido en finos entre el 40 y el 100%, LL entre 25 y 71% e IP entre 6 y 42. Los niveles margocalizos dan gravas arcillosas GC, 15%, LL de 33% e IP entre 12 y 32%. Sin embargo, estos fragmentos, en el ensayo de desmoronamiento en agua durante 24 h (NLT 255), sufren una pérdida de peso del 65%.

o Las densidades secas oscilan entre 1,18 y 2,19 t/m³ y la humedad natural entre un rango del 3% al 29%.

o El contenido en carbonatos varía entre el 11% y el 81%; y el yeso entre el 0,18% y el 59%.

o El Índice CBR, al 100% PM, varía entre ser igual o inferior a 3, en muchos casos, y 27, con hinchamientos de entre el 2,5% y 5,5%.

o El Hinchamiento libre en edómetro puede llegar a superar en algunas décimas el 1%.

o Existen índices de colapso de hasta el 11,3% en muestra inalterada y de hasta el 2% en remoldeada.

o Los yesos se consideran roca blanda, con densidad seca del orden de 2,31 t/m³ y resistencia a compresión simple variable que puede llegar a 60 kg/cm² con deformación inferior al 1%.

o Excavables mediante medios mecánicos (grandes rippers o martillo rompedor).

o Como consecuencia de la alta plasticidad, baja capacidad soporte, hinchamiento libre y contenido en sulfatos, estos materiales se clasifican como SUELOS ESPECIALES, por lo que para su colocación en relleno será necesario realizar un estudio especial en fases posteriores (encapsulados o tratamiento con cal). Localmente, pueden ser SUELOS NO UTILIZABLES en aquellas zonas en donde no cumplan los valores de referencia de las prescripciones, por lo que deberán ser retirados a vertedero.

o Los taludes de desmonte recomendados son al 1H:1V, con cunetas perimetrales revestidas, en los de predominio arcilloso. Para taludes de alturas superiores a 15 m se recomienda la construcción de una berma intermedia.

o La capacidad portante para cimentaciones superficiales es media y baja, pudiendo ser muy baja en los productos de alteración superficial.

o Materiales impermeables, a excepción del recubrimiento limo-arenoso de alteración superficial.

o Es conveniente controlar, en fases posteriores, posibles procesos de disolución que originen subsidencias en el terreno.

o Necesariamente deben utilizarse cementos sulfo resistentes en las obras de fábrica sobre estos materiales.

Unidad G-3. Depósitos de glaciares (G-31) y fondos de vaguada (G-32)

– G-31. Litología

Variable según las zonas de influencia del sustrato cercano, presentan unos espesores de entre 1,5 m y 2 m. De una forma sintética, existen tres tipos característicos de depósitos de glaciares:

o Gravas y arenas limosas o limo-arcillosas (G-31A)

o Arcillas arenosas (G-31B)

o Limos arcillosos con fragmentos de margas y yesos (G-31C).

- G-31A. Caracterización geotécnica, consultada:
 - o Suelos clasificados como SM, con un 30 % de finos, LL 32 e IP 7. También GC, GP-GM, SP-SM, con contenido en finos no plásticos o de baja plasticidad (LL 28 e IP 12) entre el 8 y el 29%.
 - o Densidad seca 1,66 t/ m³ - 2,21 8 t/ m³ y humedad natural del 7-9%.
 - o La densidad máxima Proctor modificado varía entre 2,04 y 2,21 t/m³. El índice CBR al 100% PM es superior a 20, con hinchamiento de hasta el 0,1%. Contenido en sales solubles inapreciable.
 - o Se clasifican como SUELOS APTOS, aptos para cimiento, núcleo y coronación de rellenos. También se pueden emplear como Suelos Seleccionados o Adecuados para la reposición de viales.
 - o Taludes de desmonte recomendados: 1H:1V, con cunetas perimetrales revestidas para evitar su erosión.
 - G-31B. Caracterización geotécnica.
 - o Clasificación CL, con 61% de finos de baja plasticidad (LL 20 e IP 8). 0 Densidad seca 1,98 t/ m³ y humedad natural del 6%.
 - o Contenido en carbonatos del 25% y en sales solubles del 1,5 %.
 - o La densidad máxima Proctor modificado es 2,02 t/m³.
 - o El índice CBR al 100% PM es de 3,4, con hinchamiento del 2,0%.
 - o Hinchamiento libre en edómetro del 2,0% y el índice de colapso del 1.0%.
 - o Se clasifican como SUELOS ESPECIALES, por su bajo CBR y su alto contenido en sales solubles.
 - o Taludes de desmonte recomendados: 1H:1V, con cunetas perimetrales revestidas para evitar su erosión.
 - G-31C. Caracterización geotécnica.
 - o Clasificación CL y SC, con contenido en finos entre el 36 y el 52%, LL 35 a 45 e IP 13 a 20.
 - o Densidad seca 1,34 a 1,38 t/m³ y humedad natural del 10 al 22%.
 - o Contenido en yeso de hasta el 8,3 %.
 - o Excavables mediante medios mecánicos (excavadora).
 - o Se clasifican como SUELOS ESPECIALES, por su alto contenido en yesos.
 - o Taludes de desmonte recomendados: 1H:1V, con cunetas perimetrales revestidas para evitar su erosión.
 - G-32. Litología

En general, están constituidos por arcillas, limos y arenas limo-arcillosas y con proporción variable de gruesos.

 - Caracterización geotécnica
 - o Se clasifican como CH, CL, CL-ML, ML, SC, SC-SM, SM y GC, con un contenido entre el 15 y el 86%, LL de 18 a 55 e IP de 4 a 30.
 - o La densidad seca varía entre 1,50 y 1,94 t/m³; la humedad natural varía entre el 4 y el 38%.
 - o Los contenidos en carbonatos y sulfatos son muy variables según las zonas.
 - o Son fácilmente excavables mediante excavadora, aunque no se prevén excavaciones de desmontes en estos materiales ya que se localizan en zonas de apoyo de rellenos.
 - o Su compacidad varía entre blanda y moderadamente firme en la parte superficial, con golpes Nb inferiores a 10, pasando a firme o muy firme en profundidad. En el tramo superficial pueden presentar una alta deformabilidad, por lo que se deben prever asentamientos de cierta importancia en algunos rellenos colocados sobre estos materiales.
 - o La capacidad portante para cimentaciones superficiales es, en general, baja o muy baja.
 - o Permeabilidad variable, pudiendo llegar a ser impermeables los materiales más superficiales originando problemas de encharcamientos prolongados en algunas zonas llanas.
- Unidad G-4. Depósitos de terraza (medias y altas)**
- Litología

Gravas con matriz arenosa, con cantos poligénicos redondeados, de hasta más de 35 cm, con lentejones de arenas limosas y grado variable de cementación por carbonatos. Los niveles más antiguos (terrazas altas) pueden presentar costras calcáreas duras a techo del depósito, denominadas localmente "macallán".

- Caracterización geotécnica
 - o Se clasifican como GP, GP-GM, GW-GM, GP-GC, GM, GC-GM, GC, SM y SC, con un contenido variable en finos, no plásticos o de baja plasticidad (LL medio 34 e IP medio 20).
 - o La densidad seca de las arenas limosas es de unas 1,7 t/ m³.
 - o Dependiendo del espesor del depósito y del tipo de materiales del sustrato, el contenido en yeso puede llegar al 2,6%. El contenido en sales solubles varía entre 0 y 1,2%, aunque en la mayoría de los casos se trata de carbonatos.
 - o El valor medio de la densidad máxima Proctor modificado es de 2,11 t/m³, variando entre 1,93 y 2,26 t/m³. El índice CBR al 100% PM varía entre 17 y 82, con hinchamiento medio de 0,2%.
 - o Materiales mediante medios mecánicos (excavadora), aunque localmente puede ser necesario el empleo de martillo rompedor.
 - o La mayor parte de estos materiales se clasifican como SUELOS APTOS para cimiento, núcleo y coronación de terraplenes. Además, los de menor contenido de finos y escasa plasticidad, podrán ser utilizados para la Capa de Forma y Cuñas de Transición. También formarán Suelos Seleccionados o Adecuados para la reposición de viales. Estos depósitos forman superficies llanas y extensas, muy adecuadas para la ubicación de préstamos.
 - o Taludes de desmonte recomendados: 1H:1V, con cunetas perimetrales revestidas para evitar su erosión.
 - o Las penetraciones dinámicas dan golpes altos o rechazo en estos materiales.
 - o La capacidad portante para cimentaciones superficiales es media y media-alta.
 - o Localmente, podría ser necesario utilizar cementos sulforresistentes en obras de fábrica sobre estos materiales.
 - o Permeabilidad alta, con buen drenaje por infiltración.
 - o Constituyen un buen terreno de apoyo para los rellenos previstos, sin que se prevean asientos importantes.
 - o Dada su capacidad portante, admiten cimentaciones superficiales, contando hasta 3,0 kg/cm² de presión admisible si se efectúa el apoyo sobre terrenos de naturaleza granular.

o Los parámetros geotécnicos más representativos son los siguientes:

$$C' = 0,5 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi' \cong 35^\circ$$

$$\gamma_{nat} \cong 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$E \cong 400 \text{ kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se presenta a modo de resumen los resultados de laboratorio, obtenidos de otros estudios por la zona. Lógicamente estos datos deberán de ser validados en posteriores etapas de investigación.

UNIDAD GEOTÉCNICA	ESTUDIOS PREVIOS	ENSAYOS																				
		% Finos	Limite Líquido WL (%)	Limite Plástico WP (%)	Índice de Plasticidad IP (%)	Humedad natural (%)	Densidad seca (t/m ³)	Densidad aparente (t/m ³)	Índice de Colapso	Densidad P. Normal/Modif.	Humedad P. Normal/Modif.	C.B.R. (100% P. Normal/Modif.)	Comp. simple (kp/cm ²)	Corte Directo		Edómetro		Sulfatos (%)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)		
														c	φ	ec	cc					
G-1	SUSTRATO TERCIARIO	ESTUDIO INFORMATIVO ZARAGOZA-CASTEJÓN	87,7	45	25,7	19,3	20,6	-	2,1	-	-	-	6,6	-	-	-	-	3,8	7	-		
		PROYECTO BÁSICO RONDA SUR DE ZARAGOZA	79,23	48,23	-	27,24	-	1,77	-	-	-	-	17,01	0,74	27,98	-	-	-	-	-		
		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN TRAMO XV LAV TRAMO MADRID ZARAGOZA	-	-	-	-	-	2,12	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-		
		ESTUDIO ALTERNATIVAS P.B. PLASENCIA DE JALÓN-ZARAGOZA	-	-	-	-	-	1,62	-	-	-	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-		
G-3	FONDO DE VALLE (G-32)	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN TRAMO XV LAV TRAMO MADRID ZARAGOZA	74	16,00-52,00	-	26	2,90-32,30	1,10-1,90	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		ESTUDIO ALTERNATIVAS P.B. PLASENCIA DE JALÓN-ZARAGOZA	15-86	18-55	-	4-30	4-38	1,5-1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	GLACIS (G-31)	TRAMO XIV LAV TRAMO MADRID - ZARAGOZA	Anteproyecto	98	11,17	6,88	1,7	16,2	1,73	1,92	-	2,09	9,5	85	0,56	-	-	-	-	4,3	32,5	0,2
			Estudio Geotécnico	66,8	13,9	6,8	4,7	7,8	1,63	1,75	-	1,75	18,1	18,8	3,79	-	-	-	-	0,39	46,4	0,49
			Proyecto	55,3	12,8	8,3	4,5	7,3	1,69	1,81	-	1,88	12,36	32,4	-	-	-	-	-	0,83	-	0,28
		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN TRAMO XV LAV TRAMO MADRID ZARAGOZA	23	28	-	13	-	1,66	-	-	1,91-2,16	8,3-9,8	26-83	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PROYECTO BÁSICO RONDA SUR DE ZARAGOZA	63,01	32,56	-	14,04	-	1,76	-	0,83	-	-	-	1,73	1,82	11,94	1	2,1	0,15	-	-	
		ESTUDIO ALTERNATIVAS P.B. PLASENCIA DE JALÓN-ZARAGOZA	Gravas limosas	30	32	25	7	7-9	1,66-2,21	-	-	2,04-2,21	-	>20	-	-	-	-	-	-	-	
	Arcillas arenosas		61	20	12	8	6	1,98	-	1	2,02	-	3,4	-	-	-	-	-	1,6	25		
	Limos con yesos		36-52	35-45	# VALOR!	13-20	10-22	1,34-1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	-		
G-4	TERRAZA ALUVIAL	PROYECTO BÁSICO RONDA SUR DE ZARAGOZA	68,67	39,56	-	19,07	-	1,62	-	0,45	-	-	-	0,95	-	-	-	-	0,3	-		
		ESTUDIO ALTERNATIVAS P.B. PLASENCIA DE JALÓN-ZARAGOZA	13	29	20	9	-	1,7-1,98	-	-	1,93-2,26	-	17-82	-	-	-	-	-	<2,7	-	0-1,2	

Nota: Se obvian los resultados de los ensayos de la unidad geotécnica G-2 (Sustrato Terciario evaporítico) debido a su elevado contenido en sulfatos.

Tabla 6.- Tabla de ensayos generales por unidades geotécnicas

4.4 OBRAS DE TIERRA

4.4.1 Desmontes

Se ha realizado un estudio de los desmontes previstos en los diferentes trazados estudiados en el presente proyecto, a partir de la información consultada de los proyectos realizados en esta zona.

Para establecer la inclinación de los taludes de desmonte se han tenido en cuenta tanto altura, como litología como estado de esta.

Por tanto, teniendo en cuenta la altura y la naturaleza de los materiales que afloran de forma mayoritaria se han asociado inclinaciones a cada desmonte de cada tramo. A continuación, se incluye una tabla resumen en la que se indican los desmontes recomendados para cada tramo.

TRAMO	NOMBRE	TALUDES DESMONTES
1	ALTERNATIVA 1-S-1	1 H:1V
	ALTERNATIVA 1-S-2	
2	ALTERNATIVA 2-S-1	1 H:1V+Bermas cada 15 m de altura.
	ALTERNATIVA 2-S-2	
	ALTERNATIVA 2-S-3	
3	ALTERNATIVA 3-S-1	4 H:3V
	ALTERNATIVA 3-S-2	
4	Común acceso plaza	1 H:1V
	TRAMO-4: CONEXIÓN SUR A ZARAGOZA	
	TRAMO-4: CONEXIÓN OESTE ZARAGOZA (Viajeros+ Mercancías)	

Tabla 7.- Inclinación taludes de desmontes

Dentro de los métodos de excavación existentes, en la zona objeto de estudio, se han distinguido materiales de excavación directa y materiales de arranque difícil. Los primeros, son materiales que pueden ser excavados mediante medios mecánicos mientras que los segundos necesitaran la ayuda local de explosivos de esponjamiento y/o ripado. No se han detectado rocas las cuales deban de ser extraídas mediante el empleo de explosivo sistemático.

Por otro lado, en la siguiente tabla se presentan las 4 unidades geotécnicas, distinguidas y los porcentajes de métodos de excavación estimados a emplear en cada uno de ellas.

UD. GEOTECNICA	LITOLOGIA	% EXCAVABLE	%RIPABLE
G-3	Depósitos Glacis y fondo de cauces (Holocenos)	100	0

G-4	Depósitos de terraza (Pleistocenos)	90	10
G-2	Sustrato Terciario evaporítico	80	20
G-1	Sustrato Terciario detrítico	70	30

Tabla 8.- Excavabilidad de los materiales.

4.4.2 Rellenos

En general, para todos los terraplenes se ha definido una inclinación única de 2H:1V. Esta inclinación es la habitual en terraplenes garantizando un factor de seguridad satisfactorio.

Su construcción se realizará una vez retirada los 30 cm de tierra vegetal. Se ha tomado este valor unitario para todos los tramos.

Teniendo en cuenta que los terrenos de apoyo serán suelos de tolerables a adecuados, no se ha considerado necesario adoptar un saneo sistemático, bajo las zonas de terraplén.

En el caso del Tramo 4, Alternativa 2 Oeste, (Viajeros + Mercancías), el terraplén apoyará sobre una terraza aluvial y puntualmente sobre yesos aflorantes. Para este caso se ha presupuestado una geomalla de refuerzo 200/30, elaborada con poliéster recubierto de pvc, formando un mallazo cuadrado de 200 x 200 mm, resistencia a tracción longitudinal 212 KN/m entre el terraplén y el terreno natural.

En esta fase de estudios no se han observado corrientes de agua superficial o subálvea, en las zonas de apoyo del terraplén. En caso de que en posteriores fases se detecten estas, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución.

4.4.3 Espesor capa de forma

Como se ha indicado anteriormente, se estima que los terrenos de apoyo serán sobre sobre suelos tolerables o adecuados. Por lo tanto, del lado de la seguridad, se ha considerado un espesor de capa de forma uniforme de 60 cm. Este valor deberá revisarse en fases posteriores, con una información más precisa.

4.5 CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

A continuación, se define el criterio utilizado para el estudio de las cimentaciones contempladas en el Estudio Informativo.

Para cada una de las estructuras se ha analizado el terreno de cimentación, es decir, la unidad geológica donde apoyará la cimentación de la estructura, y la tipología de cimentación, es decir, el tipo de cimentación recomendada:

Para el análisis anterior se ha tenido en cuenta la siguiente información:

- Geología de la zona.
- Caracterización geotécnica de los materiales de la traza.
- Bibliografía consultada respecto a materiales similares y cimentaciones a recomendar.

En cuanto a la tipología de la cimentación se ha seguido el siguiente criterio:

4.5.1 Cimentaciones superficiales

Se considera una cimentación superficial mediante zapatas con un empotramiento no menor a su canto.

En base a la información disponible, se ha recomendado este tipo de cimentación en las unidades terciarias y cuaternarias, a excepción de los fondos de valle con curso de agua y las facies yesíferas. Estos aspectos deberán concretarse, a futuro, en función de la zona concreta en cada caso.

4.5.2 Cimentaciones profundas

En zonas donde, por la presencia del nivel freático o la profundidad del estrato competente, no sea recomendable el empleo de cimentación superficial, se propone una cimentación profunda. De acuerdo con la información disponible, se ha considerado este tipo de cimentación en aquellas zonas con estructuras singulares y en las que se atraviesan materiales cuaternarios de fondo de valle. Asimismo, en las estructuras proyectadas para cruzar ríos de cierta entidad se ha recomendado cimentación profunda mediante pilotes, por considerarla necesaria para evitar los posibles problemas de socavación.

La longitud definitiva de los pilotes, así como su diámetro, se definirá en las siguientes fases de proyecto una vez investigados los espesores de los aluviales de los ríos, así como la estratigrafía y caracterización geotécnica de las zonas donde se proyectarán las estructuras.

5 ANÁLISIS GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

A continuación, se incluye la tabla resumen en la que se indican las características geológicas y geotécnicas analizadas en el anejo para cada una de las unidades litoestratigráficas descritas.

UNIDAD GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	METODOS DE EXCAVACIÓN		COEFICIENTE de PASO	(% APROVECHAMIENTO)		HIDROGEOLOGÍA	NIVEL RIESGO	RIESGOS GEOLÓGICOS	CIMENTACIONES
		(%) MEDIOS MECANICOS	(%) RIPABLE		PORCENTAJE APROXIMADO	VERTEDERO				
G-1	Sustrato Terciario detrítico	70	30	1.1	80	20	Permeabilidad baja a muy baja (matriz compuesta por finos)	Bajo	Erosiones diferenciales y cárcavas.	Capacidad portante media. Cimentación superficial
G-2	Sustrato Terciario evaporítico	80	20	--	0	100	Prácticamente impermeable. Permeabilidad asociada a los procesos de disolución del yeso y fracturación.	Elevado	Karstificación	Capacidad portante media a alta. Cimentación superficial o profunda según el tipo de estructura, debido a la posible karstificación.
G-3	Depósitos Glacis y fondo de cauces (Holocenos)	100	0	0.9	75	25	Nivel piezométrico somero. Permeabilidad por porosidad primaria.	Bajo	Posibles inundaciones ocasionales cerca de los cauces fluviales	Capacidad portante media a baja. Cimentaciones superficiales o profundas según el tipo de estructura
G-4	Depósitos de terraza (Pleistocenos)	90	10	0.95	90	10	Permeabilidad baja a muy baja (matriz compuesta por finos y/o cementada)	Bajo	Erosiones diferenciales	Capacidad portante media a alta. Cimentación superficial

Tabla 9.- Características geotécnicas de las diferentes Unidades Geotécnicas

6 TRAMIFICACION GEOLOGICO-GEOTECNICA DE LAS ALTERNATIVAS

En el presente apartado se describen, desde el punto de vista geotécnico, las diferentes alternativas de los cuatro tramos objeto de estudio. Esta descripción procede tanto de los datos obtenidos de la cartografía geológica, como de los observados en la visita a campo.

6.1 TRAMO T-1

Geométricamente este tramo es único hasta el P.K. 102+000 donde se bifurca en dos alternativas, 1-S-1 y 1-S-2, las cuales se vuelven a unir hacia el P.K. 116+000.

El tramo comienza en el PAET de Plasencia de Jalón. En este paraje ya existe una línea ferroviaria de reciente construcción, donde los taludes están excavados con una inclinación 1H:1V en litologías Pleistocenas, sin ninguna evidencia de lapiazes, ni de inestabilidades geotécnicas



Figura 23.- Vista general de trinchera en P.K. 1+800

Los materiales aflorantes son heterogéneos ya que abarcan desde materiales de Glacis (limos, lutitas y cantos) hasta materiales de terraza aluvial (conglomerados, gravas y arenas).

Hacia el P.K. 100+000 el trazado se curva abandonando el río Jalón y los depósitos de terraza aluvial para discurrir durante 13 km por cantos, limos y lutitas de los glacis. Únicamente en los P.P.K.K. 107 y 113 corta ortogonalmente un par de valles fluviales.



Figura 24.- Talud excavado en Glacis, alternancia de gravas, arenas y limos.

Es de subrayar que los materiales de los glacis, son aprovechados para la construcción y explotados en bastantes graveras, dispersas por la zona. Se ha constatado que pueden poseer hasta 9 metros de potencia. Obviamente en este proyecto, se han planteado varios préstamos de materiales por esta zona.

Desde el P.K. 113 hasta el final del tramo (PAET de Gallur) el trazado continúa por terrenos granulares cuaternarios estables.

Como resumen de los comentado hasta ahora, los terrenos atravesados, por ambas alternativas, son básicamente granulares cuaternarios, aprovechables y estables con unos taludes de excavación al 1H:1V. Debido a la escasa distancia entre ambas alternativas, no existe apenas diferencias geotécnicas entre ambas y ninguna de ellas posee ninguna característica geotécnica para que sea invalidada o penalizada. Si es caso, la alternativa 1-S-1 atraviesa 200 metros más de valle fluvial que la 1-S-2, pero en general ambas alternativas atraviesan un 86% de unidades geotécnicas UG-4 y un 14% de UG-3.

6.2 TRAMO T-2

Geométricamente este tramo posee unos 35 Km. de longitud (del 200+000 al 235+000). Comienza como tramo único en el PAET de Gallur y hacia el P.K. 11 se divide en 3 alternativas. A grosso modo, la alternativa 2-S-1 es la más meridional, la 2-S-3 la más septentrional y la 2-S-2 discurre entre ambas.



Figura 25.- Margen derecho del valle en la cerrada del embalse de Loteta (P.K. 201+000)

Hasta el P.K. 211+000 el trazado único atraviesa terrenos de edad Pleistocena y Terciaria terrígena. Litológicamente, oscilan desde las gravas, arenas y limos de las primeras, hasta las arcillas calcáreas y limos rojizos de las segundas. A partir del P.K. 213+000 y durante unos 3 kilómetros, las 3 alternativas intersectan la terraza nº 5 del Ebro de edad Holocena. Esta terraza está constituida por gravas arenas, limos y arcillas.

Estas litologías generan suaves lomas las cuales, se atraviesan de forma estable con unos taludes 1H:1V (Ver siguiente figura).



Figura 26.- Talud excavado al 1H:1V en AP-68

Desde el P.K. 217+000 hasta el P.K. 224+000 las alternativas 2-S-1 y 2-S-2 intersectan diferentes arcillas calacearas del terciario terrígeno con intercalaciones de delgadas capas de areniscas o calizas arcillosas blancuecinas. Estas litologías generan zonas de colinas que serán cortadas por taludes de mayor altura que los descritos hasta el momento.



Figura 27.- Afloramiento de arcillas calacearas con intercalaciones de calizas arcillosas blancuecinas, en P.K. aprox, 222+300

En cambio, la alternativa 2-S-3, que discurre más al norte, pasa por una alternancia de arcillas calacearas con delgadas capas de areniscas del terciario terrígeno y depósitos cuaternarios de terrazas y glacis. Geomorfológicamente esta alternancia de edades genera suaves lomas como las descritas hasta el momento.

Desde el P.K. 224+000 las tres alternativas se van juntando, incluso cruzando, pero desde el punto de vista geológico las tres transitan por terrenos terciarios terrígenos, los cuales son intersectados de forma ortogonal por terrazas y glacis en los P.P.K.K. 225+500, 228+000 y 232+500 hasta el final. Esta zona se caracteriza por suaves colinas, las cuales pueden ser excavadas con un talud del 1H:1V sin generar problemas generales de estabilidad salvo ocasionales regueros o lapiaces.



Figura 28.- Intersección de futura traza con AP-68 a la altura del P.K. 228+000

Las alternativas 2-S-1 y 2-S-2, desde el punto de vista geotécnico son idénticas ya que transitan a partes iguales por terrenos terciarios y cuaternarios, mientras que la alternativa 2-S-3 al discurrir más al norte reduce en un 10 % la cantidad de terrenos terciarios a atravesar. De cualquier manera, las tres alternativas son semejantes y carecen de riesgos geológicos especiales que las penalice o inhabilite.

6.3 TRAMO T-3

El tercer tramo de este estudio de alternativas comienza en el P.K. 300+000 (Nueva estación comarca de Tudela) y finaliza en el P.K. 317+000 (Estación ferroviaria de Castejón), poseyendo dos posibles alternativas 3-S-1 y 3-S-2.



Figura 29.- Fotografía tomada desde Inicio de Tramo. Al fondo hospital de Tudela.

A pesar de que las dos posibles ubicaciones de la estación comarcal de Tudela, están separadas unas centenas de metros desde el punto de vista geotécnico ambas están ubicadas en el mismo tipo de terreno. A los 3 kilómetros de comenzar el tramo prácticamente se juntan y discurren muy próximas una de la otra, por lo que apenas hay diferencias geotécnicas entre ambas alternativas.

Desde el comienzo del tramo hasta el P.K. 306+000 la mayoría del trazado discurre en sección terraplén sobre la llanura de la terraza nº 8 del río Ebro. Estos terrenos granulares de compacidad alta a media no presentan ninguna eventualidad geotécnica general para la construcción de rellenos sobre ella. A partir del 306+000 los trazados intersectan, en sección trinchera, unas suaves colinas respuesta de las arcillas (firmes), limos rojos con intercalaciones de delgados estratos de calizas arcillosas y areniscas, de la formación terciaria Tudela. Tal y como se muestra en la siguiente fotografía la estratigrafía es subhorizontal y estable con una inclinación de taludes del 4 H: 3 V.



Figura 30.- Talud excavado en el terciario en la entrada al polígono industrial la Serna.

Por encima de las fm. Tudela la traza intersectará de forma bastante perpendicular, depósitos Pleistocenos de terrazas y glaci, predominantemente granulares. Se han elegido algunos de estos depósitos como préstamos de materiales para la construcción del ferrocarril.

En la siguiente fotografía se muestra la futura intersección de las alternativas sobre la A-68. En ella se puede apreciar cómo no existe ninguna anomalía geotécnica de relevancia.



Figura 31.- Intersección de futura traza con A-68 a la altura del P.K. 310+000

Pasado el P.K. 312+000 y hasta el final del tramo, las trazas vuelven transitar por terrazas del río Ebro (nº 5 y nº6) y sobre depósitos de glaci. Al igual que se ha venido describiendo hasta el momento estos materiales son fundamentalmente granulares (Denso a muy Densos) con intercalaciones de arcillas o limos. La siguiente fotografía está tomada sobre la terraza nº6 del Ebro encontrándose al fondo de la imagen el P.K. 314+500 de la futura traza.



Figura 32.- Intersección de futra traza con un valle a la altura del P.K. 314+500

En resumen, se puede decir que este 3^{er} tramo carece de problemas geotécnicos de entidad y que ambas alternativas son casi idénticas al discurrir tan próximas entre sí. Esta afirmación se ve ratificada por los cálculos realizados sobre el porcentaje de aparición de unidades geotécnicas en las dos alternativas.

TRAMO-3	P.K.		PORCENTAJES DE APARICIÓN			
	inicial	final	UG-1	UG-2	UG-3	UG-4
3-S-1	300+000,00	302+800,00	0%	0%	100%	0%
	302+800,00	312+000,00	33%	0%	51%	16%
	312+000,00	317+808,90	15%	0%	85%	0%
3-S-2	300+000,00	302+650,00	23%	0%	77%	0%
	302+650,00	311+725,00	34%	0%	49%	17%
	311+725,00	317+533,11	14%	0%	86%	0%
CONEXIONES			0%	0%	100%	0%

Tabla 10.- Presencia relativa de las UG por alternativas del T-3

6.4 TRAMO T-4

Este cuarto y último tramo está constituido por dos alternativas. La Alternativa 1 conexión Sur y la Alternativa 2 conexión Oeste, ambas de Zaragoza. A diferencia de los que se ha venido describiendo hasta el momento, estas dos alternativas están separadas unos 7.5 kilómetros aproximadamente y no tienen un origen común exactamente.

La alternativa 1 Sur, parte más o menos del P.K. 105+000 correspondiente el T-1.



Figura 33.- Inicio de la alternativa 1 Sur sobre depósitos de glaciares.

Se recuerda que a esa altura el terreno de apoyo es un glacis constituido por unos cantos, limos y lutitas (densos) que son aprovechados y explotados en bastantes graveras, dispersas por la zona. A los 3 kilómetros el trazado vira y cruza de manera ortogonal a los depósitos de glaciares y terraza aluvial que hay en el PAET de Jalón, a partir de este punto la alternativa transita por terrenos tipo glacis tanto del Holoceno como del Pleistoceno, En cualquier caso, se trata de cantos (Densos) con arenas y limos, los cuales no presentan ningún riesgo geotécnico especial.

Por otro lado, la Alternativa nº 2 Conexión Oeste a Zaragoza, sale de la zona logística industrial localizada en el término municipal de Pedrola.



Figura 34.- Mota sobre P.K. 1+300 de la alternativa 2 Oeste.

Visto en planta el trazado apoya en terrazas constituidas por conglomerados, gravas y arenas, aunque el terreno sobre el que se encuentran apoyadas estas terrazas aluviales son yesos cuya disolución ha dado lugar a un campo de dolinas que se extiende desde el P.K. 0+000 hasta el 8+000 aproximadamente.

Tal y como se describe, profusamente, en el capítulo nº 3 de riesgos de este Anejo, las dolinas cartografiadas poseen centenas de metros, varios metros de profundidad y se distribuyen aleatoriamente sin seguir la dirección de una falla o un rumbo en concreto, siendo posible que existan más dolinas ocultas bajo vertidos antropogénicos.

En resumen y como conclusión, la Alternativa 2 Oeste (viajeros + mercancías) del tramo nº 4 queda penalizada por la presencia de un campo de dolinas que se desarrolla a lo largo de más de 8 kilómetros.

Así pues, desde el punto de vista geotécnico, se desaconseja la elección la Alternativa 2 Oeste del tramo 4, teniendo en cuenta que la otra alternativa, (Alternativa 1 Sur de viajeros) no se han cartografiado dolinas.

7 PROCEDENCIA DE MATERIALES

7.1 MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA

A la vista de los parámetros de los ensayos de laboratorio y de la experiencia en la zona, en los siguientes puntos se describen los materiales que se extraerán de la traza y su uso potencial.

Sustrato Terciario detrítico (G-1).

En general, los desmontes que afecten a este tipo de sustrato formarán Suelos Aptos para ser empleados en los terraplenes. Algunas partes arcillosas, con mayor plasticidad, hinchamiento o contenido en sulfatos pueden generar Suelos Especiales. Las intercalaciones calcáreas o areniscosas podrían generar Suelos Aptos de tipo pedraplén.

Sustrato Terciario evaporítico (G-2).

Como consecuencia de la alta plasticidad, baja capacidad soporte, hinchamiento libre y contenido en sulfatos, estos materiales formarán Suelos Especiales. Localmente, pueden ser Suelos No Utilizables.

Depósitos de glacia (G-3).

Existen materiales limo-arcillosos, de baja capacidad soporte, con altos contenidos en sales solubles y con posibles problemas de hinchamiento libre que se clasifican como Suelos Especiales. Por el contrario, cuando la parte excavada de estos sedimentos es detrítico-granular, se puede aprovechar como Suelos Aptos de buena calidad, incluso como Suelos Adecuados para la reposición de viales.

Depósitos de terraza (medias y altas) (G-4).

Los sedimentos detríticos granulares que forman estas terrazas forman Suelos Aptos para la formación de terraplenes. Además, como el contenido de finos es bajo y éstos tienen plasticidad baja o nula, pueden ser utilizados para las capas de forma, cuñas de transición, y como Suelos Seleccionados o Adecuados para la reposición de viales. Zonas favorables para la delimitación de préstamos.

7.2 APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA

Una vez retirada la capa de tierra vegetal y de acuerdo con las características geotécnicas de los materiales a excavar, no todo el material será susceptible de ser aprovechado. Dentro de una misma Unidad Geotécnica parte de esa litología se podrá emplear y otra parte se deberá de llevar a vertedero.

En la siguiente tabla se presentan los porcentajes estimados de aprovechamiento, de acuerdo con la bibliografía consultada y la experiencia que se posee en las litologías de la zona.

UD. GEOTECNICA	LITOLOGIA	% APROVECHABLE	%VERTEDERO
UG-1	Sustrato Terciario detrítico	80	20
UG-2	Sustrato Terciario evaporítico	0	100
UG-3	Depósitos Glacis y fondo de cauces (Holocenos)	75	25
UG-4	Depósitos de terraza (Pleistocenos)	90	10

Tabla 11.- Grado de aprovechamiento de los materiales de la traza

7.3 COEFICIENTES DE PASO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA

El peso volumétrico de un material al ser excavado varía al de su puesta en obra, puesto que al excavar un material es frecuente que aumente su volumen (coeficiente de esponjamiento), para reducirse una vez otra vez cuando es compactado. Es precisamente al coeficiente que relaciona la variación de volumen de un determinado material en estado natural con el volumen obtenido mediante una determinada energía de compactación, al que se denomina coeficiente de paso. Este se mediante la siguiente expresión:

$$C_{vu} = 100 \frac{\gamma_{dm} / \gamma_{dmax}}{G_c}$$

- γ_{dm} = Valor medio de las densidades secas en el estado natural del material (t/m³).
- γ_{dmax} = Valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo de compactación Próctor (t/m³).
- G_c = Grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto del máximo obtenido en el ensayo de compactación Próctor.

Partiendo de la Tabla 6, Tabla de ensayos generales por unidades geotécnicas y de acuerdo con la formulación anterior se han calculado los coeficientes de paso que se muestran en la siguiente tabla.

En algunos casos el número de ensayos aplicados es exiguo, por lo que los valores calculados no son los habituales para estas litologías. En esos casos, se ha optado por emplear unos valores más coherentes o habituales, los cuales deberán de ser cotejados en fases venideras. Como la unidad geotécnica G-2 yesos se ha previsto que vaya a vertedero, no procede calcular su respectivo coeficiente.

UD. GEOTECNICA	% Finos	LL (%)	LP (%)	Densidad seca (t/m ³)	Densidad P. Normal/Modf.	Coef paso (95%)	Coef paso aplicado
G-1 Terciario	86	45	23	1,84	1,77	1,09	1,1
G-3 Fondo de valle	75	41	21	1,78			0.9
G-3 Glacis				1,71	1,94	0,93	
G-4 Terraza	41	34	20	1,69	2,10	0,84	0.95

Tabla 12.- Coeficientes de paso aplicados

7.4 ESPONJAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA TRAZA

Para el material no apto para rellenos, procedente del terciario evaporítico y de la fracción limosa del resto de litologías. Para el cálculo del coeficiente de esponjamiento, se ha considerado que presenta una densidad natural media $\delta n \approx 2.0 \text{ T/m}^3$, y en vertedero sin compactar una densidad natural $\delta n' \approx 1.60 \text{ T/m}^3$. Obteniéndose el siguiente valor: $\frac{\delta n}{\delta n'} = 1.3$.

7.5 MATERIALES DE PROCEDENCIAS EXTERNAS

7.5.1 Zonas de Préstamo

Las alternativas consideradas en el corredor estudiado discurren sub-paralelas al límite entre las formaciones superficiales de terrazas altas y medias del Río Ebro y la terraza baja de éste, por lo que es posible una ubicación cercana de zonas de posibles préstamos con materiales aptos, aunque con distintas calidades, para ser utilizados en distintas unidades de obra:

- Núcleo
- Cimiento
- Coronación de terraplén
- Capa de forma
- Cuñas de transición
- Suelos seleccionados

- Suelos adecuados para la reposición de viales.

En general, estas terrazas están formadas por paquetes lenticulares de gravas generalmente silíceas, con abundantes bolos (>10 cm), mezcladas con arenas heterogranulares y algo a bastante matriz arcillosa. Sobre estos paquetes granulares es muy frecuente, casi mayoritaria, la presencia de un horizonte superficial limoso, que corresponde con los últimos rellenos de la sedimentación de las terrazas. También es frecuente que sobre los materiales granulares se hayan acumulado depósitos de glacia, mezclas variables de limos, arenas y cantos, aunque con espesor reducido. La potencia media que pueden alcanzar estas terrazas está comprendida entre 5 m y 8 m; sin embargo, existen espesores de hasta 15 m o mayores.

Bajo estas características generales, se han seleccionado una serie de zonas susceptibles de ser utilizadas como préstamos de materiales, repartidas cerca de las alternativas planteadas y libres de condicionantes medioambientales o patrimoniales. Estas áreas se corresponden con depósitos cuaternarios de edad Pleistocena. De acuerdo con el procedimiento seguido se ha detectado un total de 34 áreas susceptibles de ser investigadas en próximas fases de estudio, como zonas de préstamo. En la siguiente tabla se enumeran los parajes seleccionados, sus coordenadas, el tramo y litología a la que pertenecen, así como la superficie y volumen que se ha estimado aprovechable.

En la planta 5.5 PLANTA DE SITUACION DE PRÉSTAMOS, de este anejo, se muestran tanto las áreas elegidas para la extracción de material, como aquellos parajes ocupados por diferentes usos, por lo tanto, limitantes.

Préstamo nº	Tramo	nº	P.K. Aprox.	Lat	long	Lito	Hoja Geo	Area	Prof Estimada	volumen
1	PAET Plasencia	1	1+000	41°44'34.01"N	1°12'29.39"O	19	Pedrola	210.307	4	841.228
2	T4 sur		2+000	41°43'48.59"N	1°12'16.95"O	19	Pedrola	333.900	2	1.053.272
3	T4 sur		0+000	41°44'34.01"N	1°12'29.39"O	19	Pedrola	490.704	2	981.408
4	4-AP-	1	403+000	41°41'21.73"N	1°10'12.22"O	16	Alagón	197.760	4	791.040
5	1-S-	1	108+000	41°46'1.95"N	1°14'35.69"O	19	Pedrola	439.520	5	2.197.600

6	1-S-	1	109+500	41°46'25.73"N	1°15'13.05"O	19	Pedrola	388.536	5	1.942.680
7	1-S-	1	110+500	41°46'57.05"N	1°15'16.66"O	19	Pedrola	125.570	9	1.130.130
8	1-S-	2	108+000	41°46'16.30"N	1°13'22.41"O	22	Pedrola	136.090	4	544.360
9	1-S-	2	112+000	41°47'32.23"N	1°15'19.86"O	22	Pedrola	156.930	4	627.720
10	1-S-	2	113+000	41°48'27.32"N	1°15'45.63"O	21	Pedrola	57.193	4	228.772
11	1-S-	1	113+000	41°48'27.24"N	1°16'7.32"O	21	Pedrola	573.631	4	3.383.988
12	1-S-	2	114+000	41°48'50.64"N	1°16'13.18"O	21	Pedrola	58.944	4	235.776
13	1-S-	2	116+000	41°49'40.13"N	1°17'16.54"O	22	Pedrola	179.044	5	304.270
14	1-S-	1	116+000	41°49'25.60"N	1°17'44.53"O	21	Pedrola	173.400	4	693.600
15	2-S-	2	201+000	41°49'55.15"N	1°19'27.73"O	19	Pedrola	262.652	5	311.610
16	2-S-	2	205+000	41°50'54.23"N	1°21'56.44"O	10	Tauste	26.730	5	133.650
17	2-S-	2	206+000	41°51'3.64"N	1°22'18.71"O	10	Tauste	47.144	5	235.720
18	2-S-	3	207+000	41°51'20.36"N	1°22'19.37"O	10	Tauste	117.382	4	469.528
19	2-S-	1	207+500	41°51'16.09"N	1°22'38.00"O	10	Tauste	96.348	4	385.392
20	2-S-	2	217+500	41°54'47.13"N	1°28'9.24"O	12	Tauste	71.217	4	284.868
21	2-S-	2	219+000	41°55'24.87"N	1°29'1.32"O	8	Tauste	71.065	3	213.195
22	2-S-	3	223+500	41°56'56.77"N	1°31'17.50"O	16	Tarazona	356.143	2	712.286
23	2-S-	3	225+500	41°57'59.77"N	1°31'58.24"O	12	Tarazona	118.365	2	236.730
26	2-S-	3	228+000	41°59'9.02"N	1°32'35.96"O	12	Tarazona	402.836	3	1.208.508
27	2-S-	1	232+000	42° 0'29.55"N	1°34'53.89"O	9	Tudela	82.023	2	164.046
28	2-S-	3	232+500	42° 1'1.12"N	1°34'44.54"O	14	Tudela	142.670	3	456.516
29	2-S-	3	233+000	42° 1'14.80"N	1°34'55.02"O	14	Tudela	135.769	1	175.088
30	2-S-	3	234+000	42° 1'51.22"N	1°35'34.54"O	14	Tudela	620.561	2	1.241.122
31	3-S-	1	308+500	42° 5'21.29"N	1°39'27.22"O	10	Tudela	414.504	2	829.008
32	3-S-	1	313+000	42° 7'23.11"N	1°39'38.44"O	12	Tudela	382.333	3	1.146.999
33	3-S-	1	314+500	42° 8'39.30"N	1°39'12.06"O	13	Tudela	174.940	3	524.820
34	3-S-	1	315+000	42° 8'56.97"N	1°39'31.35"O	13	Tudela	195.539	3	586.617
8	1-S-	2	108+000	41°46'16.30"N	1°13'22.41"O	22	Pedrola	--		-
4	4-AP-	1	403+000	41°41'21.73"N	1°10'12.22"O	16	Alagón	--		
35	4-AP-	2	406+000	41°40'51.93"N	1° 8'46.97"O	16	Alagón	62.719	4	250.876
36	4-AP-	3	413+000	41°38'24.56"N	1° 4'16.16"O	13	Zaragoza	325.986	4	1.303.944

Tabla 13.- Tabla de préstamos de materiales

Como se ha apuntado anteriormente, las características geotécnicas de estos suelos granulares, y su valor para su utilización más adecuada, habrán de ser analizadas en fases posteriores a este estudio, mediante los trabajos de reconocimiento y ensayos de laboratorio correspondientes.

En esta fase, se han delimitado las zonas, se ha calculado una superficie máxima y se ha multiplicado por un espesor estimado en función de las apreciaciones de campo, obteniéndose las cubicaciones máximas referidas en la Tabla anterior. Estos estudios posteriores deben de ir encaminados a la obtención de los siguientes factores:

- Geometría del préstamo: Extensión y profundidad de explotación más adecuada.
- Definición del corte estratigráfico (espesor de la capa de suelo vegetal, el posible horizonte superior de limos aluviales o de glaciares, espesor de gravas y arenas, nivel freático, etc.) y obtención de muestras alteradas de los distintos niveles litológicos atravesados.

7.5.2 Yacimientos granulares y rocosos.

Además de las zonas propuestas para la ubicación de préstamos, se ha realizado un inventario de los yacimientos granulares (graveras) y yacimiento rocoso (canteras) que se hallan en el entorno más inmediato al corredor analizado.

Además de las plantas extractivas anteriores, se han inventariado las plantas de hormigón que se encuentran en el ámbito del corredor estudiado. De la misma forma, se han señalado las plantas de aglomerado asfáltico, para las posibles reposiciones de tramos de carreteras afectadas por la implantación del eje ferroviario.

En la planta 5.6 MAPA DE YACIMIENTOS, de este anejo, se muestra la posición relativa con respecto a la traza de los yacimientos seleccionados.

YACIMIENTOS GRANULARES									
YACIMIENTO Nº	Tipo de material	COORDENADAS (ED50)		Empresa explotadora	Reservas o Producción	Posibles usos estimados	MUNICIPIO	PROVINCIA	Distancia al centro de alternativas (km)
		X	Y						
YG-1	Gravas y arenas	654746,3873	4622639,305	Grupo Mariano López Navarro	5.000.000 m3	Núcleo y cimiento normal de terraplén. Cimiento en condiciones de saturación. Cimiento drenante. Capa de coronación. Capa de forma y cuñas de transición. Suelos seleccionados o adecuados para viales. Zahorra artificial. Áridos para hormigones.	Grisén	Zaragoza	28,5
YG-2		646969,0672	4626011,109	Comercial Río Aragón. Siglo XXI	500.000 m3		Pedrola	Zaragoza	17,7
YG-3		645689,44	4626515,44	San Roque-Hormiperga	2.000.000 m3		Pedrola	Zaragoza	18,6
YG-4		645390,64	4627713,3	Arenas y gravas de Aragón, S.A.	5000000 m3		Pedrola	Zaragoza	15
YG-5		634121,0112	4637559,687	Hormigones Tramullas, S.L.	100.000 T/año		Mallén	Zaragoza	16,5
YG-6		609144,3196	4665892,826	Áridos Gamen, S.L.	800-900.000 m3		Tudela	Navarra	39,6
YG-7		606331,9823	4665718,908	Hormavasa	800-900.000 m3		Tudela	Navarra	42
YG-8		603700,9647	4669776,139	Hormigones Mapilo, S.L.	100-120.000 m3		Alfaro	Navarra	47
YG-9		658.259	4.617.205	Margalejo Campo S.L.	--		Zaragoza	Zaragoza	2
YG-10		659.723	4.617.566	Hormigones y Fabricados S.A.	--		Zaragoza	Zaragoza	9,7
YG-11		659.663	4.618.630	Áridos y Construcciones Pinseque S.L.	--		Zaragoza	Zaragoza	8,3
YG-12		666.324	4.616.664	Aricemex S.A.	--		Zaragoza	Zaragoza	12
YG-13		651.518	4.618.188	Mariano López Navarro S.A.	--		Bárboles	Zaragoza	0,2
YG-14		654.628	4.626.434	Alodes Hostelería S.L.	--		Alagón	Zaragoza	5,5
YG-15		658.057	4.616.478	Áridos Alierta S.L.	--		Zaragoza	Zaragoza	1,4
YG-16		666.361	4.616.722	Excavaciones Grasa S.L.	--		Zaragoza	Zaragoza	12
YG-17		667.190	4612696	Margalejo Campo S.L.	--		Zaragoza	Zaragoza	2,9
YG-18		6766691	4610065	Áridos La Paz	--		Zaragoza	Zaragoza	2,3
YG-19		660041	4616639	Hormigones y Fabricados S.A.	--		Zaragoza	Zaragoza	5

Tabla 14.- Tabla de yacimientos granulares

YACIMIENTOS ROCOSOS									
YACIMIENTO Nº	Tipo de material	COORDENADAS (ED50)		Empresa explotadora	Reservas o Producción	Posibles usos estimados	MUNICIPIO	PROVINCIA	Distancia al centro de alternativas (km)
		X	Y						
YC-1	Calizas jurásicas	637870,0558	4597014,5	Ania, S.A.	Indeterminada	Escollera. Pedraplén. Capa de forma y cuñas de transición. Posible sub-balasto. Suelos seleccionados para viales. Zahorra artificial. Áridos para hormigones	Calatorao	Zaragoza	54,5
YC-2	Calizas jurásicas	630798,9554	4601831,3	Placas del Jalón, S.L.	Indeterminada		Ricla	Zaragoza	44,5
YC-3	Calizas terciarias	615720,81	4634008,4	Bulbunte, S.L.	50-100.000 m3		Bulbunte	Zaragoza	22,6
YC-4	Calizas jurásicas	590590,42	4658222,25	Trituraciones móviles, S.A.	1500 T/día		Fitero	Navarra	58,6
YC-5	Calizas jurásicas	580792,6803	4657510,515	Cantera El Cerro, S.L.	150 T/hora		Igea	La Rioja	68
YC-6	Calizas jurásicas	584731,13	4634416,8	Hormicemex, S.A.	2000 T/día		Ágreda	Soria	59
YC-SF	Ofitas	512526,82	4719192,38	Ofitas San Felices, S.A.	>3.000.000 m3	Sub-balasto y balasto. Aglomerado asfáltico	San Felices	La Rioja	125
YC-ELZ	Ofitas	603178,4	4764783,44	Viaria, S.A.	>3.000.000 m3		Eitzaburu	Navarra	160

Tabla 15.- Tabla de yacimientos rocosos

PLANTAS DE SUMINISTRO							
Planta Nº	Tipo de material	Coordenadas (ED50)		Empresa explotadora	MUNICIPIO	PROVINCIA	Distancia al centro de alternativas (km)
		X	Y				
PH-1	Hormigón	654746,3873	4622639,305	Grupo Mariano López Navarro	Grisén	Zaragoza	28,5
PH-2	Hormigón	645689,44	4626515,44	San Roque-Hormiperga	Pedrola	Zaragoza	18,6
PH-3	Hormigón	634121,0112	4637559,687	Hormigones Tramullas, S.L.	Mallén	Zaragoza	16,5
PH-4	Hormigón	615694,91	4631137,78	Hormigones Cabello, S.L.	Bulbunte	Zaragoza	19,6
PH-5	Hormigón	606652,4954	4639291,861	Hormigones Cabello, S.L.	Tarazona	Zaragoza	34,5
PH-6	Hormigón	598574,7634	4657937,238	Hormigones H.B., S.A.	Cintruéñigo	Navarra	52
PA-1	Aglomerado asfáltico	654746,3873	4622639,305	Grupo Mariano López Navarro	Grisén	Zaragoza	28,5
PA-2	Aglomerado asfáltico	627089,7109	4648949,7805	Asfaltos Biurum, S.A.	Buñuel	Navarra	21,5

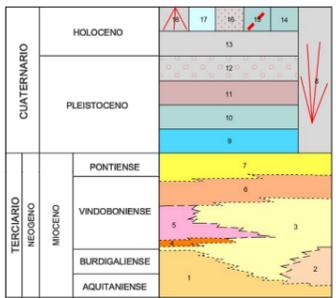
Tabla 16.- Tabla de plantas de suministro

APÉNDICES

APÉNDICE 1. PLANO GEOLOGICO

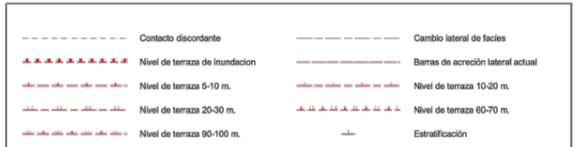
TAUSTE
321
26-13

LEYENDA



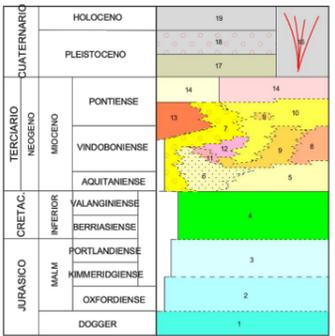
- 18 Conos de deyección.
- 17 Islas fluviales.
- 16 Barra de acreción lateral actual.
- 15 Meandro abandonado.
- 14 Terraza de inundación (lanura aluvial):
Gravas, arenas, limos y arcillas.
- 13 Terraza 5 del Ebro, glaciares y aluvial en la zona de los afluentes: gravas, arenas, limos y arcillas.
- 12 Terraza 4 y glaciares: gravas más o menos cementadas con niveles de caliche y materia orgánica.
- 11 Terraza 3 y glaciares: gravas poco cementadas.
- 10 Terraza 2 y glaciares: gravas con costra de caliche.
- 9 Terraza 1: gravas con costra de caliche.
- 8 Glaciares: gravas, arenas y limos.
- 7 Yesos, arcillas y limos yesíferos.
- 6 Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con calizas arcillosas blanquecinas.
- 5 Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos con calizas arcillosas blanquecinas y areniscas (paleocanales).
- 4 Yesos y arcillas calcáreas grises.
- 3 Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de areniscas y limolitas muy eventualmente.
- 2 Yesos, arcillas, limos y esporádicamente areniscas (paleocanales).
- 1 Arcillas calcáreas pardo rojizas y grises con calizas arcillosas blanquecinas.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



TARAZONA
320
25-13

LEYENDA



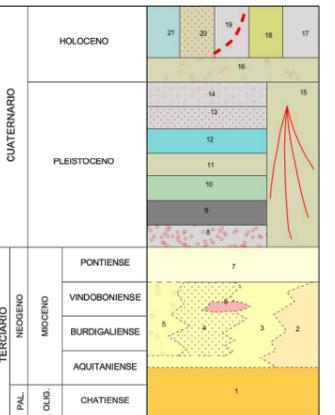
- 19 Terraza de inundación y terraza superior del Queiles fondo aluvial y glaciares: gravas, arenas, limos y arcillas.
- 18 Terraza 2 del Ebro y glaciares: gravas más o menos cementadas con niveles de caliche y materia orgánica (entre 10 y 20 m).
- 17 Terraza 1 del Ebro. Gravas poco consolidadas con abundante matriz arenosa (entre 60 y 80 metros).
- 16 Glaciares: gravas, arenas y limos.
- 15 Conglomerados poco consolidados, de matriz arenosa-limosa.
- 14 Calizas de algas.
- 13 Conglomerados masivos muy cementados con lentigiones areniscosos.
- 12 Arcillas y limos rojos con canales de conglomerados y areniscas.
- 11 Arcillas y limos pardo rojizos y grises con calizas arcillosas blanquecinas, areniscas y canales conglomeráticos areniscosos.
- 10 Arcillas y limos pardo rojizos y grises con canales conglomeráticos areniscosos, areniscas, arenas, calizas arcillosas blanquecinas con sílex, calizas arenosas, margas limolíticas con sílex, yesos y limos yesíferos.
- 9 Yesos con sílex, arcillas y limos yesíferos rojos.
- 8 Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas.
- 7 Conglomerados, areniscas, arcillas y limos rojos.
- 6 Arcillas y limos pardo rojizos con canales conglomeráticos y areniscosos esporádicamente algunas capas de yesos.
- 5 Arcillas calcáreas y limos rojos y grises con delgadas capas de areniscas, limolitas y muy eventualmente yesos.
- 4 Margas verdes, más o menos limolíticas, calizas castañas y alternancia de cuarzoareniscas, limolitas y arcillas de color verde con raras intercalaciones de caliza.
- 3 Areniscas y microconglomerados.
- 2 Margas arenosas, calizas con esponjas en la base.
- 1 Calizas y margas.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



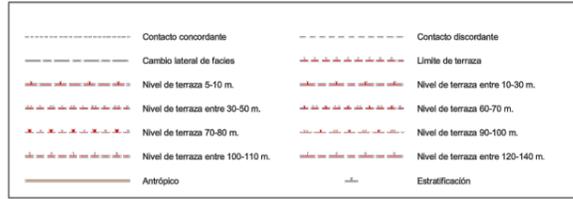
TUDELA
282
25-12

LEYENDA



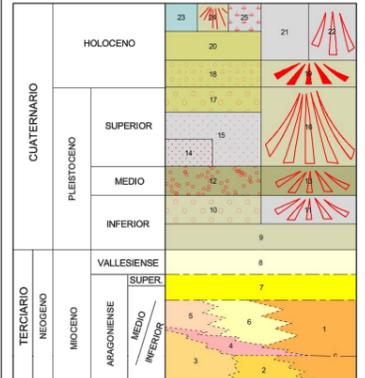
- 21 Islas fluviales.
- 20 Barras de acreción lateral actual.
- 19 Meandro abandonado.
- 18 Relleno de valle: limos con cantos sueltos.
- 17 Lanura aluvial, terraza inferior: gravas, arenas, limos y arcillas.
- 16 Terraza 8 del Ebro+glaciares+aluvial en la zona de los afluentes: gravas, arenas, limos y arcillas.
- 14 Terraza 7 gravas, arenas, limos y arcillas.
- 13 Terraza 6 gravas, arenas, limos y arcillas.
- 12 Terraza 5 + glaciares, gravas, arenas, limos y arcillas.
- 11 Terraza 4 gravas, arenas, limos y arcillas.
- 10 Terraza 3 conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.
- 9 Terraza 2 conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.
- 8 Terraza 1 conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.
- 7 Conglomerados poco cementados con matriz de arenas y limos.
- 6 Calizas grises blanquecinas con nódulos de sílex.
- 5 Conglomerados, areniscas, limos y arcillas rojas. F. Filero.
- 4 Facies de canales conglomeráticos alternando con areniscas, limos, arcillas. Abundante presencia de yeso. F. Cascante.
- 3 Arcillas, limos rojos con intercalación de areniscas poco cementadas. F. Alfaro.
- 2 Arcillas, limos rojos con calizas arcillosas lacustres y capas finas de areniscas. F. Tudela.
- 1 Arcillas, limos y yesos. F. Lerin.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



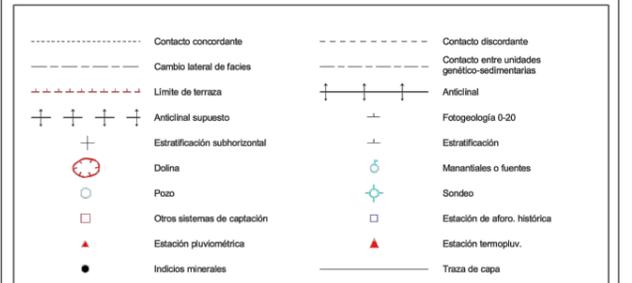
ZARAGOZA
383
27-15

LEYENDA



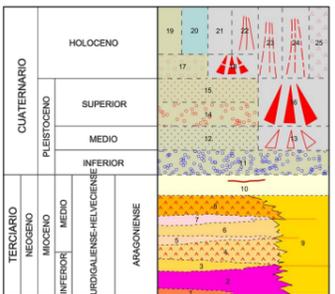
- 25 Arcillas y limos. Humedal.
- 24 Cantos, arenas y limos. Conos de deyección.
- 23 Gravas, arenas y limos. Aluvial actual.
- 22 Gravas y cantos en matriz limo-arcillosa. Glaciares actual-subactual.
- 21 Cantos, limos yesíferos y arcillas. Fondos de valle planos y cuaternario indiferenciado.
- 20 Cantos, arcillas y limos. Lanura de inundación.
- 19 Cantos en matriz limo-arcillosa. Glaciares.
- 18 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 17 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 16 Cantos en matriz limo-arcillosa. Glaciares.
- 15 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 14 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 13 Cantos en matriz limo-arcillosa. Glaciares.
- 12 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 11 Cantos en matriz limo-arcillosa. Glaciares.
- 10 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 9 Gravas, arenas, limos y arcillas de terrazas fluviales.
- 8 Calizas y margas. UNIDAD SAN CRAPASIO.
- 7 Margas grises y calizas. UNIDAD MONTES DE CASTEJÓN.
- 6 Yesos nodulares, margas y arcillas ocreas.
- 5 SIERRA DE PALLERUELO-MONTE DE LA SORA
- 4 Arcillas rojas y areniscas. U. SIERRA DE PALLERUELO-MONTE DE LA SORA
- 3 Conglomerados, microconglomerados y areniscas. U. SIERRA DE PALLERUELO-MONTE DE LA SORA
- 2 Areniscas y arcillas rojas con niveles de conglomerados. U. REMOLINOS-LANAJA.
- 1 Yesos tabulares y nodulares de aspecto masivo, con niveles de lutitas. TRAMO COMPRESIVO EVAPORITICO

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



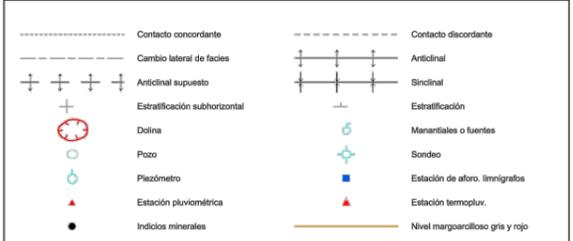
ALAGÓN
354
27-14

LEYENDA



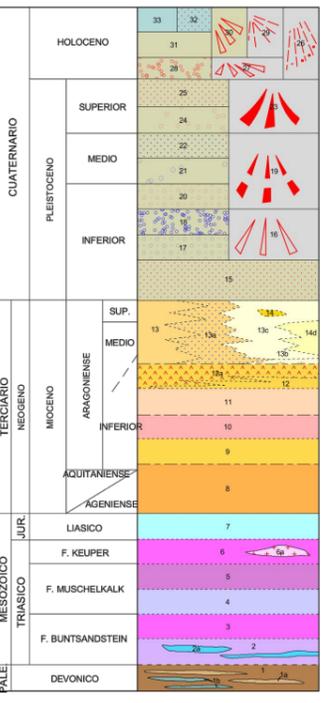
- 25 Limos, arenas y gravas. Depósitos de fondo de dolina y Cuaternario indiferenciado
- 24 Limos, gravas, arenas y arcillas. Conos de deyección
- 23 Cantos, gravas, bloques, limos y arcillas. Depósitos coluviales
- 22 Cantos, limos, arenas y gravas. Glaciares
- 21 Limos y arcillas. Areas Cmedas
- 20 Limos, arenas y gravas. Depósitos de fondo de valle y aluvial actual
- 19 Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Lanura de inundación
- 18 Cantos, gravas, arenas y limos. Glaciares
- 17 Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depósitos de terraza
- 16 Cantos, gravas, arenas y limos. Glaciares
- 15 Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas
- 14 Depósitos de terraza
- 13 Cantos, gravas, arenas y limos. Glaciares
- 12 Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas
- 11 Depósitos de terraza
- 10 Calizas margosas, margas y sílex
- 9 Yesos blancos nodulares alabastrinos
- 8 Yesos blancos nodulares alabastrinos
- 7 Lutitas y arcillas rojas
- 6 Yesos blancos nodulares alabastrinos
- 5 Lutitas y arcillas rojas
- 4 Yesos blancos nodulares alabastrinos
- 3 Lutitas y arcillas rojas
- 2 Yesos blancos nodulares alabastrinos
- 1 Arcillas rojas y grises y niveles de halita

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



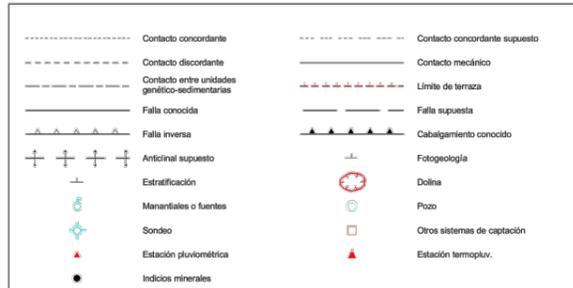
PEDROLA
353
26-14

LEYENDA



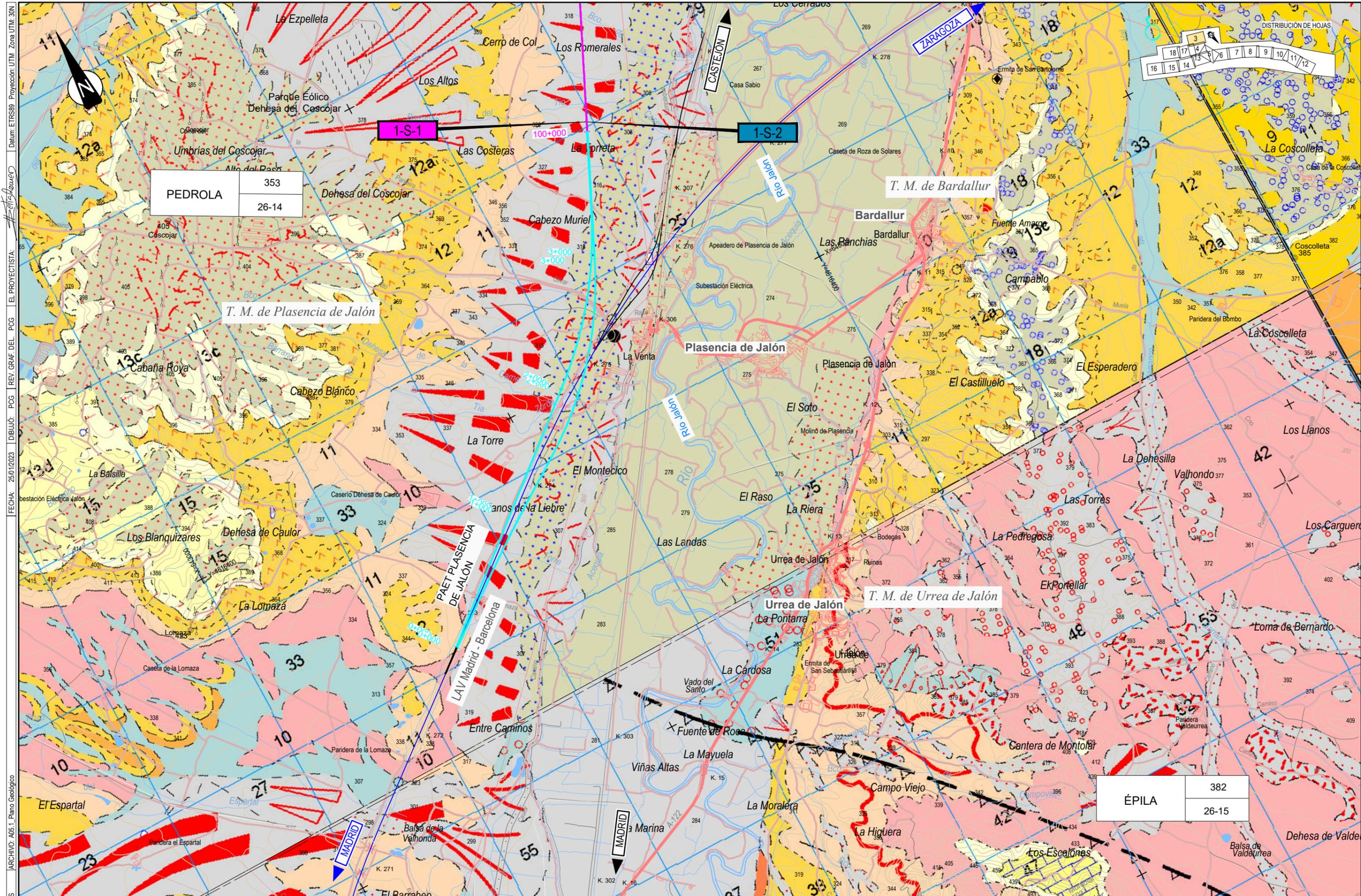
- 33 Limos, arenas y cantos de fondo de valle y cauces actuales.
- 32 Limos con depósitos evaporíticos.
- 31 Arcillas y arenas con cantos rodados de lanura de inundación.
- 29 Conglomerados, gravas y arenas de conos aluviales.
- 28 Arcillas y cantos de depósitos de ledera.
- 16, 19, 23, 27, 30 Limos, lutitas y cantos de glaciares.
- 15, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 28 Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.
- 14 Calizas de gasterópodos.
- 13 Conglomerados. U. Montes de Castejón.
- 13a Areniscas y lutitas carbonatadas rojas. U. Montes de Castejón.
- 13b Margas pánidas. U. Montes de Castejón.
- 13c Alternancia de calizas y margas.
- 13d Yesos nodulares y tabulares con limos y calizas. Monte de la Sora - U. Pallaruelo.
- 12 Yesos tabulares con capas y láminas de dolomicitas. Monte de la Sora - U. Pallaruelo.
- 12a Dolomicitas con niveles de yeso y lutitas rojas. Monte de la Sora - U. Pallaruelo.
- 11 Lutitas rojas y lutitas carbonatadas grises con láminas de areniscas grises y micáceas. Monte de la Sora - U. Pallaruelo.
- 10 Yesos tabulares y laminares. U. Remolinos-Lanaja.
- 9 Lutitas rojas con intercalaciones de yesos tabulares-nodulares. U. Remolinos - Lanaja.
- 8 Yesos y dolomicitas. U. Bujaraloz - Sariñena.
- 7 Dolomicitas y micritas negras con laminaciones.
- 6 Areniscas, lutitas policolores y yesos, con Orlas.
- 5 Dolomitas.
- 4 Margas grises con láminas de areniscas.
- 3 Lutitas rojas con intercalaciones de areniscas.
- 2 Alternancia de areniscas y lutitas rojas.
- 2a Conglomerados y areniscas (paleocanales)
- 1 Alternancia de cuarzitas, areniscas y pizarras.
- 1a Pizarras.
- 1b Barras cuarzíticas.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



TRAMO		T-1		T-2				T-3		
Hoja MAGNA		PEDROLA		353 26-14	TAUSTE	321 26-13	TARAZONA	302 25-13	TUDELA	282 25-11
CUATERNARIO	HOLOCENO	33.-Limos, arenas y cantos de fondo de valle y cauces actuales.		8.-Glacis : Gravas , arenas y limos.	18.- Conos de deyección.	16.-Barras de acrecion lateral actual.	19.-Terraza de inundación y terraza superior del Queiles fondo aluvial y glacis: Gravas, arenas , limos y arcillas.	16.-Terraza 8 del Ebro+glacis+aluvial en la zona de afluentes: Gravas, arenas, limos y arcillas.		
		27.-Limos lutitas y cantos de glacis.			13.-Terraza 5 del Ebro, glacis y aluvial en la zona de los afluentes: Gravas, arenas, limos y arcillas.			12.-Terraza 4 y glacis: Gravas mas o menos cementadas con niveles de caliche y MO.	17.-Terraza 1 del Ebro: Gravas poco consolidadas con abundante matriz arenosa.	14.-Terraza 7: Gravas, arenas, limos y arcillas.
	PLEISTOCENO MEDIO	19.-Limos lutitas y cantos de glacis.	22.- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial.		11.-Terraza 3 y glacis: Gravas poco cementadas.					15.-Glacis: Limos y arcillas con gravas sueltas.
			21.- Conglomerados, gravas, y arenas de terraza aluvial.		10.-Terraza 2 y glacis: Gravas con costra de caliche.			10.-Terraza 3: Conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.	9.-Terraza 2: Conglomerado, gravas, limos y arcillas y presencia de costras calcáreas.	
TERCIARIO	NEOGENO MIOCENO	VINDOBONIENSE		6.-Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas.	3.-Arcillas calcáreas y limos rojizos y grises con capas delgadas de arenisca y limolitas y eventualmente yesos	5.-Arcillas calcáreas , limos rojos y grises con delgadas capas de arenisca limolitas y muy eventualmente yesos.	11.-Arcillas y limos pardo rojizos y grises con calizas arcillosas blanquecinas, areniscas y canales conglomeráticos areniscosos.		3.-Fm Alfaro: Arcillas limos rojos con intercalación de areniscas poco cementadas.	
		BURDIGALIENSE		5.-Paleocanales: Arcillas calreas y limos pardo rojizos con calizas arcillosas blanquecinas y areniscas			8.- Arcillas calcáreas y limos pardo rojizos y grises con capas delgadas de calizas arcillosas blanquecinas.		2.-Fm Tudela: Arcillas, limos rojos con calizas arcillosas lacustres y capas finas de areniscas.	
		AQUITANIENSE		8.-Ud. Bujaraloz-Sarriena: Yesos y dolomicritas						

TRAMO		T-4						
Hoja MAGNA		PEDROLA		ALAGON		354 27-14	ZARAGOZA	383 27-15
CUATERNARIO	HOLOCENO	31.-Limos y arenas con cantos redondeados de llanura de inundación	29.-Conglomerados, gravas y arenas de conos aluviales.	19.-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Llanura de inundación	20.-Limos , arenas y gravas. Dep. de fondo de valle y aluvial actual.	22.- Cantos, limos, arenas y gravas. Glacis.	23.-Cantos, gravas, bloques, limos y arcillas. Depositos coluviales.	21.-Cantos, limos yesíferos y arcillas. Fondos de valleplanos y cuaternario indeferenciado.
		28.-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza	--	17.-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Depositos de Terraza	--			
	PLEISTOCENO	SUP	25.-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.		15.-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.		16.-Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.	16.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis.
		MED	22.-Conglomerados, gravas y arenas de terraza fluvial.	19.-Limos, lutitas y cantos de glacis.	12.-Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas.		13.- Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.	13.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis.
	INF	--	--	--	--	--	--	
TERCIARIO	NEOGENO MIOCENO	ARAGONIENSE		9.-Yesos blancos nodulares alabastrinos.		1.-Yesos tabulares y nodulares de aspecto masivo, con niveles de lutita. TRAMO COMPRES		



CODIGO: 511018006060ES | ARCHIVO: A05.1_Plano Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsRouer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

PEDROLA	353
	26-14

ÉPILA	382
	26-15

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

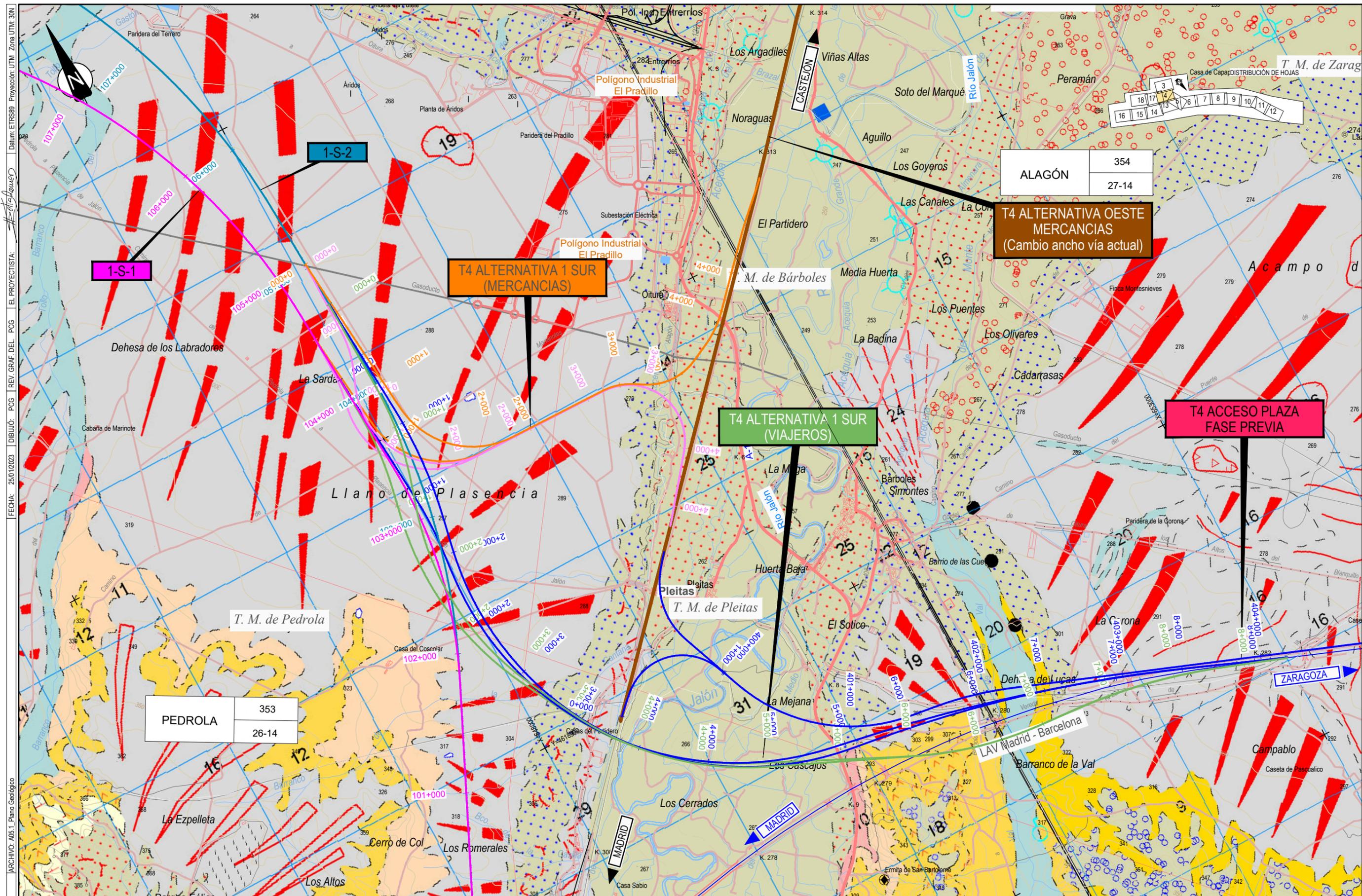
Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 3 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



1-S-1

1-S-2

T4 ALTERNATIVA 1 SUR (MERCANCÍAS)

T4 ALTERNATIVA 1 SUR (VIAJEROS)

ALAGÓN 354 27-14

T4 ALTERNATIVA OESTE MERCANCÍAS (Cambio ancho vía actual)

T4 ACCESO PLAZA FASE PREVIA

PEDROLA 353 26-14

FECHA: 25/01/2023 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: #EltsbauerD Datum: ETRS89 Proyección: UTM. Zona UTM: 30N CODIGO: 5110180060605 ARCHIVO: AG5.1 Plano Geológico



GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

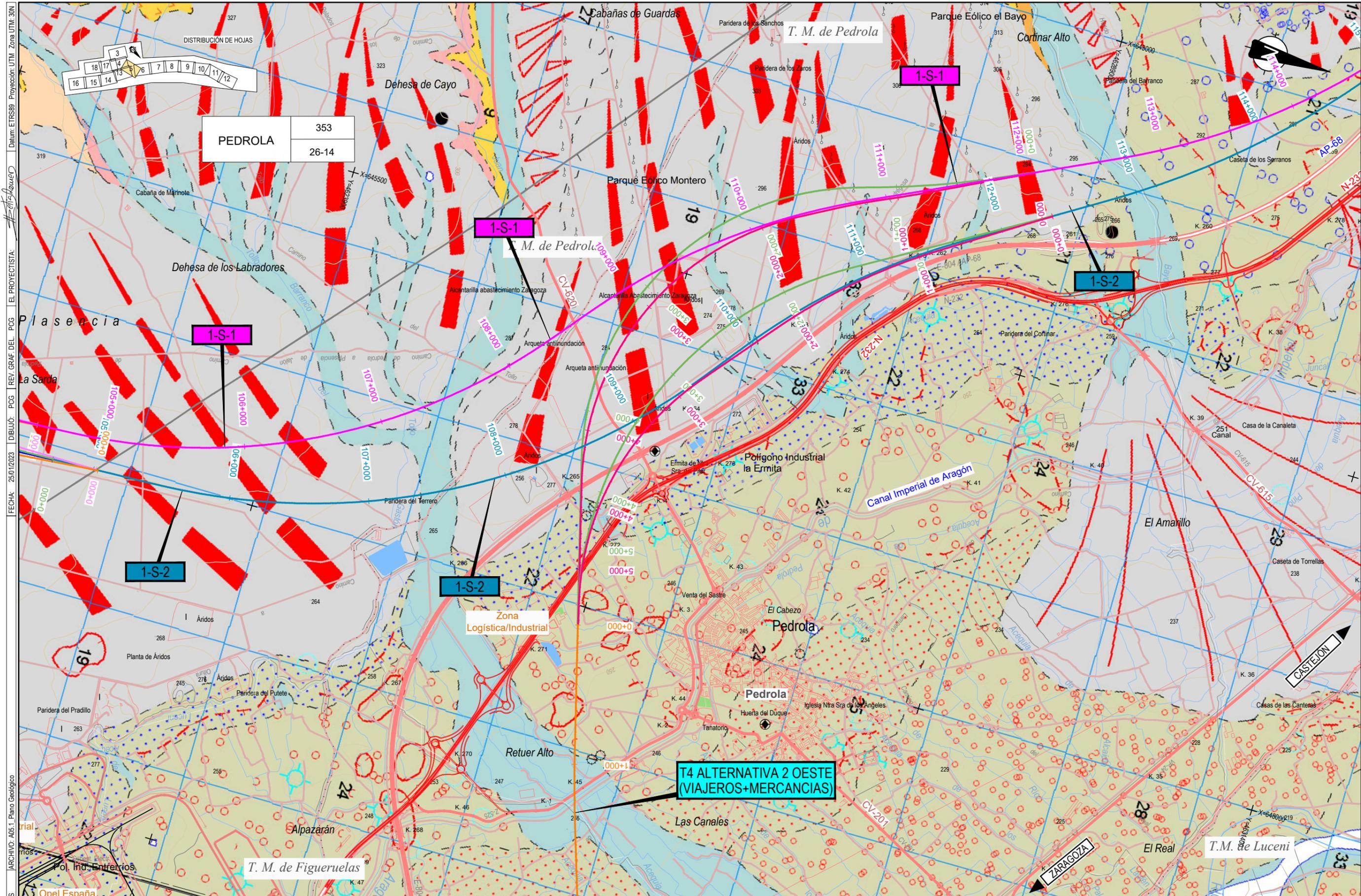
AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000
 Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023
 Nº DE PLANO:
 5.1
 Hoja 4 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



PEDROLA	353
	26-14

CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #Eltsbauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

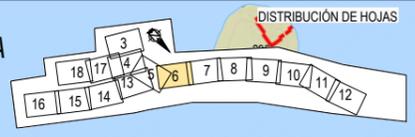
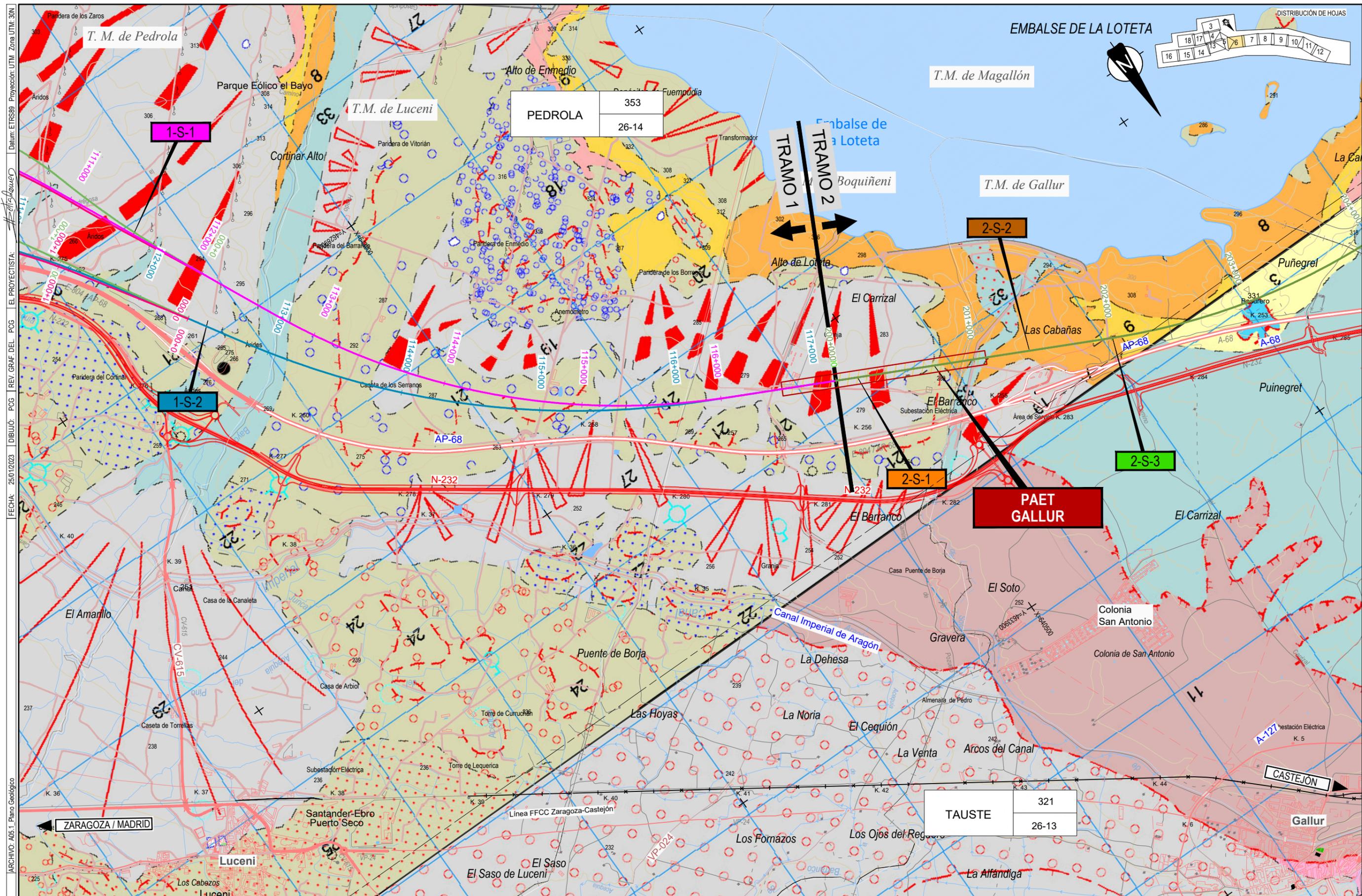
Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 5 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



FECHA: 25/01/2023 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: #elshower
 ARCHIVO: 511018006060ES A05.1. Plano Geológico

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

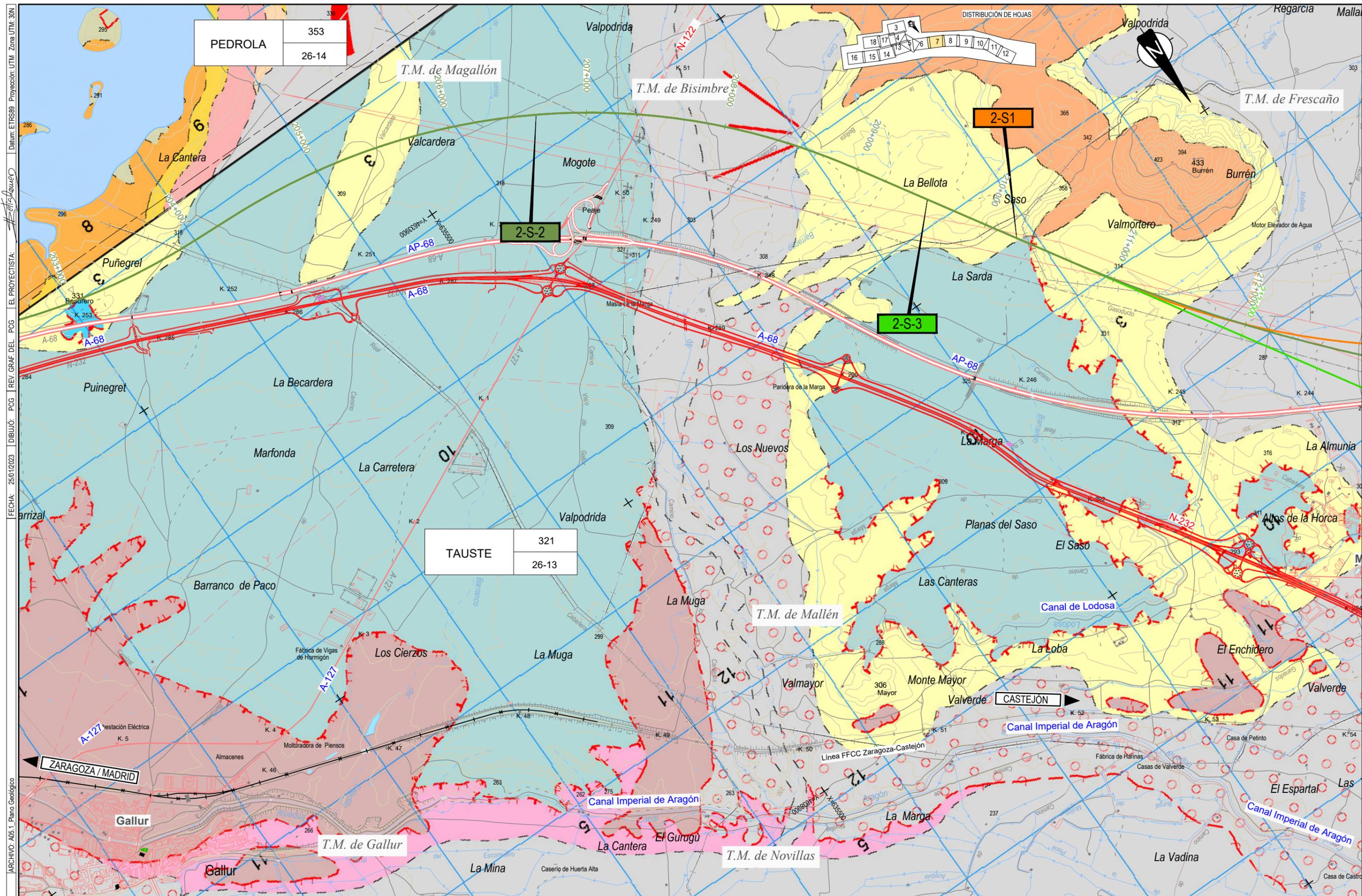
Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 6 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



PEDROLA
353
26-14

TAUSTE
321
26-13



CODIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológicos | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: *Elisbauer* | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM. Zona UTM: 30N

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

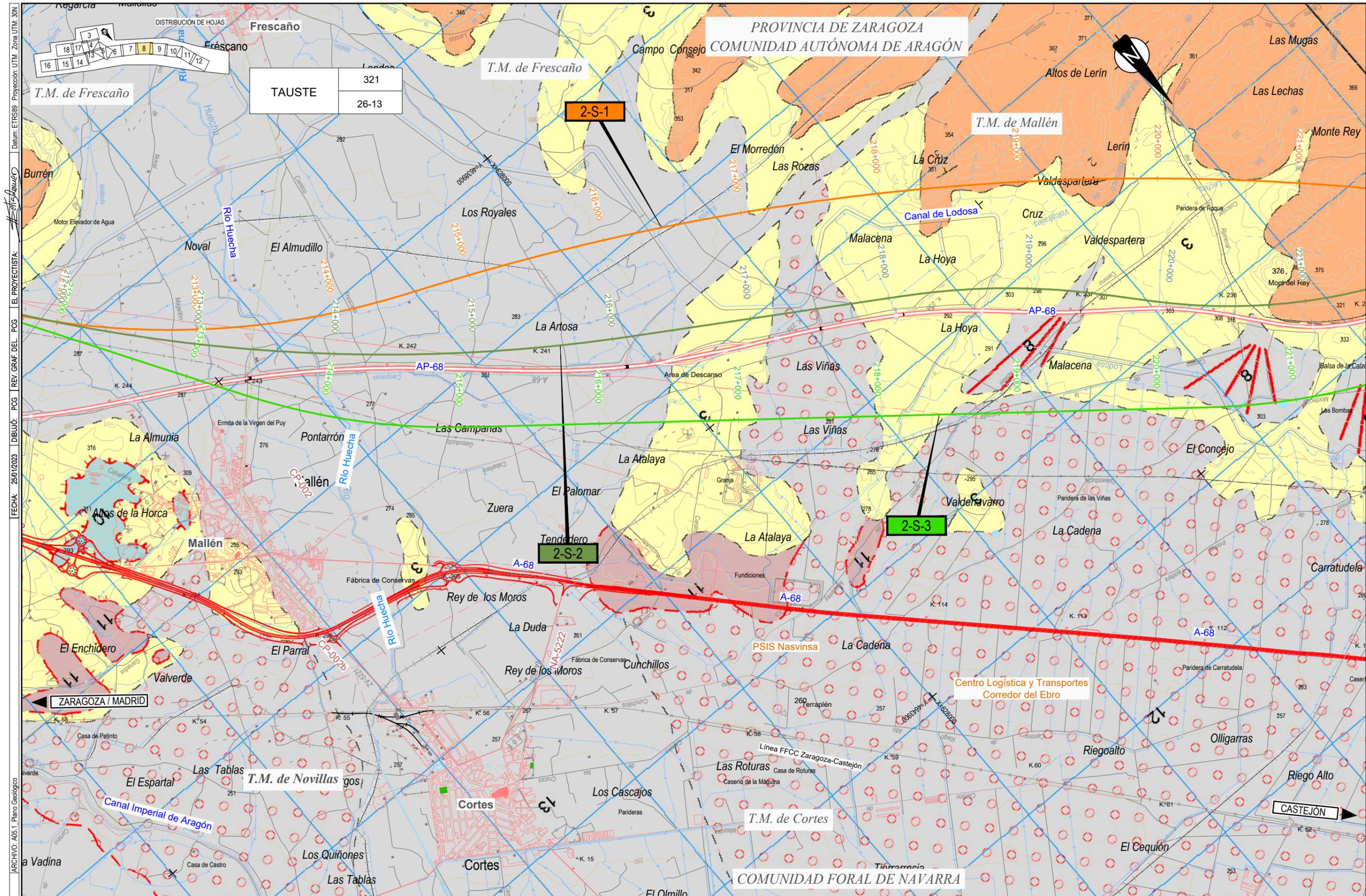
Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 7 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO

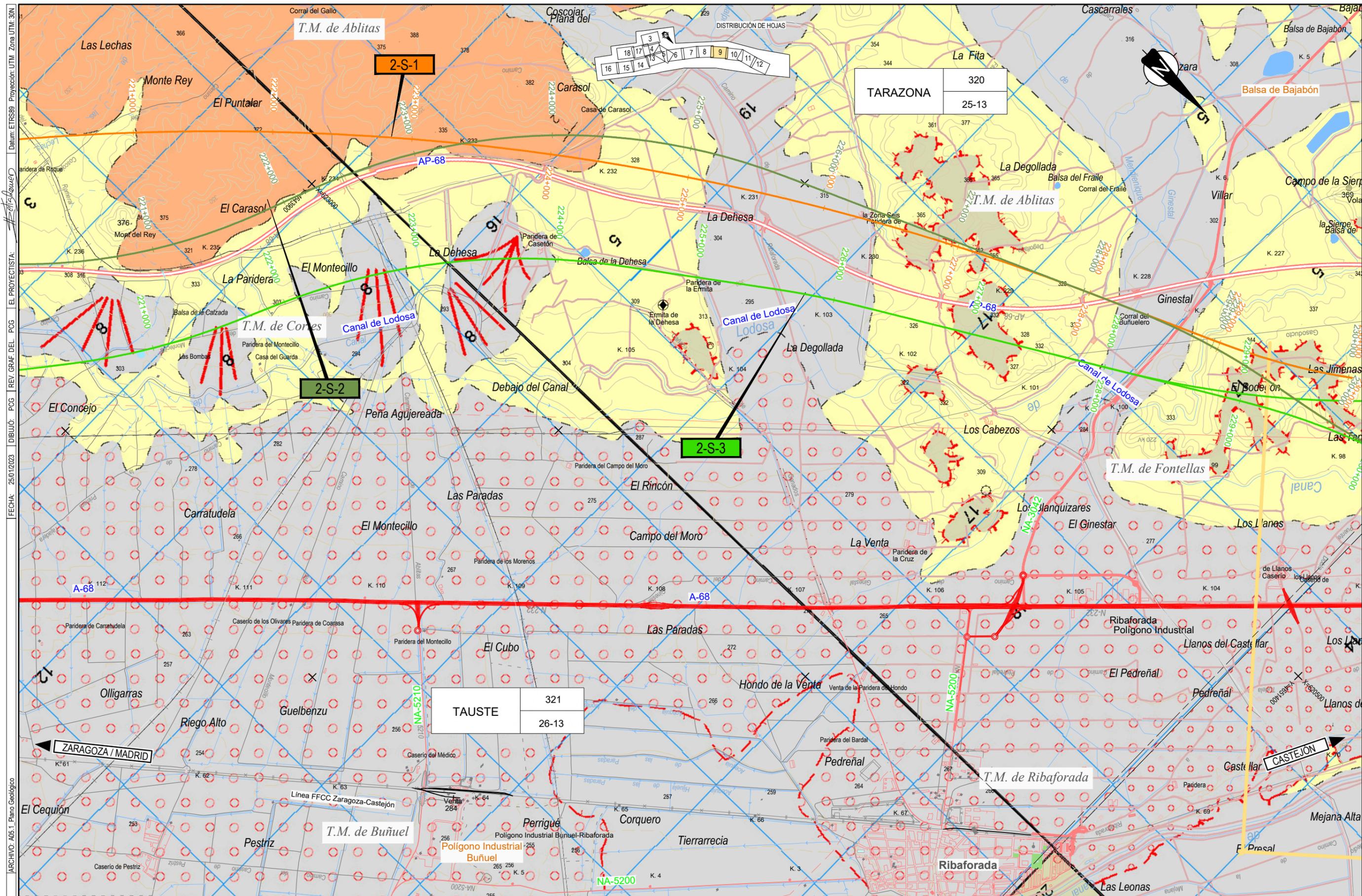


CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N



TAUSTE	321
	26-13

<p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p> <p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p> <p>DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD</p> <p>TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO</p> <p>DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA</p> <p>A1 1:12.500</p> <p>A3 1:25.000</p> <p>Númerica Gráfica</p>	<p>FECHA</p> <p>MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5.1</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>GEOLOGÍA Y GEOTECNIA</p> <p>PLANO GEOLÓGICO</p>
						<p>Hoja 8 de 18</p>	



CODIGO: 5110180060605 | ARCHIVO: AG5.1_Plan0 Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #Eltsbauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO
DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

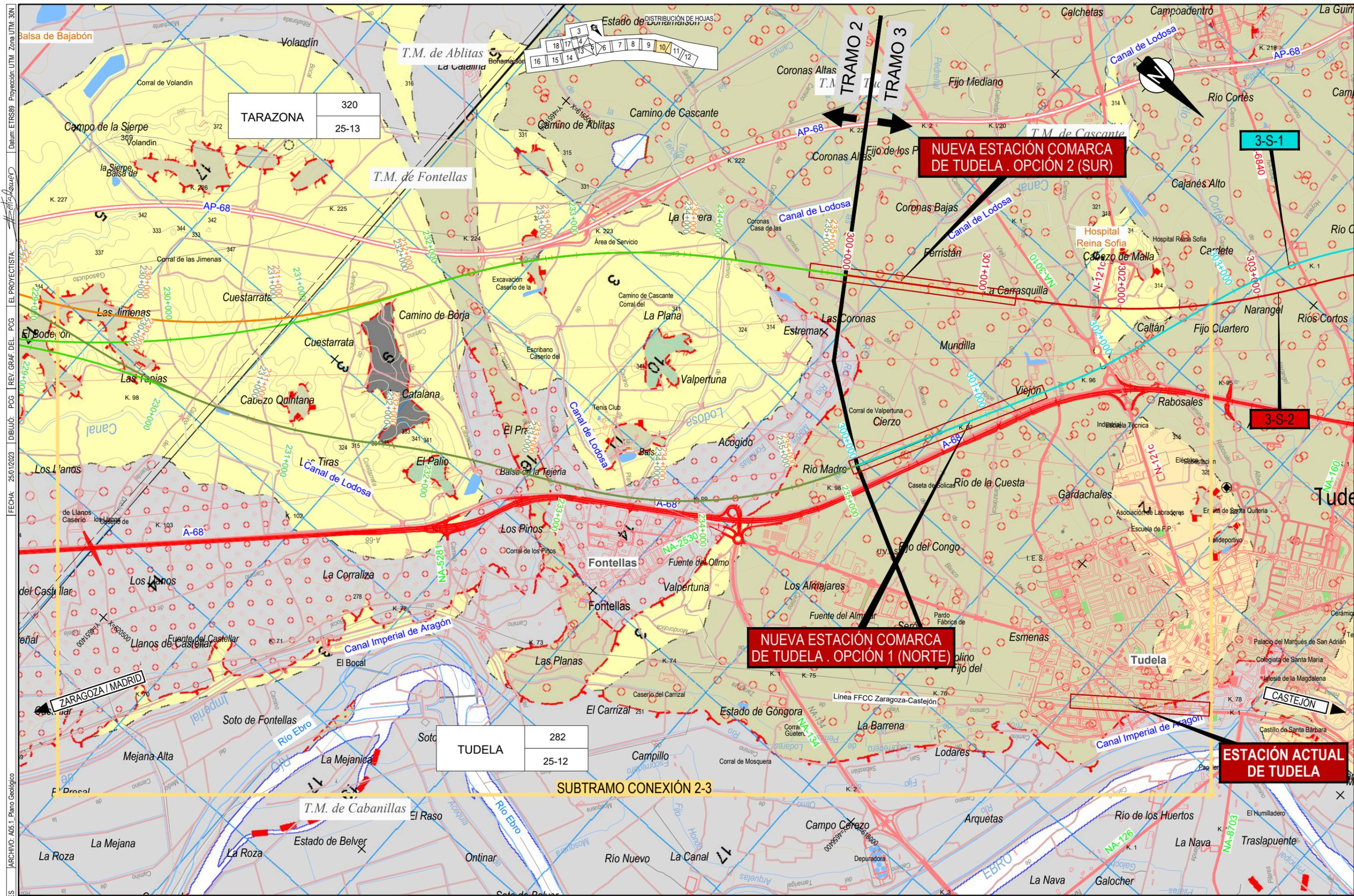
Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 9 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



TARAZONA	320
	25-13

TUDELA	282
	25-12

CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Plano Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #elshauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N


GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

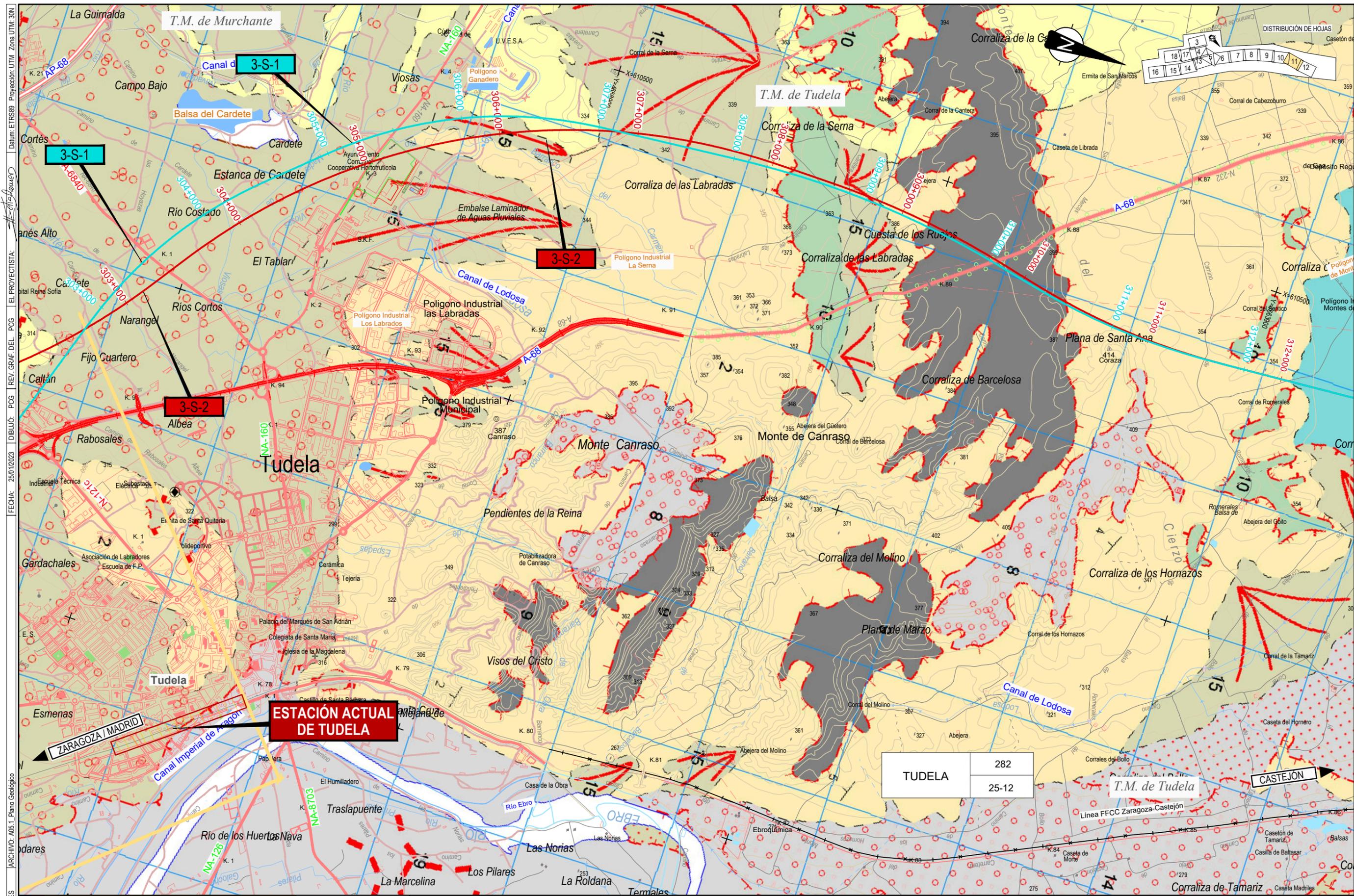
ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000


FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 10 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANO GEOLÓGICO



TUDELA	282
	25-12

CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsBauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

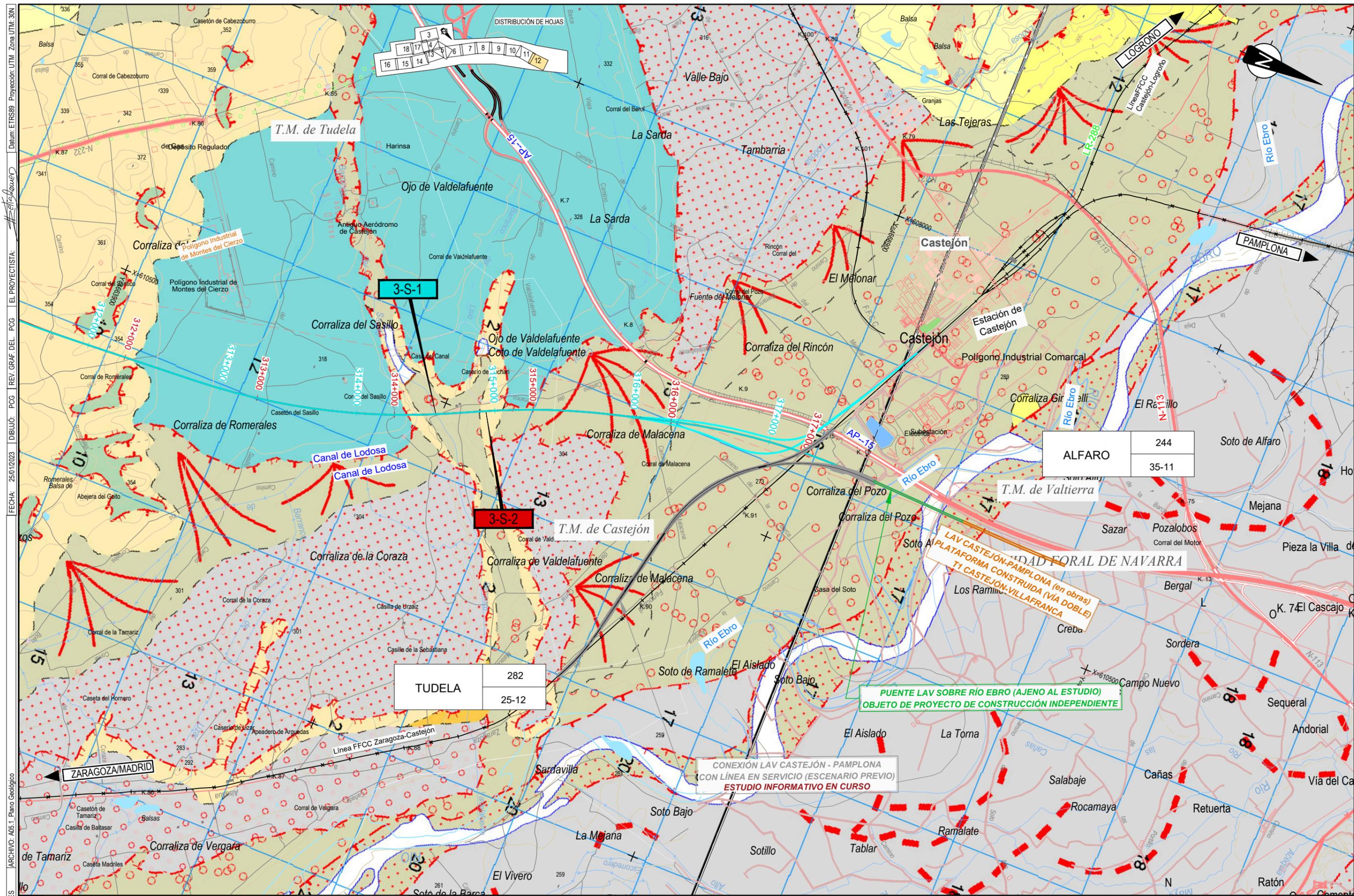
Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 11 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: *#eltshauer* | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

TUDELA	282
	25-12

ALFARO	244
	35-11

**PUENTE LAV SOBRE RÍO EBRO (AJENO AL ESTUDIO)
 OBJETO DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN INDEPENDIENTE**

**CONEXIÓN LAV CASTEJÓN - PAMPLONA
 (CON LÍNEA EN SERVICIO (ESCENARIO PREVIO)
 ESTUDIO INFORMATIVO EN CURSO**

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

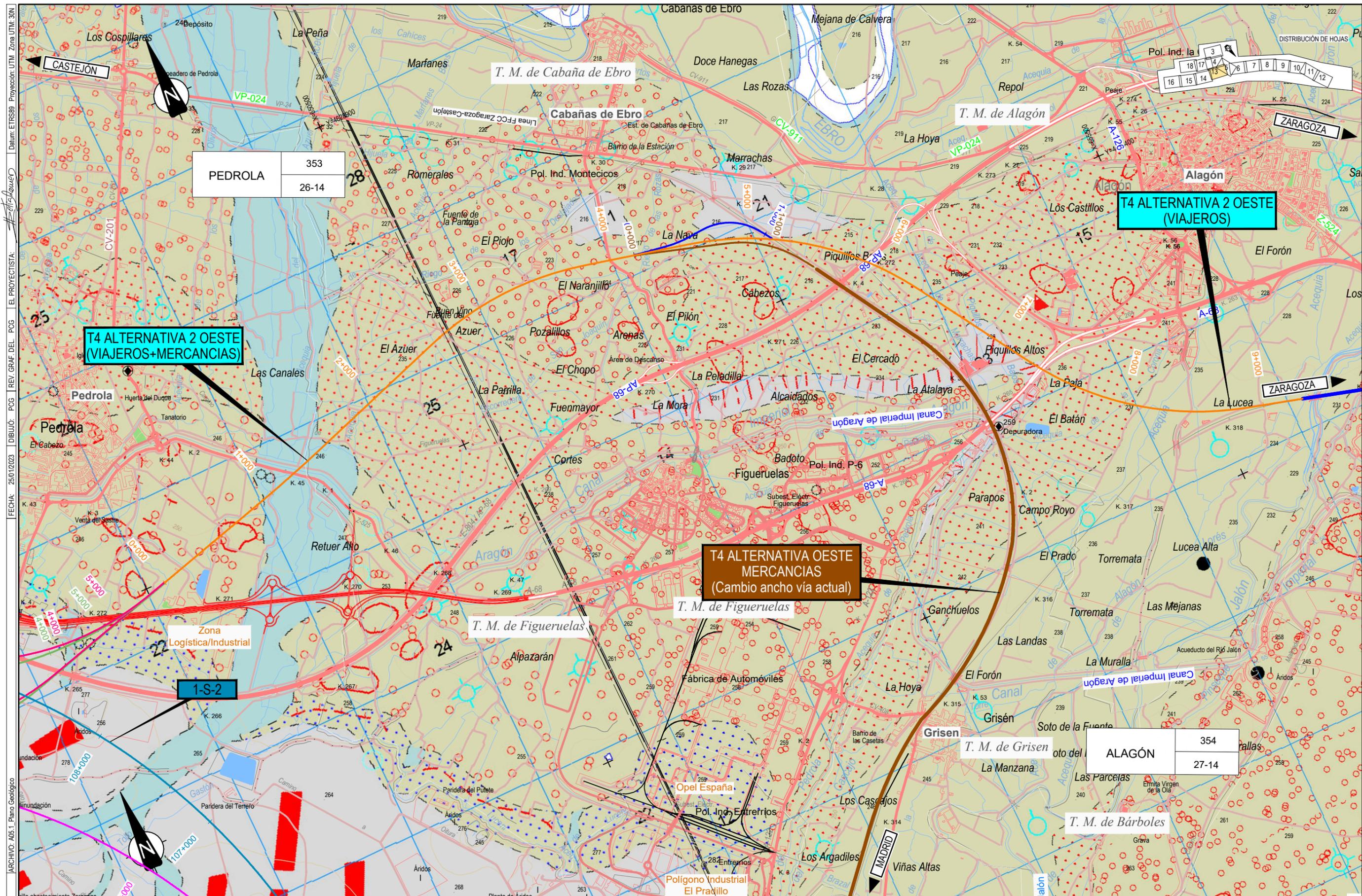
ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.1

Hoja 12 de 18

TÍTULO DEL PLANO
**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO**



PEDROLA	353
	26-14

T4 ALTERNATIVA 2 OESTE (VIAJEROS+MERCANCIAS)

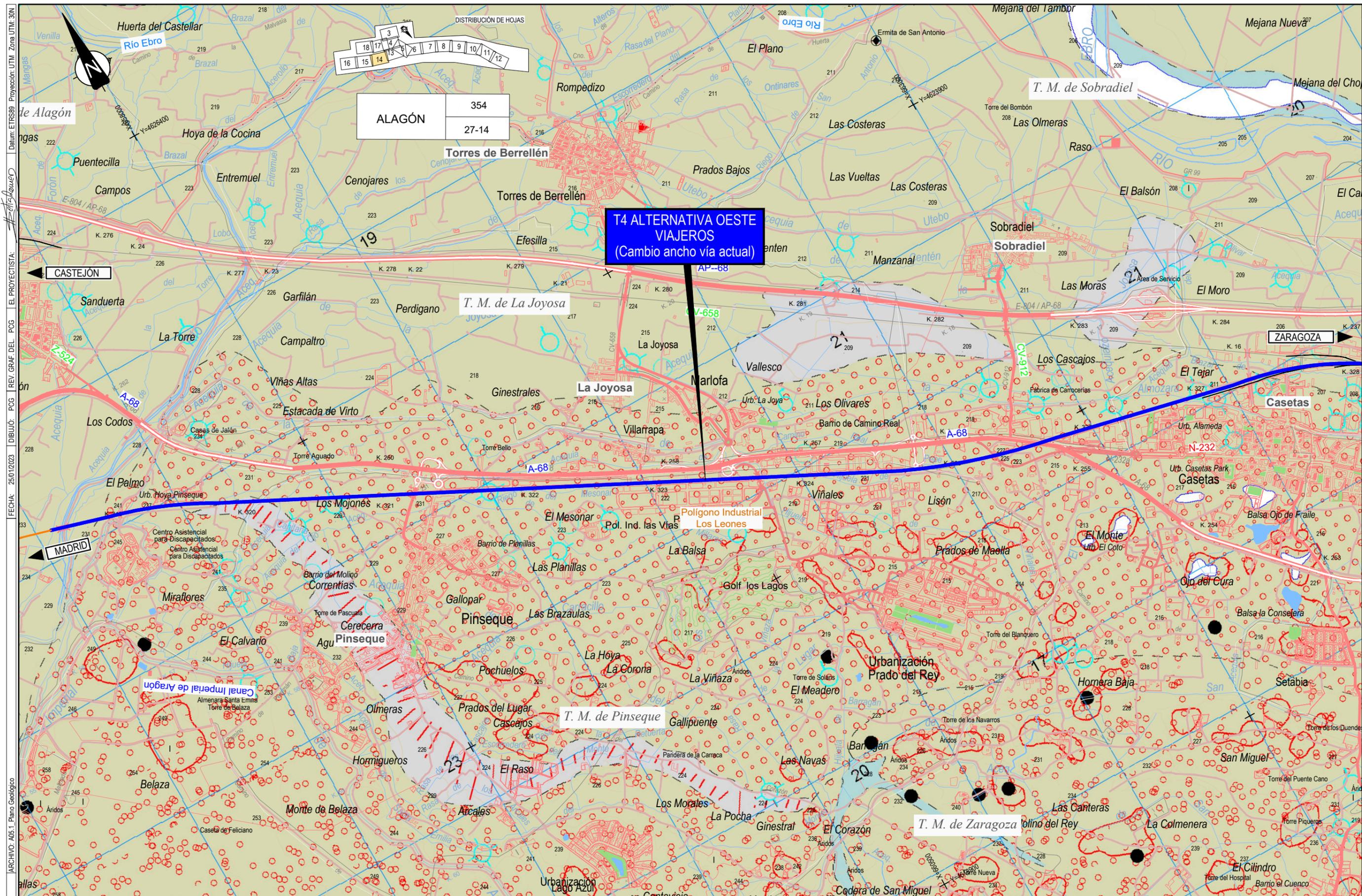
T4 ALTERNATIVA OESTE MERCANCIAS (Cambio ancho vía actual)

T4 ALTERNATIVA 2 OESTE (VIAJEROS)

Zona Logística/Industrial

1-S-2

ALAGÓN	354
	27-14

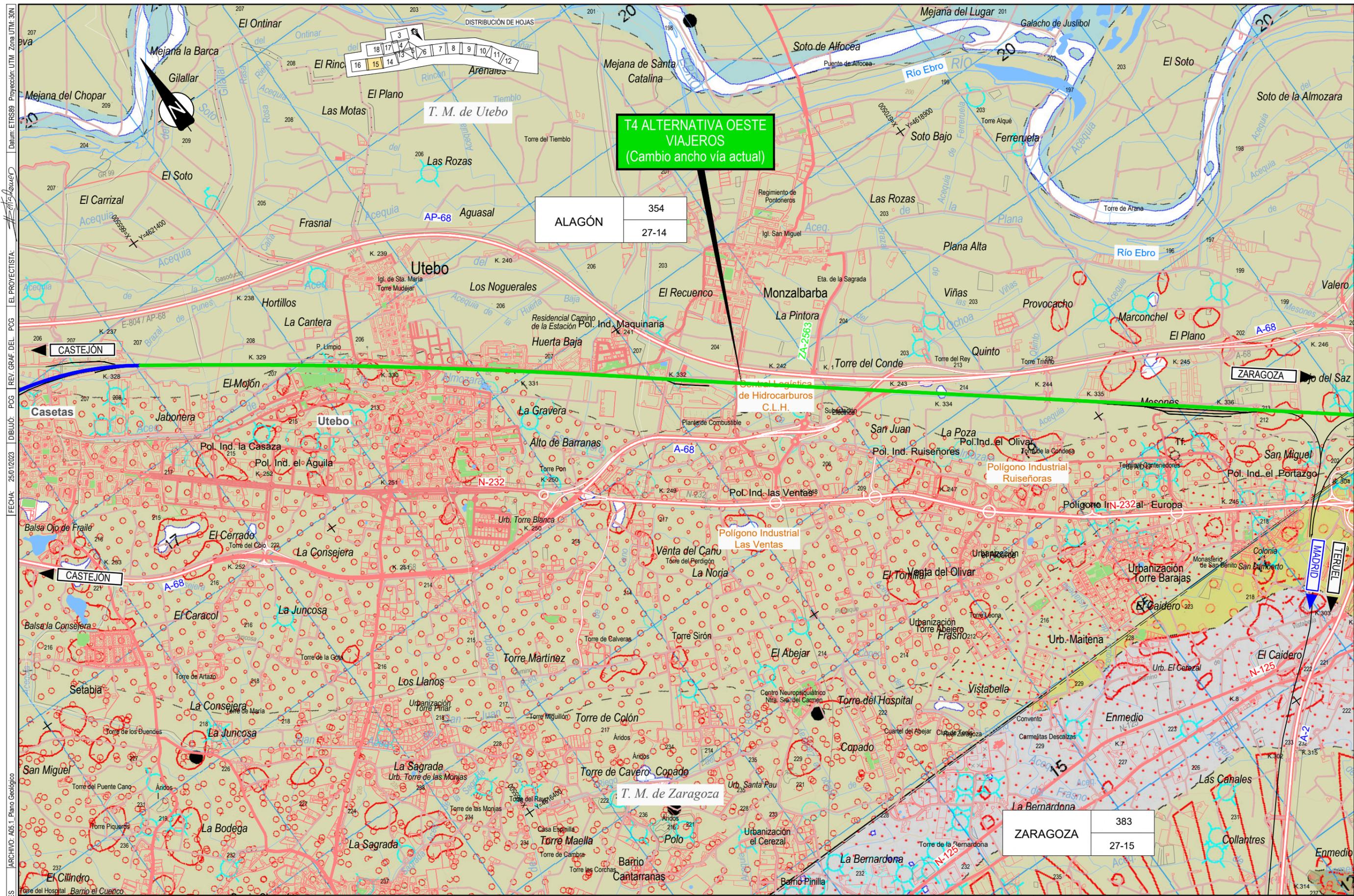


ALAGÓN	354
	27-14

T4 ALTERNATIVA OESTE VIAJEROS
(Cambio ancho vía actual)

FECHA: 25/01/2023 DIBUJO: PCG REVISOR: DEL. PCG EL PROYECTISTA: #ElisBauer
 DATUM: ETRS89 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 30N
 CÓDIGO: 511018006065 ARCHIVO: AG5.1 Plano Geológico

<p>GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA A1 1:12.500 A3 1:25.000</p>	<p>FECHA MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO: 5.1</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANO GEOLÓGICO</p>
						<p>Hoja 14 de 18</p>	



T4 ALTERNATIVA OESTE VIAJEROS
(Cambio ancho vía actual)

ALAGÓN	354
	27-14

ZARAGOZA	383
	27-15

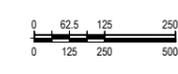
FECHA: 25/01/2023 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: #Eltsbowen
 DATUM: ETRS89 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 30N
 CÓDIGO: 511018006065 ARCHIVO: AG5.1 Plano Geológico


GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

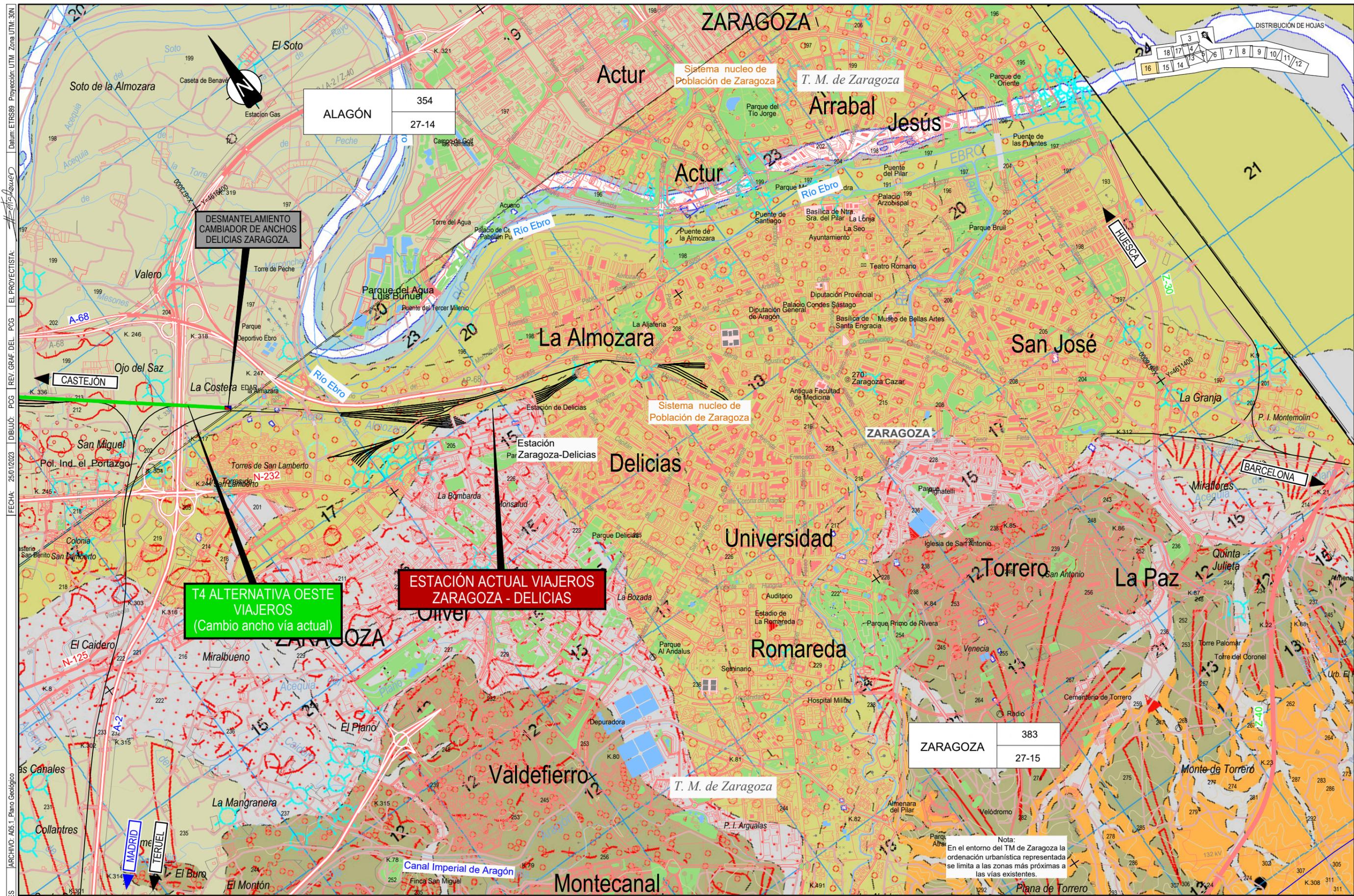
 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000


FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.1
 Hoja 15 de 18

TÍTULO DEL PLANO
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANO GEOLÓGICO



ALAGÓN	354
	27-14

DESMANTELAMIENTO CAMBIADOR DE ANCHOS DELICIAS ZARAGOZA.

T4 ALTERNATIVA OESTE VIAJEROS (Cambio ancho vía actual)

ESTACIÓN ACTUAL VIAJEROS ZARAGOZA - DELICIAS

ZARAGOZA	383
	27-15

Nota:
En el entorno del TM de Zaragoza la ordenación urbanística representada se limita a las zonas más próximas a las vías existentes.

CÓDIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsRouer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N



GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

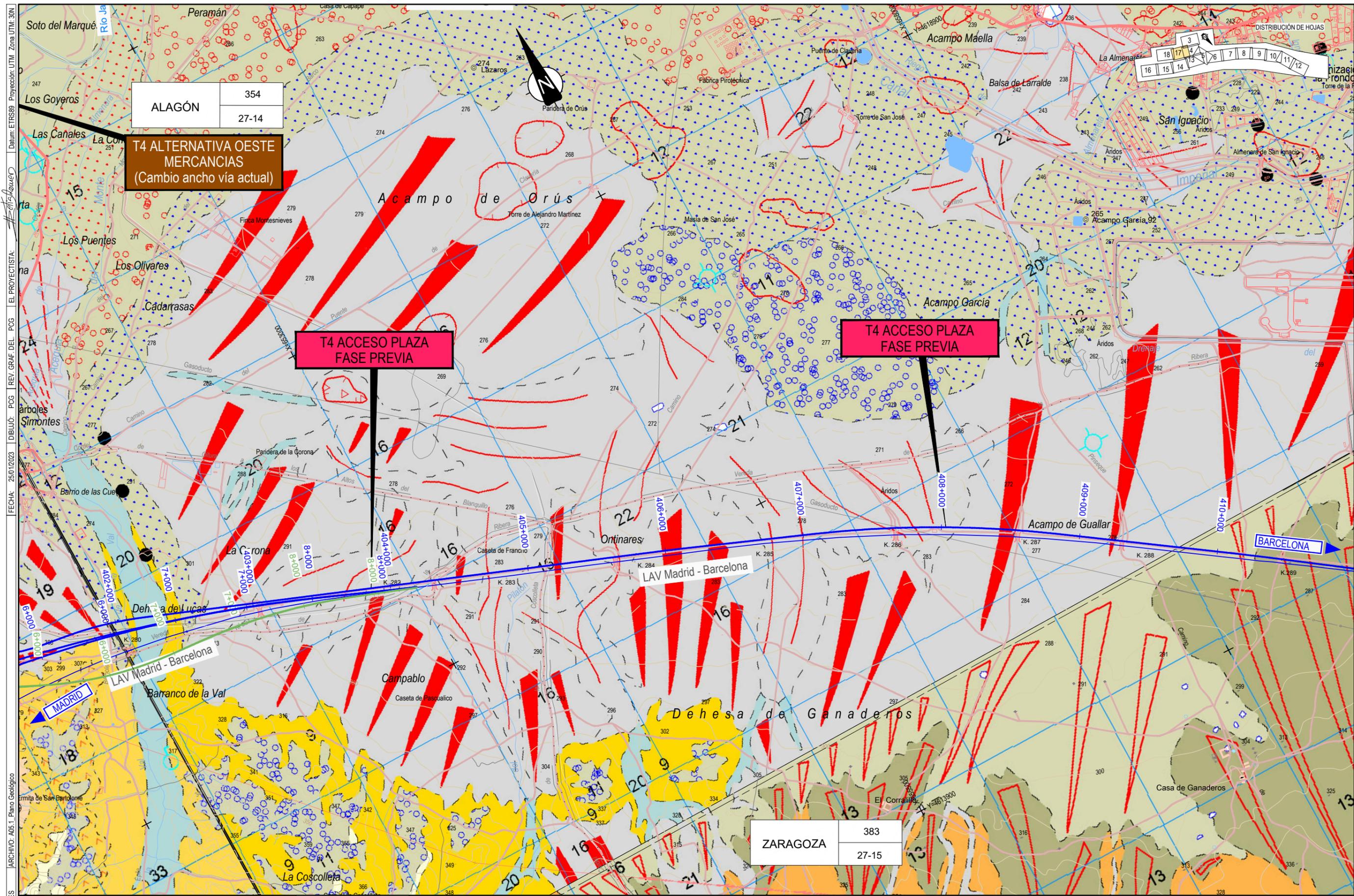
ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000
 Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.1

Hoja 16 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO GEOLÓGICO



ALAGÓN	354
	27-14

T4 ALTERNATIVA OESTE MERCANCIAS
(Cambio ancho vía actual)

T4 ACCESO PLAZA FASE PREVIA

T4 ACCESO PLAZA FASE PREVIA

ZARAGOZA	383
	27-15

CÓDIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.1_Planos Geológico | FECHA: 25/01/2023 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsBauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona: 30N



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:12.500
 A3 1:25.000



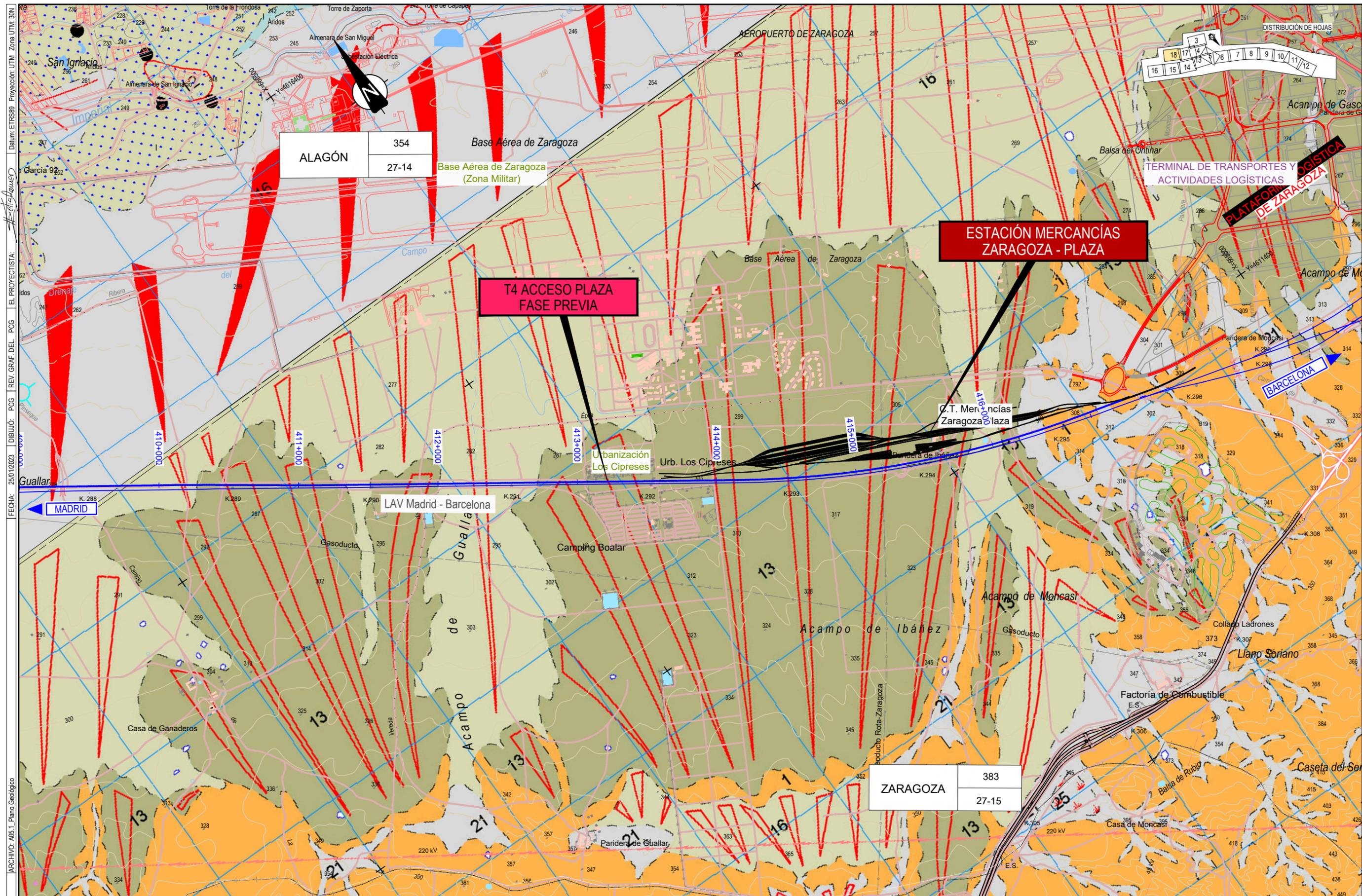
Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.1

Hoja 17 de 18

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANO GEOLÓGICO



APÉNDICE 2 MAPA GEOTECNICO

TUDELA 22 / 7-3

CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"			CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"		PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
		Litológicos	Geomorfológicos	Hidrológicos	Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos y Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		
Muy favorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	De Capacidad de carga	Yesos Y
Favorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	De Asientos	
Aceptables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	Geotécnicos Varios	
Desfavorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]		
Muy Desfavorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]		

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
[Icono] Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Geom. y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Geom. y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Geom. y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, e Hidrológico	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico, y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Litológico	[Icono] Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	[Icono] Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico	[Icono] Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico
[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico	[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)

ZARAGOZA 32 / 7-4

CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"			CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"		PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
		Litológicos	Geomorfológicos	Hidrológicos	Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos y Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		
Muy Favorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	De Capacidad de Carga	
Favorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	De Asientos	
Aceptables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	Geotécnicos Varios	
Desfavorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]		
Muy Desfavorables	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]		

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico.	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico, Litológico e Hidrológico.	[Icono] Problemas de tipo Litológico Hidrológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico.	[Icono] Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico.
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Hidrológico.	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Litológico.	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)
[Icono] Zonas sin problemas evidentes aparentes.	[Icono] Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	[Icono] Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)



GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

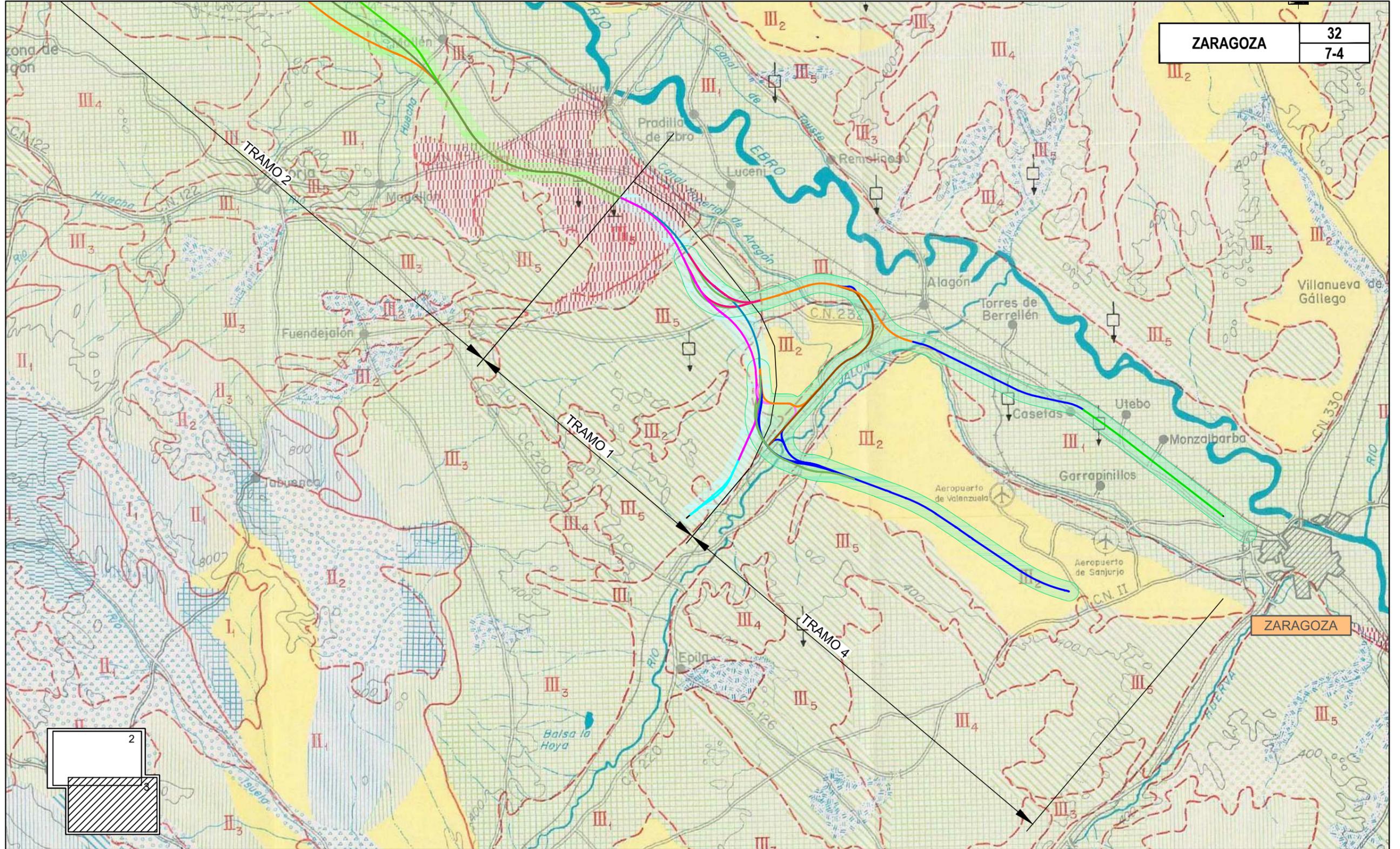
 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1 1:100.000
 A3 1:200.000
 Numérica Gráfica

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.2
 Hoja 2 de 3

TÍTULO DEL PLANO
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA GEOTECNICO



GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

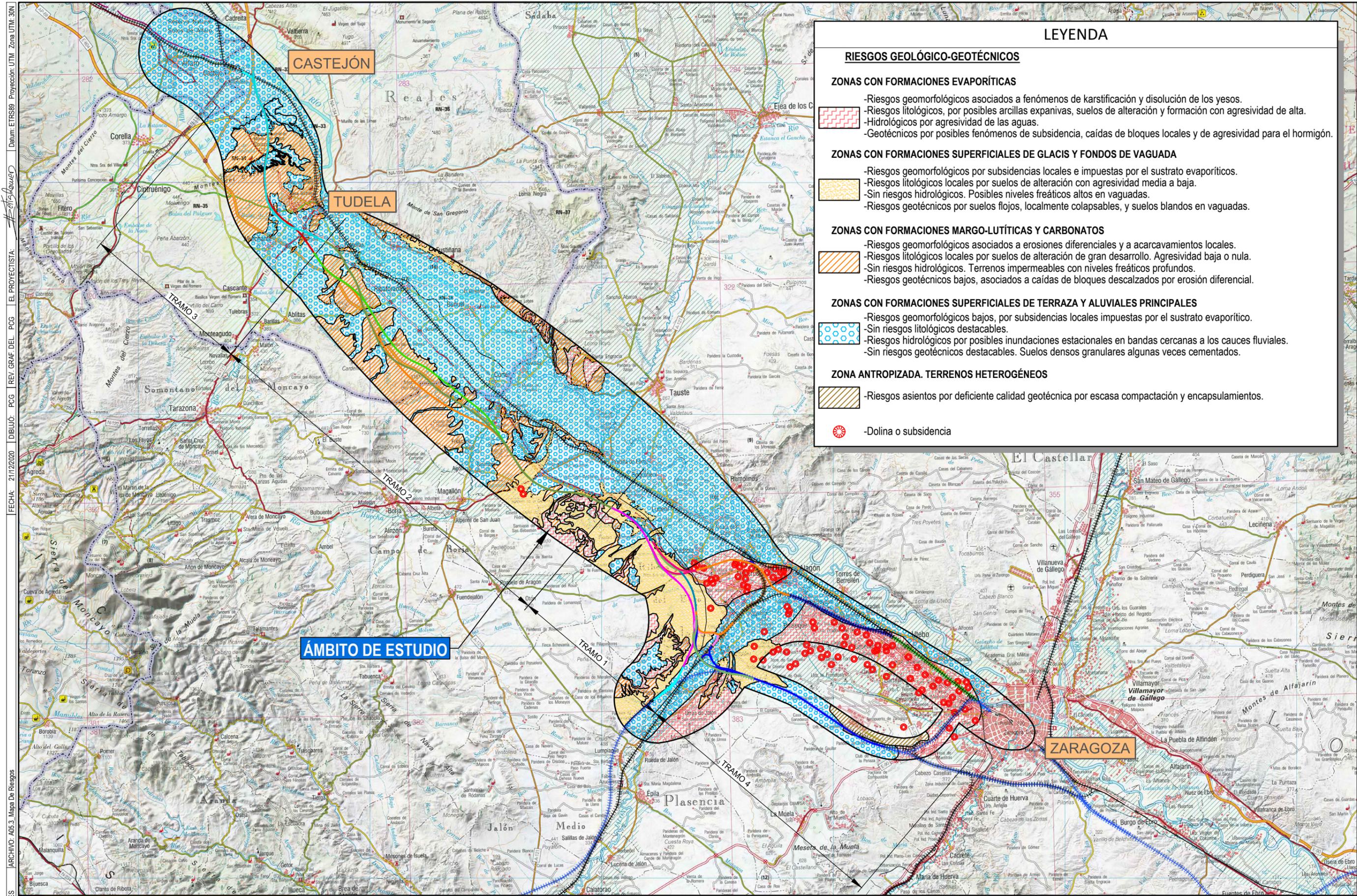
ESCALA
 A1 1:100.000
 A3 1:200.000
 Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.2
 Hoja 3 de 3

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 MAPA GEOTECNICO

APÉNDICE 3 MAPA DE RIESGOS



LEYENDA

RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

ZONAS CON FORMACIONES EVAPORÍTICAS

- Riesgos geomorfológicos asociados a fenómenos de karstificación y disolución de los yesos.
- Riesgos litológicos, por posibles arcillas expansivas, suelos de alteración y formación con agresividad de alta.
- Hidrológicos por agresividad de las aguas.
- Geotécnicos por posibles fenómenos de subsidencia, caídas de bloques locales y de agresividad para el hormigón.

ZONAS CON FORMACIONES SUPERFICIALES DE GLACIS Y FONDOS DE VAGUADA

- Riesgos geomorfológicos por subsidencias locales e impuestas por el sustrato evaporítico.
- Riesgos litológicos locales por suelos de alteración con agresividad media a baja.
- Sin riesgos hidrológicos. Posibles niveles freáticos altos en vaguadas.
- Riesgos geotécnicos por suelos flojos, localmente colapsables, y suelos blandos en vaguadas.

ZONAS CON FORMACIONES MARGO-LUTÍTICAS Y CARBONATOS

- Riesgos geomorfológicos asociados a erosiones diferenciales y a acarcamientos locales.
- Riesgos litológicos locales por suelos de alteración de gran desarrollo. Agresividad baja o nula.
- Sin riesgos hidrológicos. Terrenos impermeables con niveles freáticos profundos.
- Riesgos geotécnicos bajos, asociados a caídas de bloques descalzados por erosión diferencial.

ZONAS CON FORMACIONES SUPERFICIALES DE TERRAZA Y ALUVIALES PRINCIPALES

- Riesgos geomorfológicos bajos, por subsidencias locales impuestas por el sustrato evaporítico.
- Sin riesgos litológicos destacables.
- Riesgos hidrológicos por posibles inundaciones estacionales en bandas cercanas a los cauces fluviales.
- Sin riesgos geotécnicos destacables. Suelos densos granulares algunas veces cementados.

ZONA ANTROPIZADA. TERRENOS HETEROGÉNEOS

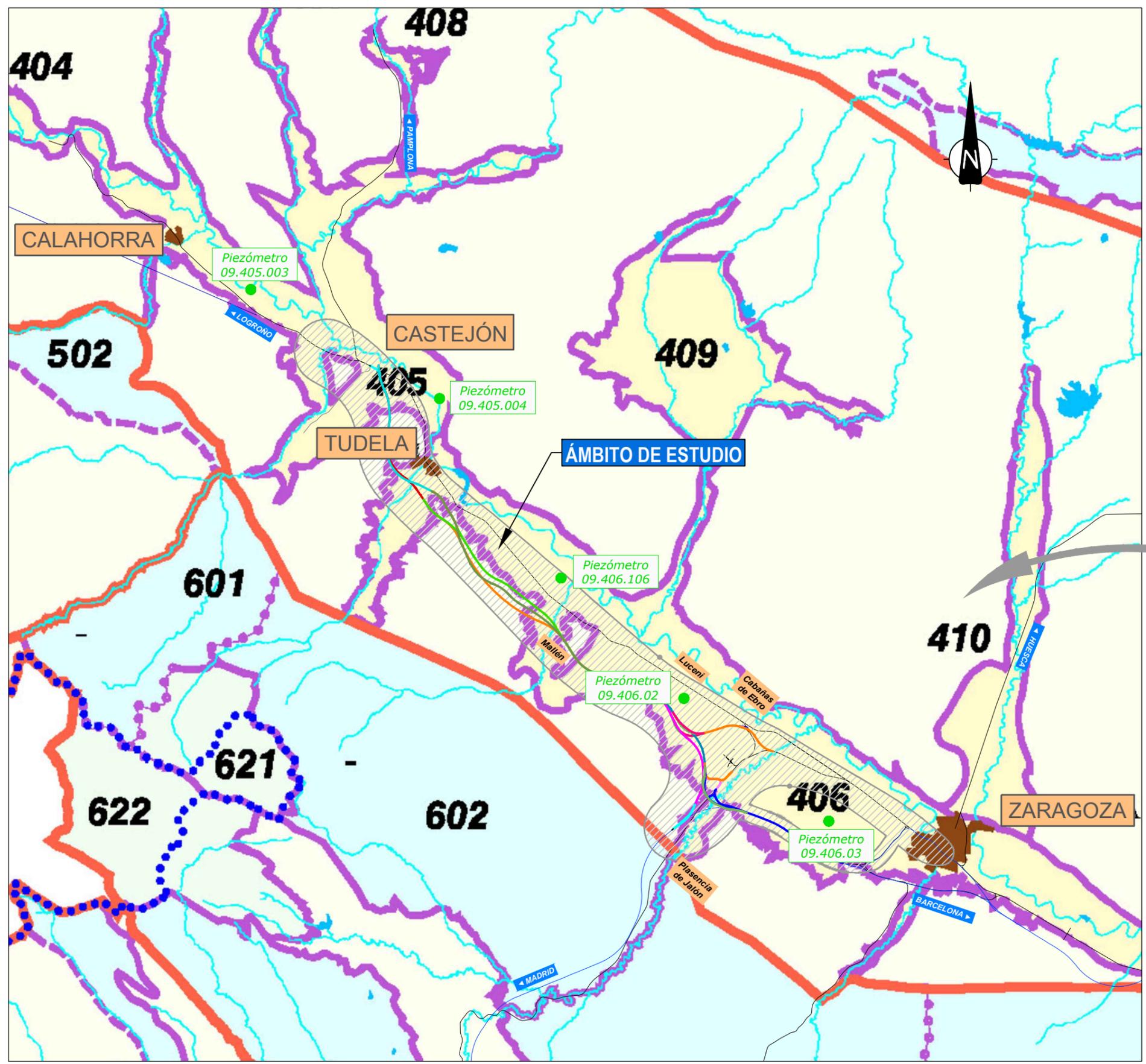
- Riesgos asientos por deficiente calidad geotécnica por escasa compactación y encapsulamientos.

Dolina o subsidencia

FECHA: 21/12/2020 | DIBUJO: PCG | REVISOR: PCG | PROYECTISTA: *#elshauer* | DATUM: ETRS89 | PROYECCIÓN: UTM | ZONA: 30N
 ARCHIVO: 51101800606CS | MAPA DE RIESGOS | GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

APÉNDICE 4 MAPA HIDROGEOLOGICO

CÓDIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.4_Plano Hidrogeológico | FECHA: 21/12/2020 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: *#elisbauer* | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N



LEYENDA

- Límite fronterizo
- Línea de costa
- Red fluvial
- .-.- Límite cuenca del Ebro
- .-.- Límite cuenca endorreica de Gallocanta
- .-.- Otros límites hidrologicos
- .-.- Límite abierto de unidad hidrogeológica
- Límite cerrado de unidad hidrogeológica
- .-.- Divisoria hidrogeológica
- .-.- Otros límites hidrogeológicos
- Límite dominio hidrogeológico

- Unidades hidrogeológicas
- Unidades hidrogeológicas aluviales
- Unidades hidrogeológicas intercuencas
- Piezómetro

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

405 ALUVIAL DEL EBRO: LODOSA - TUDELA
 406 ALUVIAL DEL EBRO: TUDELA - GELSA



APÉNDICE 5 PLANTA DE SITUACION DE PRETAMOS

LEYENDA

Préstamos

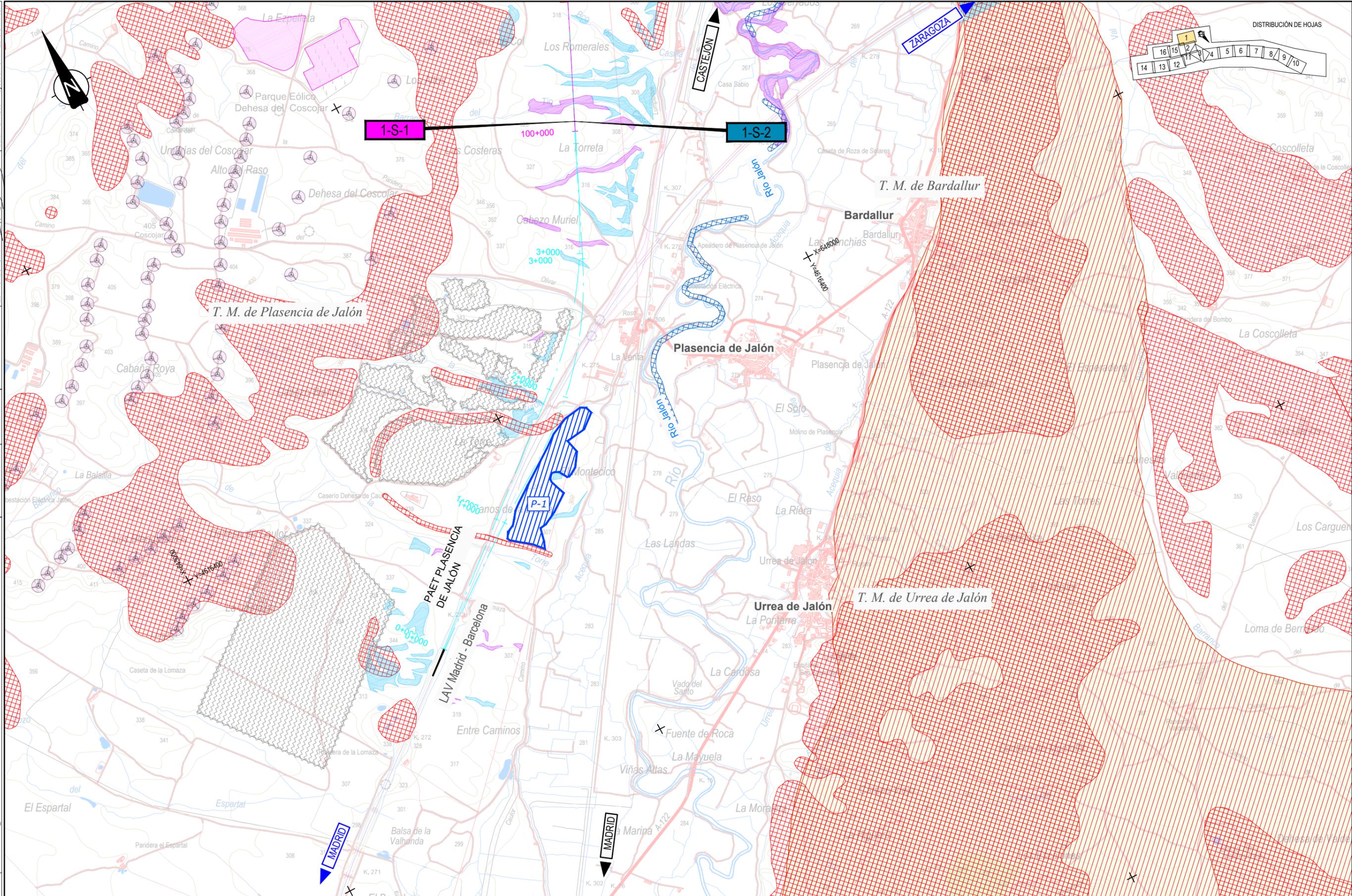
 Situación de préstamos

AREAS OCUPADAS POR DIFERENTES USOS

<p>Explotaciones Mineras.</p> <p>Estado de Tramitación</p> <ul style="list-style-type: none">  Canteras. Permiso: Autorizado / otorgado  Canteras. Permiso: En trámite <p>Otras Zonas</p> <ul style="list-style-type: none">  Potenciales Vertederos (*)  Otras zonas extractivas <hr/> <p>Red Natura 2000</p> <ul style="list-style-type: none">  LIC  ZEC  ZEPA 	<p>Energías Alternativas</p> <p>Eólicas</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Existentes</td> <td style="text-align: center;">Previstas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table> <p>Fotovoltaicas / Solares</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">Existentes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">Previstas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">Otras Previsiones</td> </tr> </table>	Existentes	Previstas				Existentes		Previstas		Otras Previsiones	<p>Patrimonio</p> <ul style="list-style-type: none">  Yacimiento arqueológicos  Lugares de interés geológico  Bienes inmuebles catalogados (Navarra) <p>H.I.C Teselas inventariadas Miteco</p> <ul style="list-style-type: none">  Prioritarios  No prioritarios <p>H.I.C Zonas constatadas en campo</p> <ul style="list-style-type: none">  Código H.I.C. Prioritarios.  Código H.I.C. No prioritarios.
Existentes	Previstas											
												
	Existentes											
	Previstas											
	Otras Previsiones											

(*) NOTA - Potenciales vertederos : Huecos extractivos sin actividad aparente y zonas degradadas

CODIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsRouer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N




GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

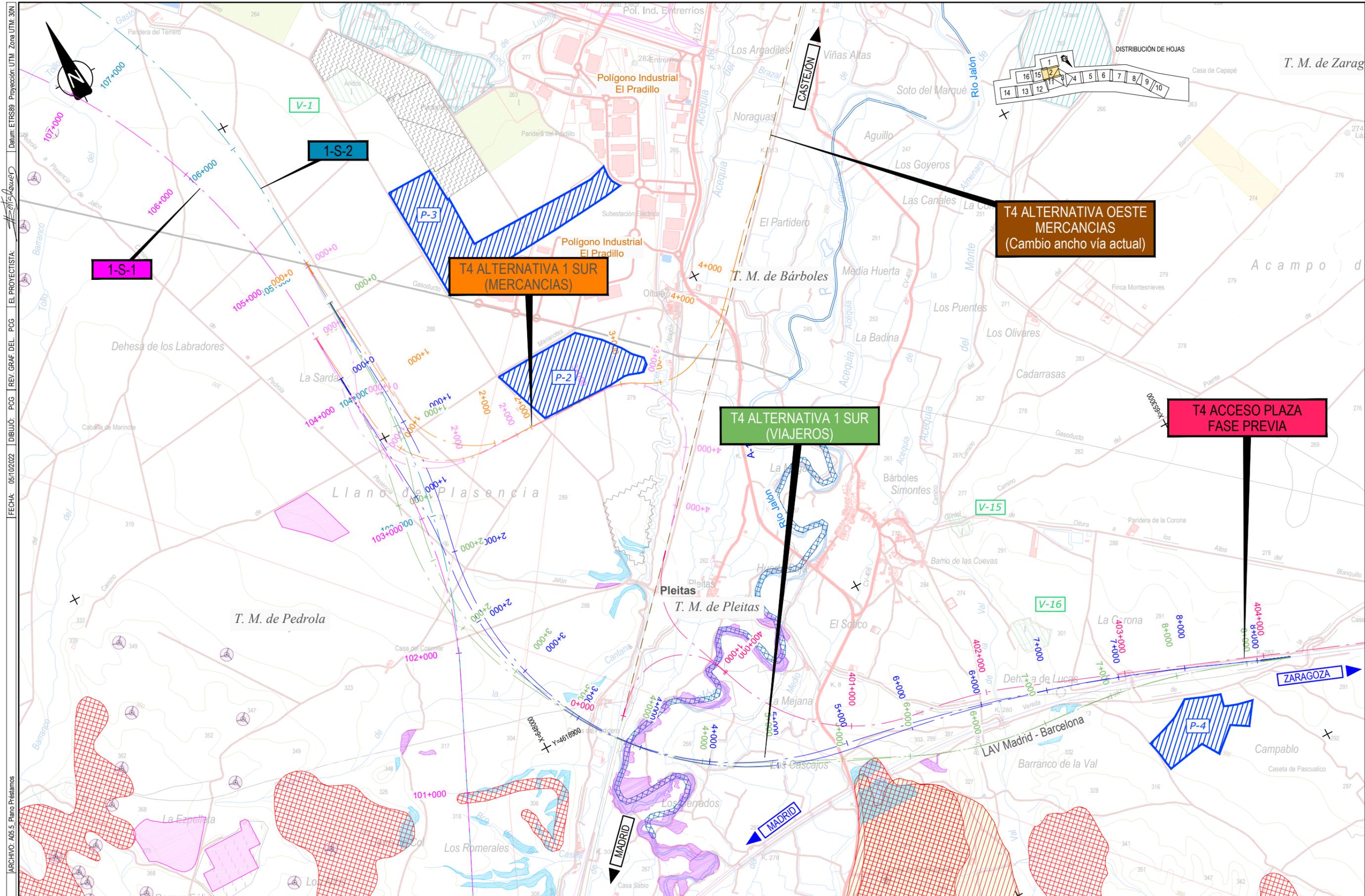
 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica | Gráfica

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.5
 Hoja 1 de 16

TÍTULO DEL PLANO
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



CODIGO: 51101800606CS | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #eltshauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM. Zona UTM: 30N


GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

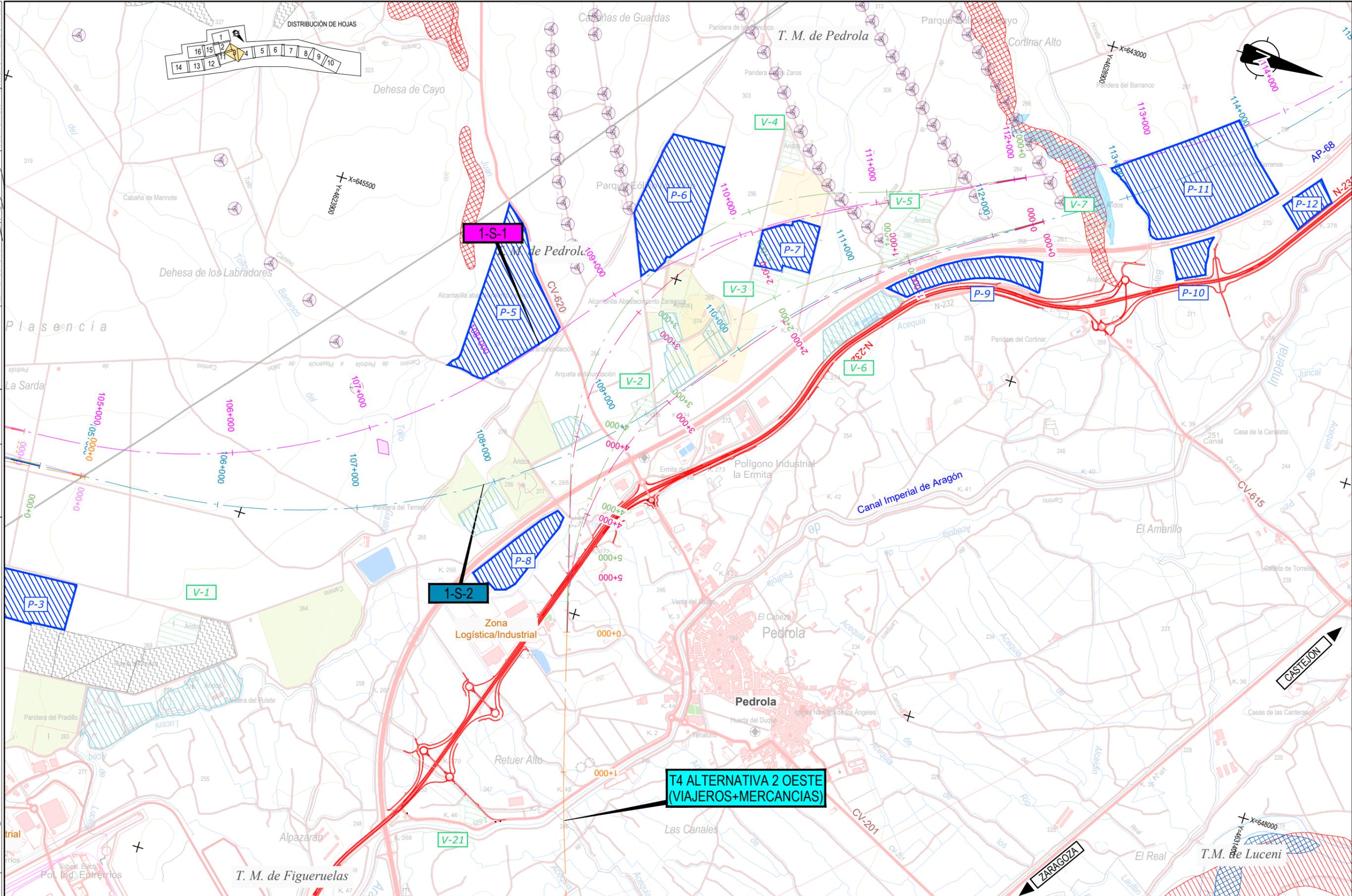
ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

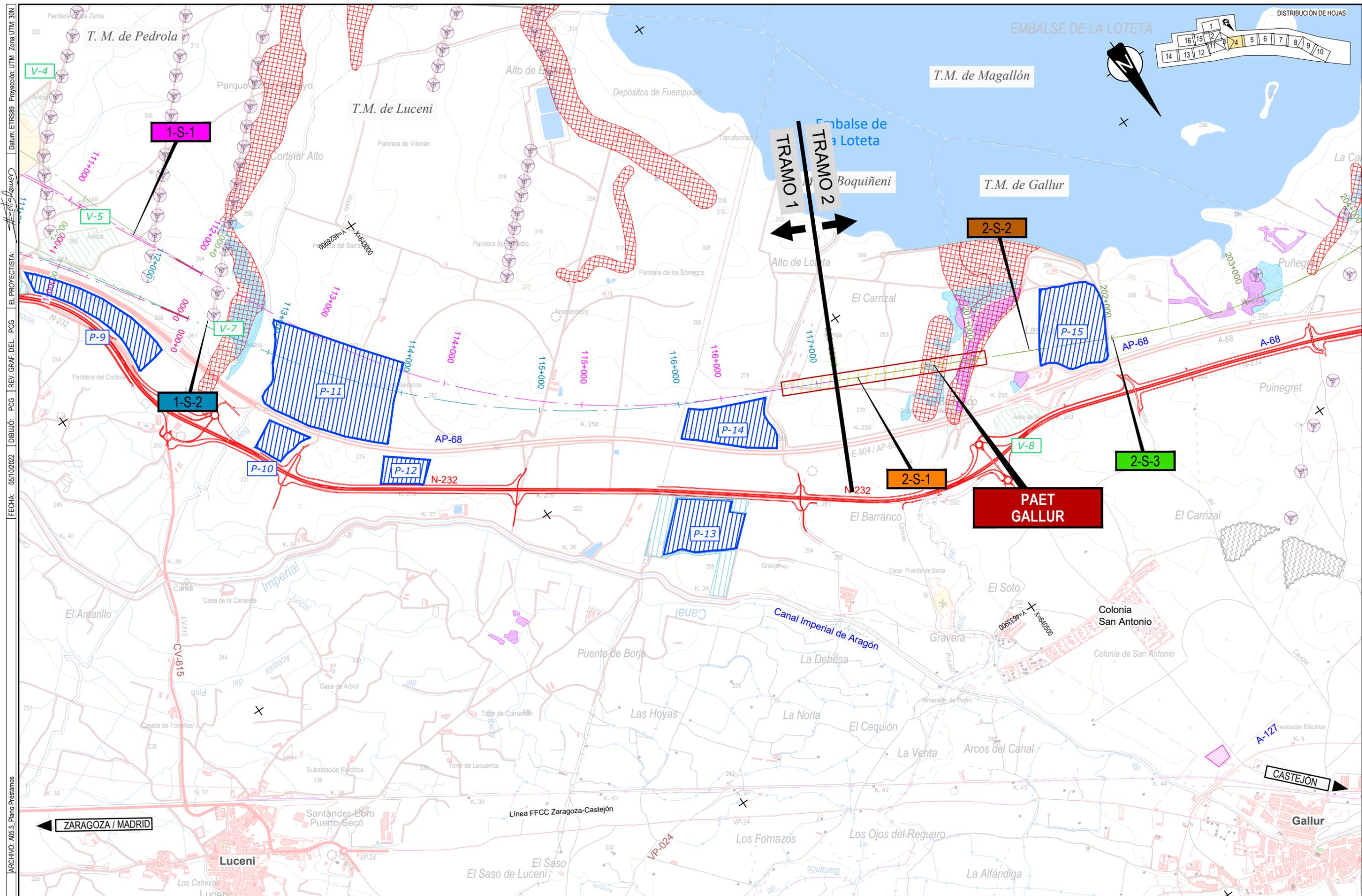
Nº DE PLANO:
 5.5
 Hoja 2 de 16

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS

ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos
 CÓDIGO: 5110180060ES
 FECHA: 05/10/2022
 DIBUJO: PCG
 REV. GRAF. DEL. PCG
 EL PROYECTISTA: *#elshauer*
 Datum: ETRS89
 Proyección: UTM
 Zona: 30N



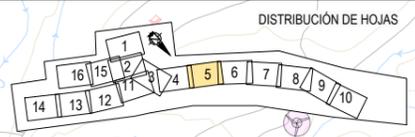
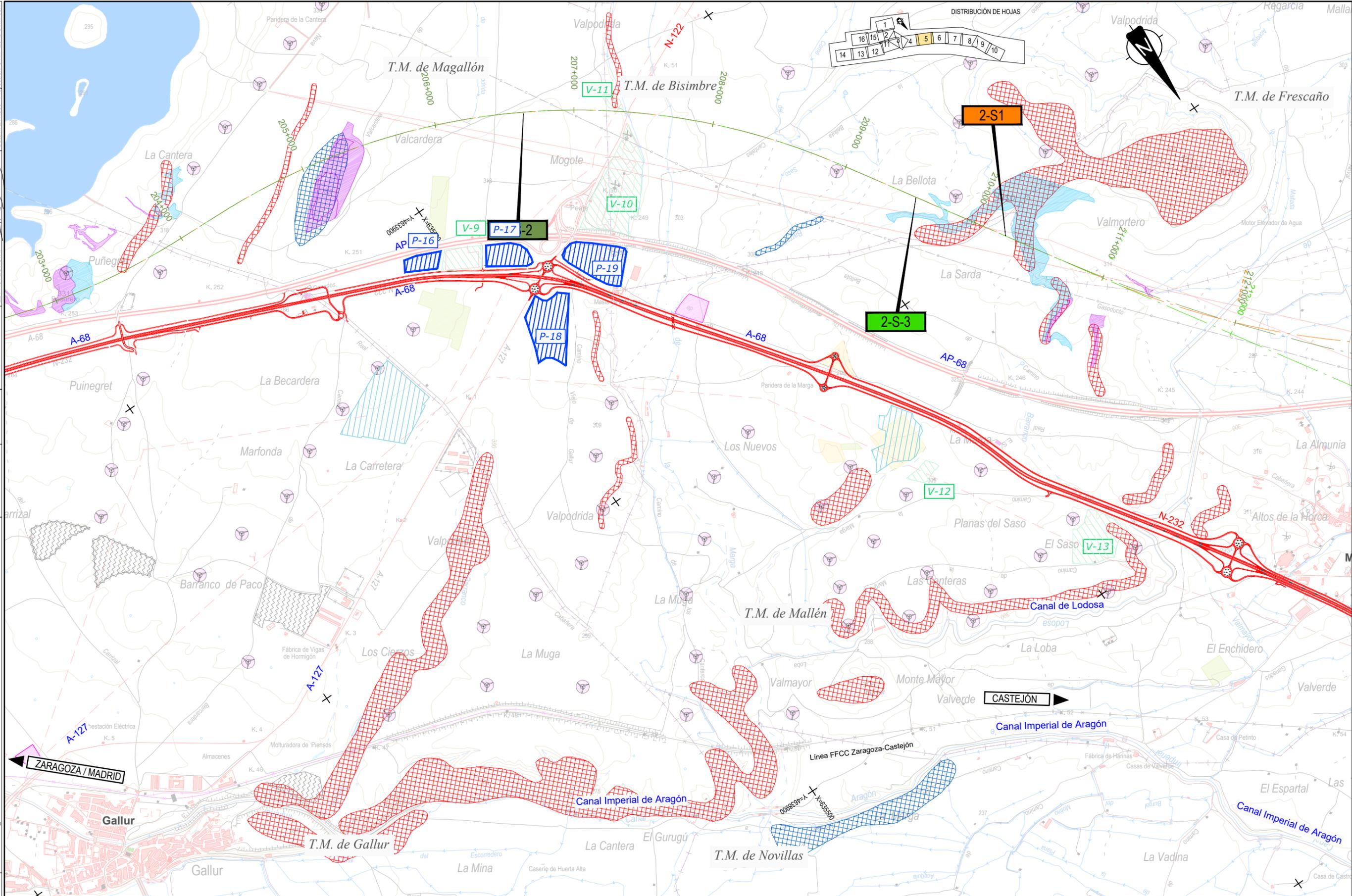
 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p> <p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p> <p>DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD</p> <p>TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO</p> <p> <i>#elshauer</i></p> <p>DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA</p> <p>Alt: 12.500 A3: 25.000</p> <p>Númerica Gráfica</p> 	<p>FECHA</p> <p>MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5.5</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>GEOLÓGIA Y GEOTECNIA</p> <p>PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS</p>
						<p>Hoja 3 de 16</p>	



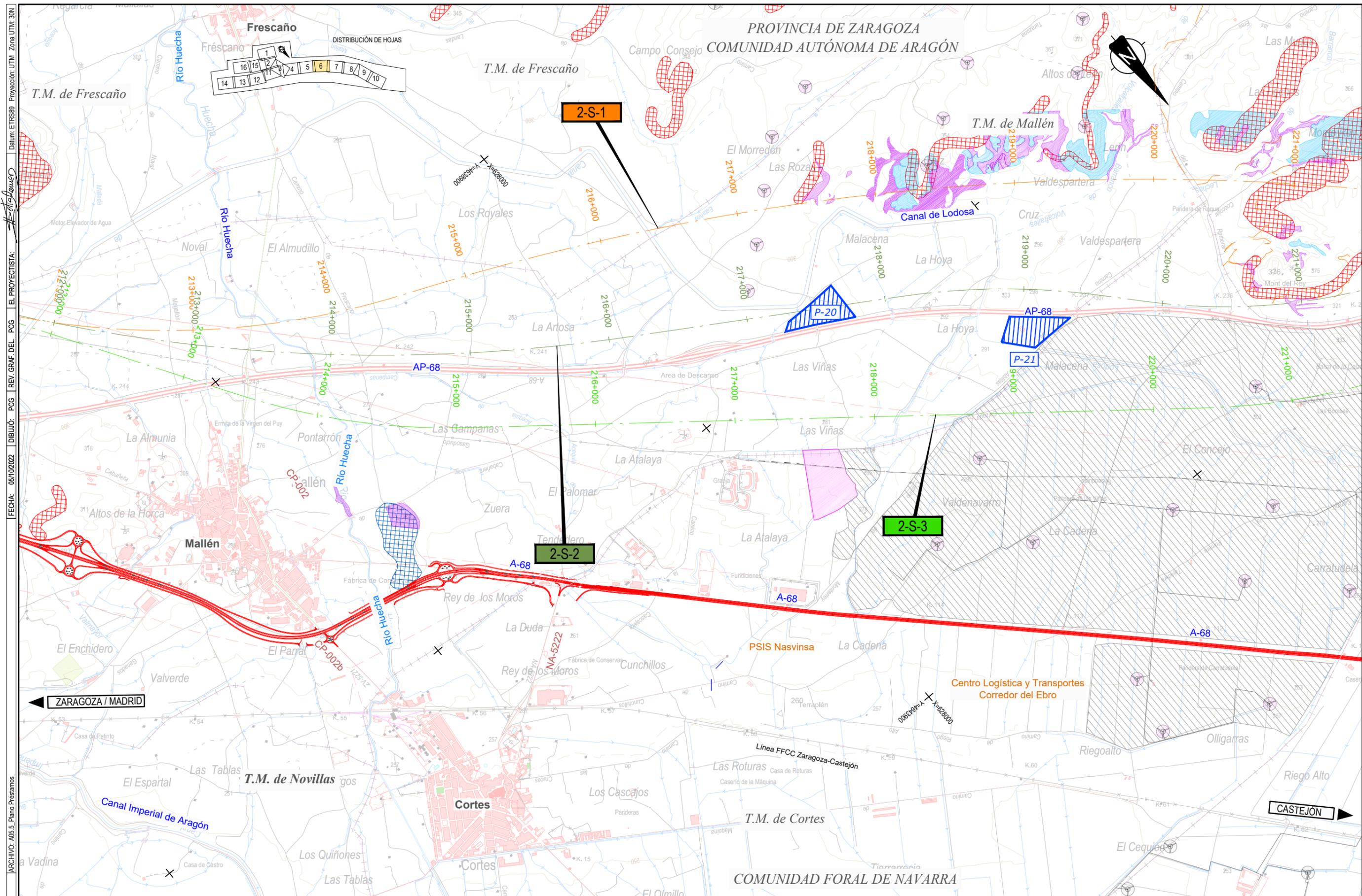
CODIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: *Estudio* | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM. Zona UTM: 30N

 GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN	AUTOR DEL ESTUDIO DELIA ROMERA LUENGO	ESCALA Alt: 12.500 A3: 25.000 Numérica Gráfica	FECHA MARZO 2023	Nº DE PLANO: 5.5 Hoja 4 de 16	TÍTULO DEL PLANO GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS
	SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA						

FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA:  ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos



 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO  DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA Alt: 12.500 A3: 25.000 Gráfica</p>	<p>FECHA MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO: 5.5</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS</p>
						<p>Hoja 5 de 16</p>	



FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: *Carmona* Datum: ETRS89 Proyección: UTM Zona: 30N
 ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

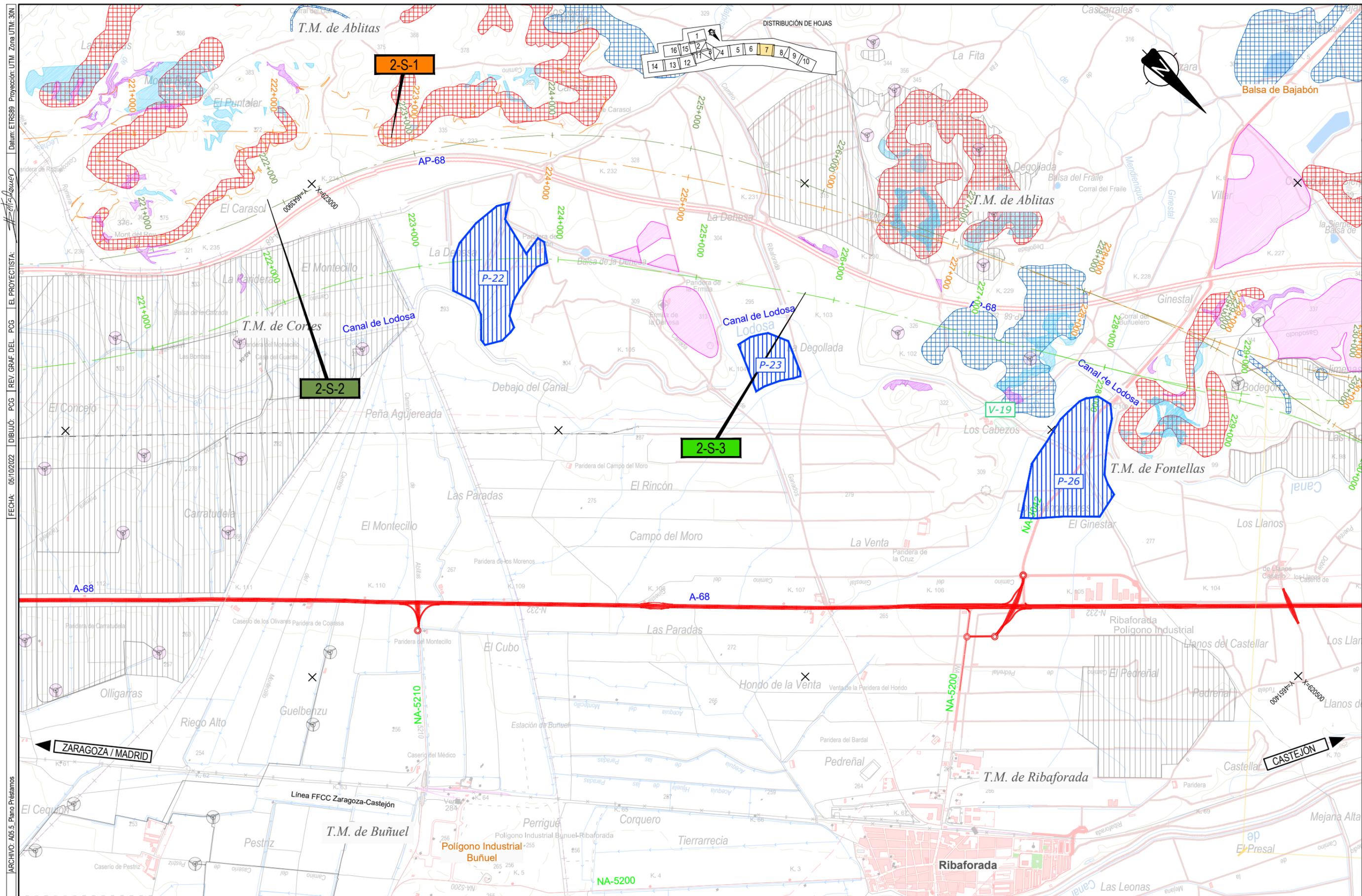
AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

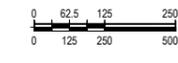
ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica Gráfica

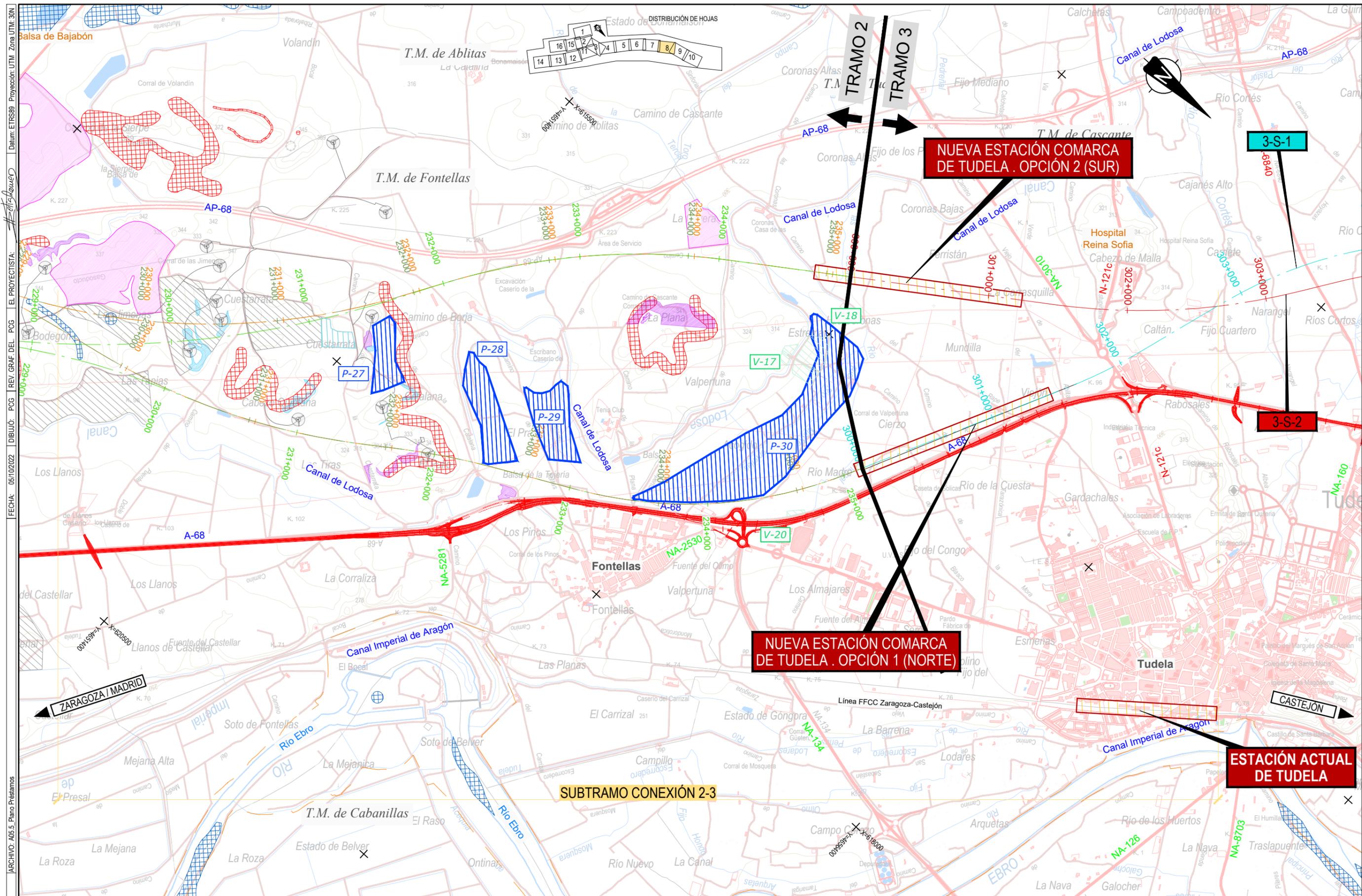
FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.5
TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS
 Hoja 6 de 16



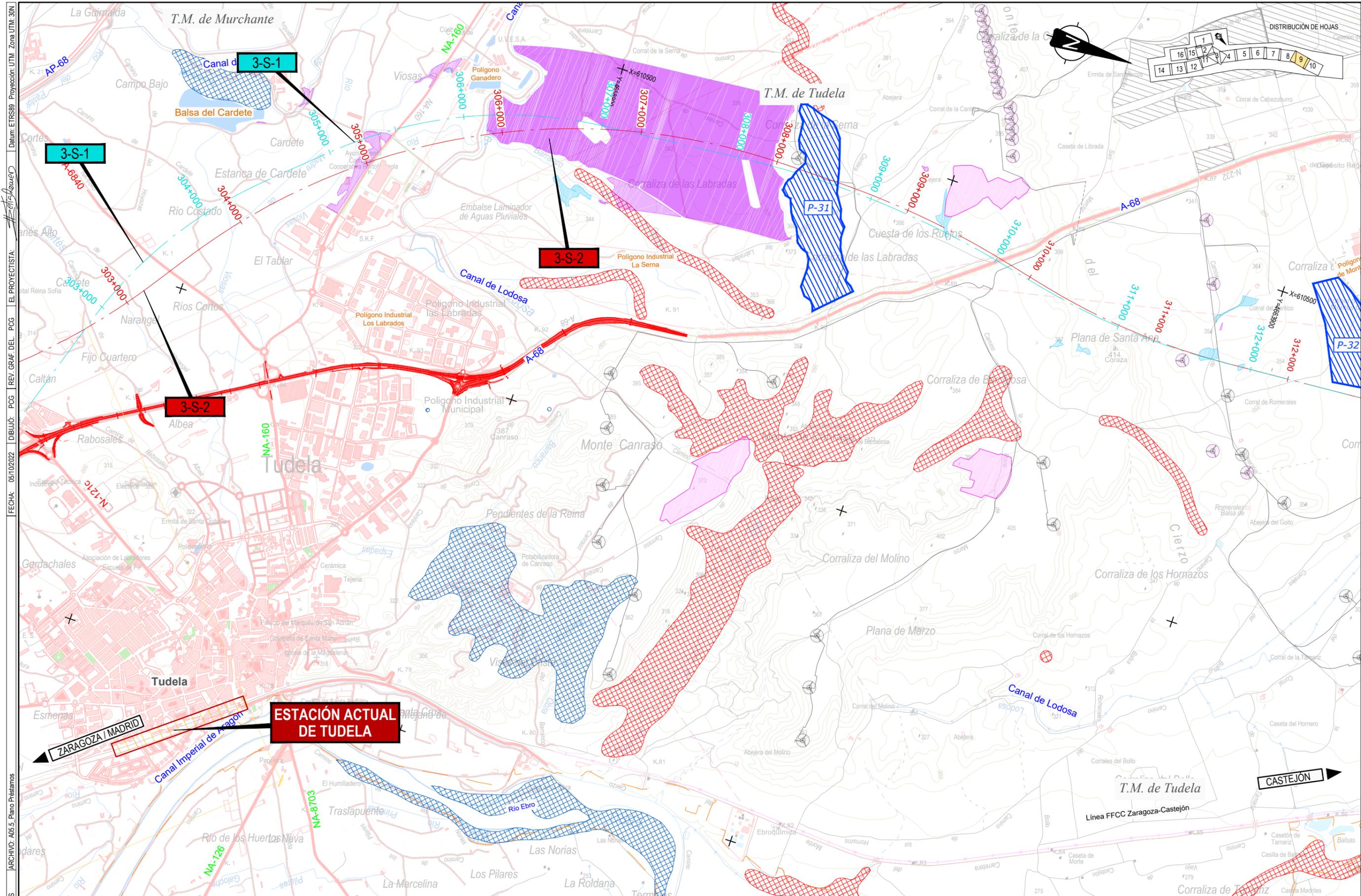
CODIGO: 5110180060605 ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos
 FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: *Elitzbauer*
 Datum: ETRS89 Proyección: UTM Zona UTM: 30N

 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO  DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA Alt: 12.500 A3: 25.000</p>  <p>Númerica Gráfica</p>	<p>FECHA MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO: 5.5</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS</p>
						<p>Hoja 7 de 16</p>	



CÓDIGO: 51101800606CS | ARCHIVO: AG5.5_Plan0 Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p> <p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p> <p>DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD</p> <p>TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO</p>  <p>DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA</p> <p>Alt: 12.500</p> <p>A3: 25.000</p>  <p>Númerica Gráfica</p>	<p>FECHA</p> <p>MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5.5</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>GEOLÓGIA Y GEOTECNIA</p> <p>PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS</p>
						<p>Hoja 8 de 16</p>	



CODIGO: 51101800606CS | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: *#ElisRovero* | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

	GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA		

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

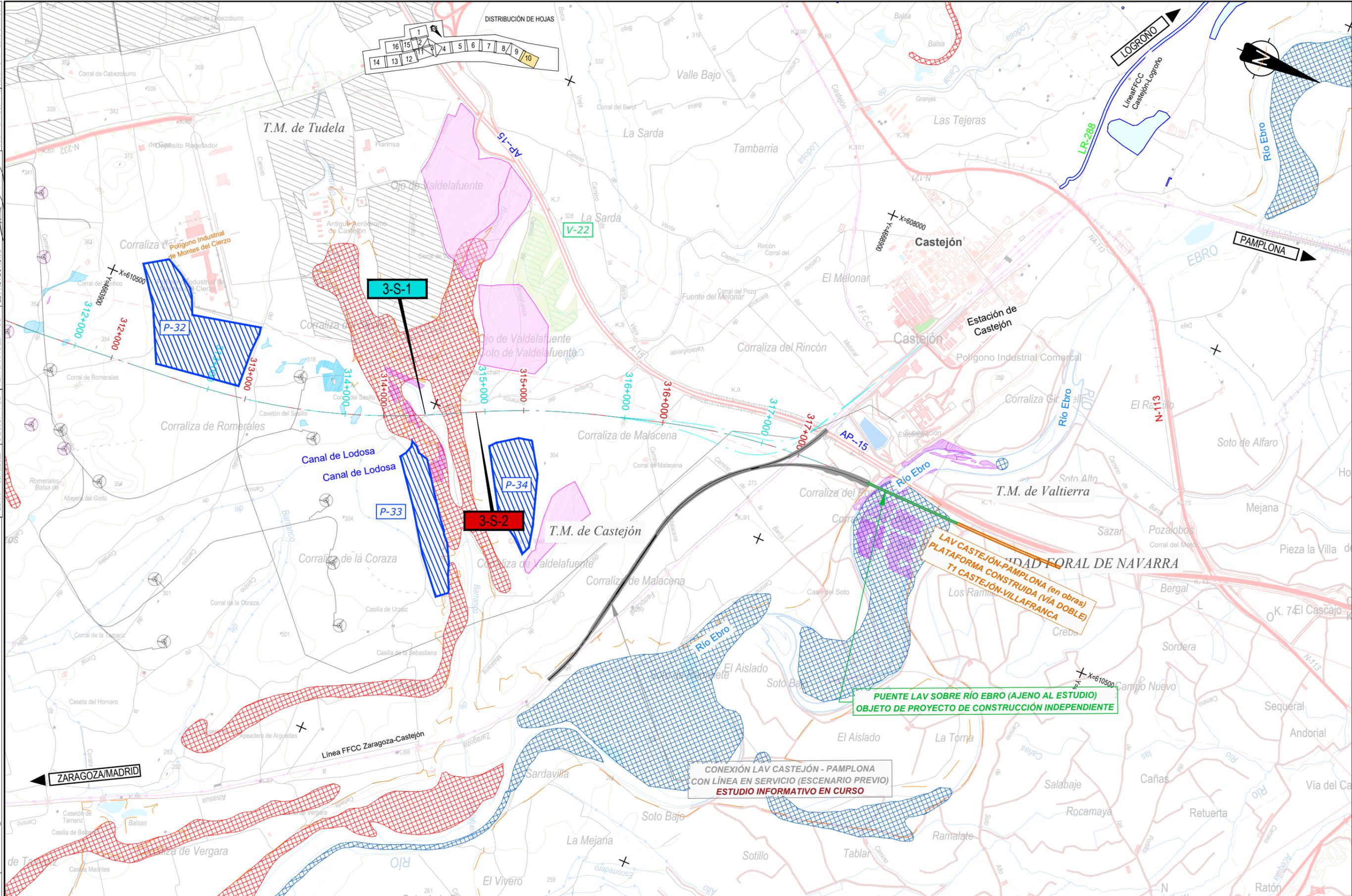
ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica | Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.5
 Hoja 9 de 16

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS

FECHA: 06/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: 



SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

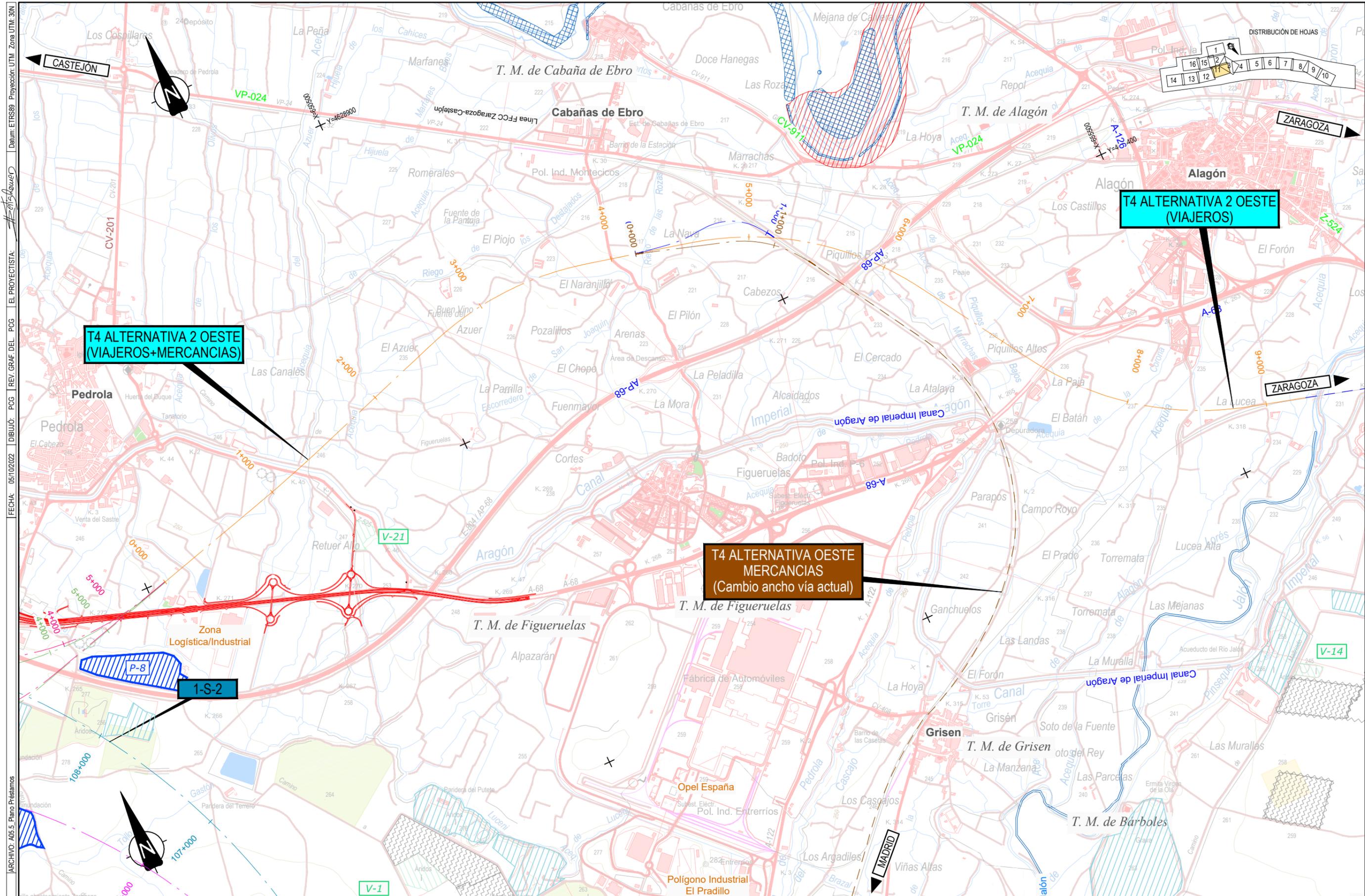
ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica Gráfica



FECHA
 MARZO 2023

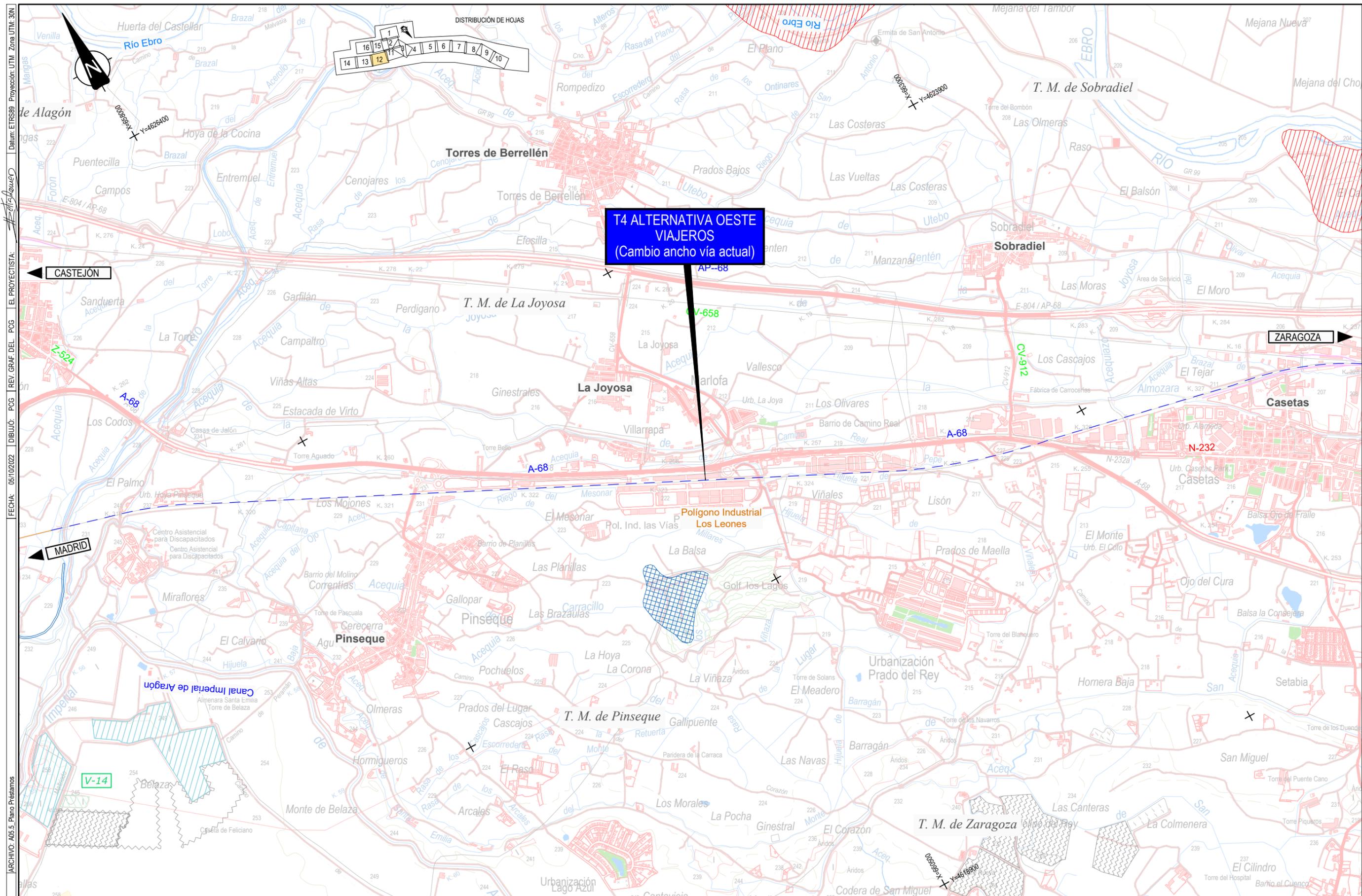
Nº DE PLANO:
5.5
 Hoja 10 de 16

TÍTULO DEL PLANO
GEOLÓGIA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: *#Eltsbauer*
 ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA	TÍTULO	AUTOR DEL ESTUDIO	ESCALA	FECHA	Nº DE PLANO:	TÍTULO DEL PLANO
		ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN	EPF INGENIERÍA <i>#Eltsbauer</i> DELIA ROMERA LUENGO	A1: 12.500 A3: 25.000	MARZO 2023	5.5	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: #eltshower
 ARCHIVO: 51101800602CS AGR.5. Plano Préstamos



MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

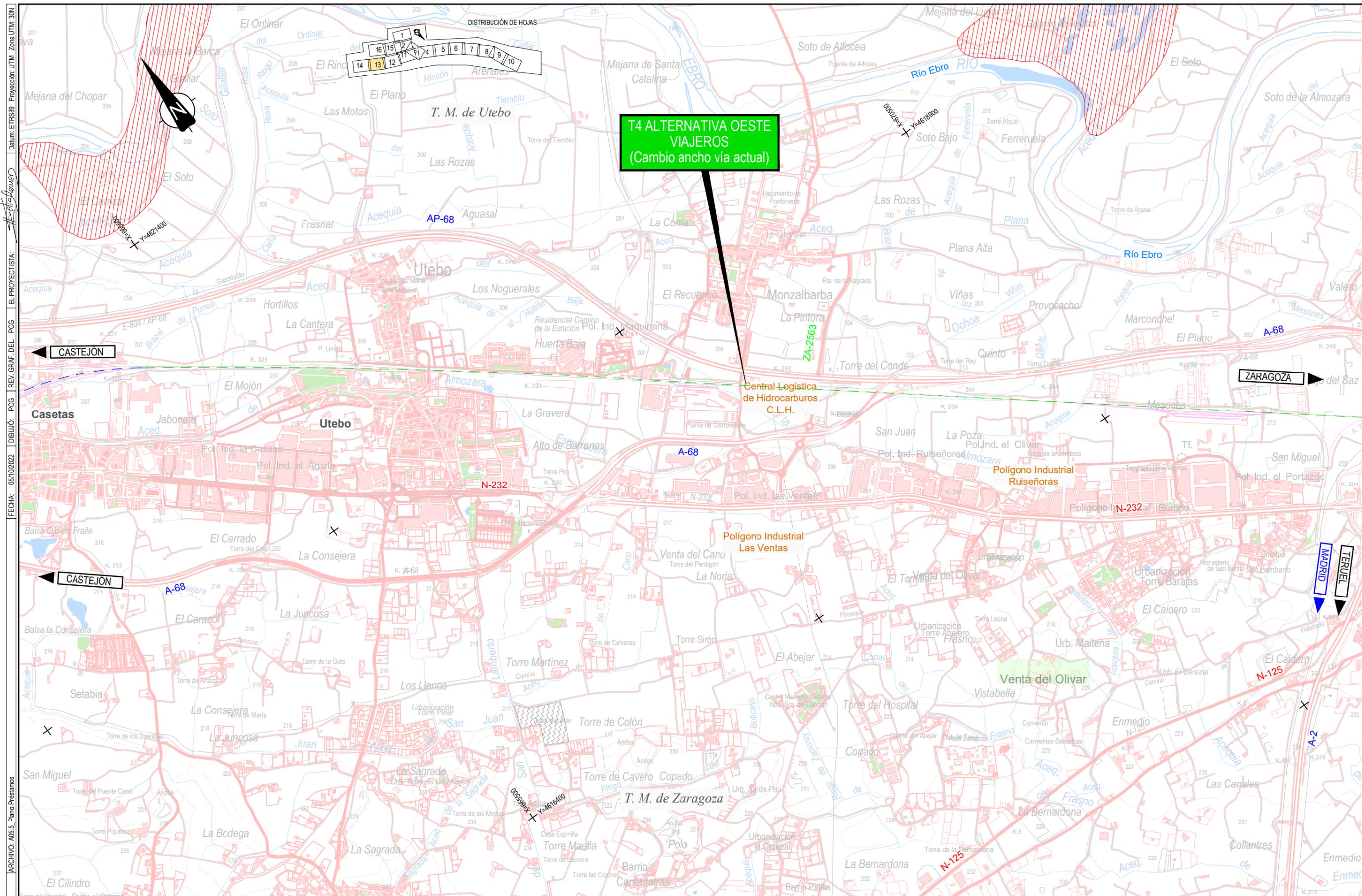
 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
 5.5
 Hoja 12 de 16

TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



T4 ALTERNATIVA OESTE VIAJEROS
(Cambio ancho vía actual)

FECHA: 05/10/2022 DIBUJO: PCG REV. GRAF. DEL. PCG EL PROYECTISTA: #EltsBauer
 ARCHIVO: 51101800606CS APLICACIÓN: A62.5 Plano Préstamos


GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
 TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

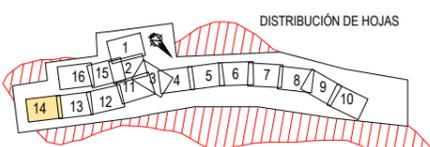
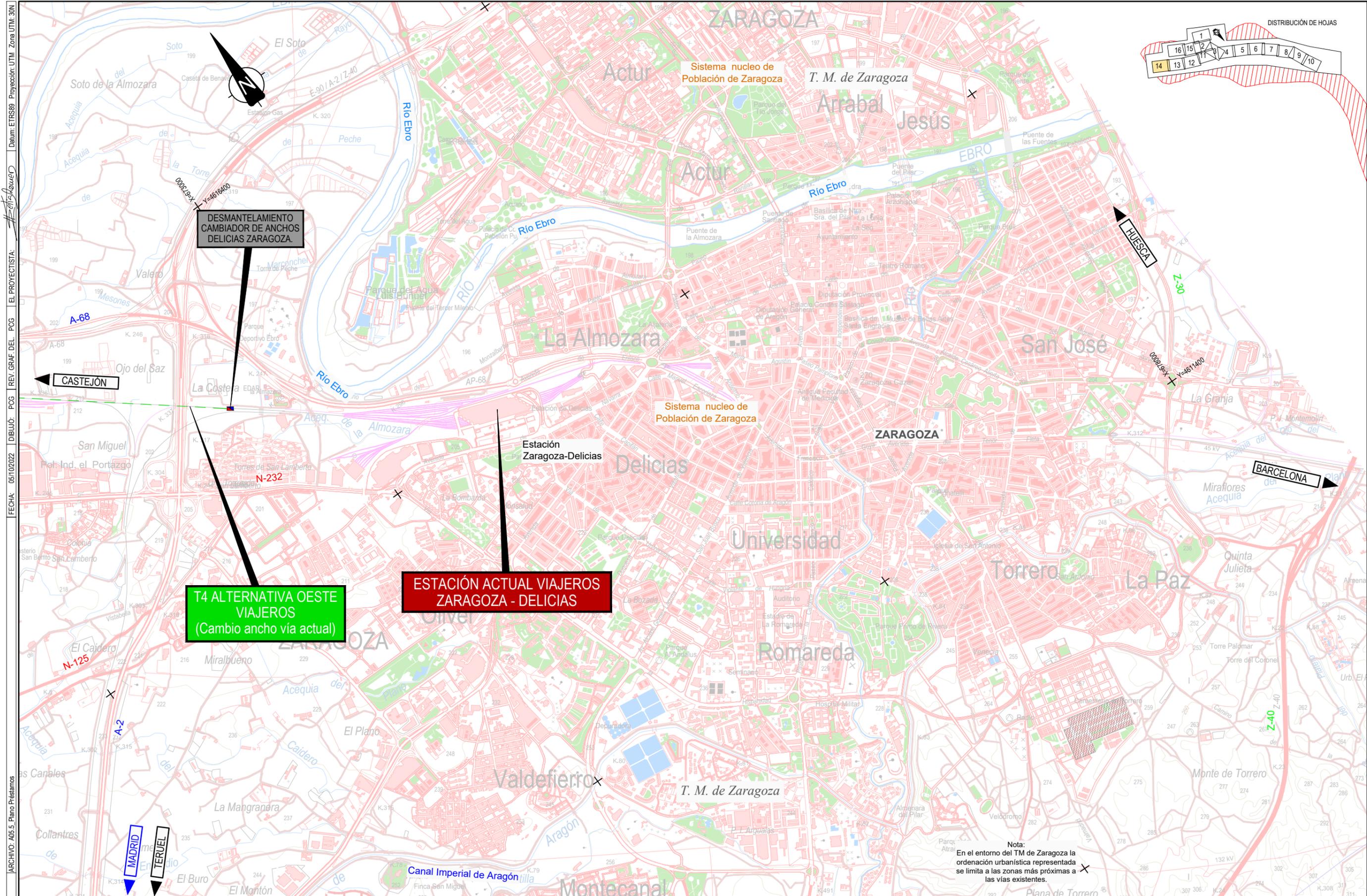
AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 0 62,5 125 250 m
 0 125 250 500 m
 Numérica Gráfica

FECHA
 MARZO 2023
Nº DE PLANO:
 5.5
 Hoja 13 de 16

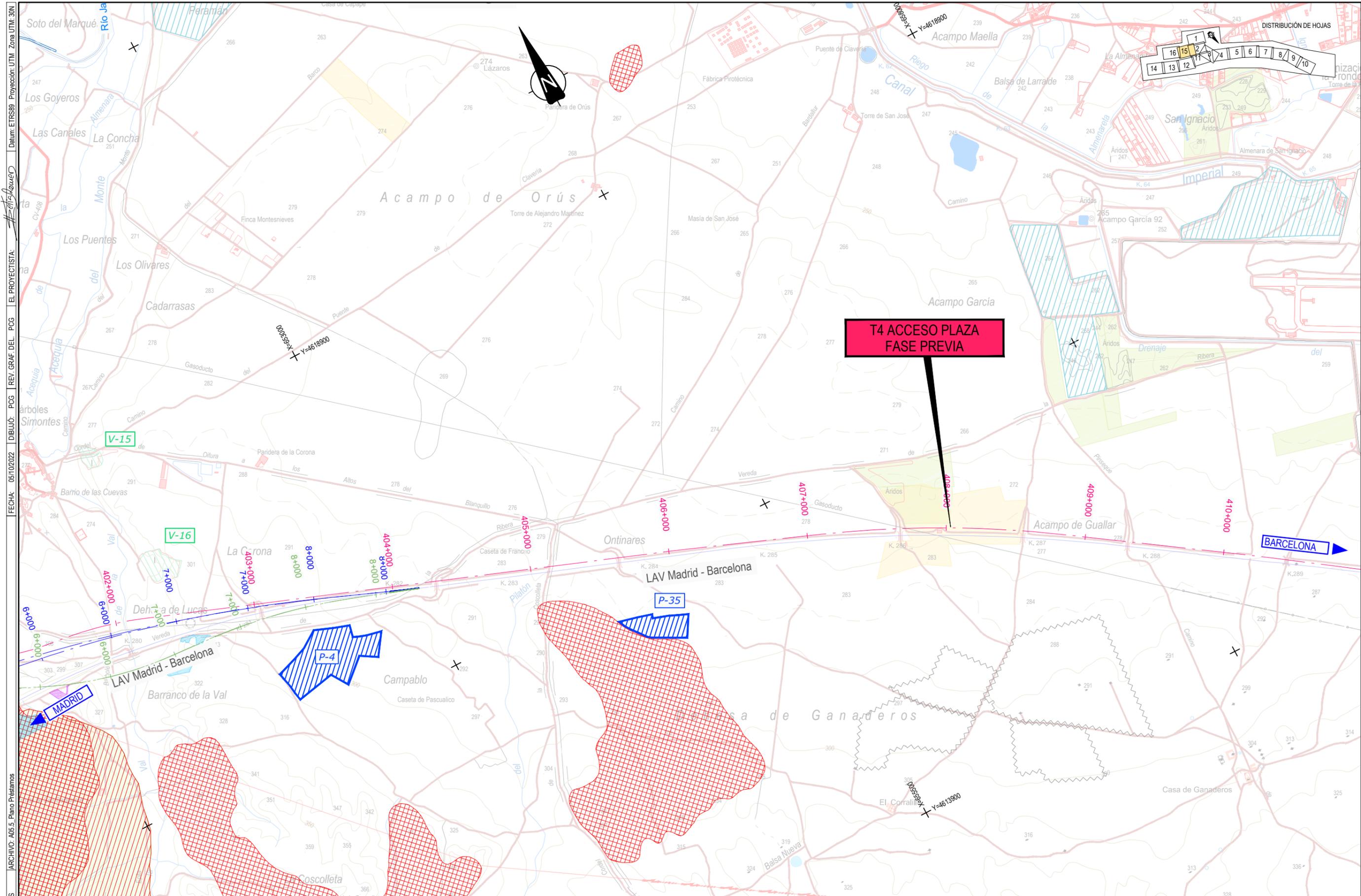
TÍTULO DEL PLANO
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



CÓDIGO: 51101800606CS | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #EltsBauer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA	TÍTULO	AUTOR DEL ESTUDIO	ESCALA	FECHA	Nº DE PLANO:	TÍTULO DEL PLANO
		ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN	 DELIA ROMERA LUENGO	A1: 12.500 A3: 25.000 	MARZO 2023	5.5 Hoja 14 de 16	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS

Nota:
 En el entorno del TM de Zaragoza la ordenación urbanística representada se limita a las zonas más próximas a las vías existentes.



CODIGO: 5110180060ES | ARCHIVO: AG5.5 Plano Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #ElisBouwer | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM. Zona UTM: 30N



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

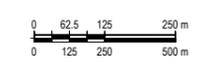
SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

AUTOR DEL ESTUDIO

 DELIA ROMERA LUENGO

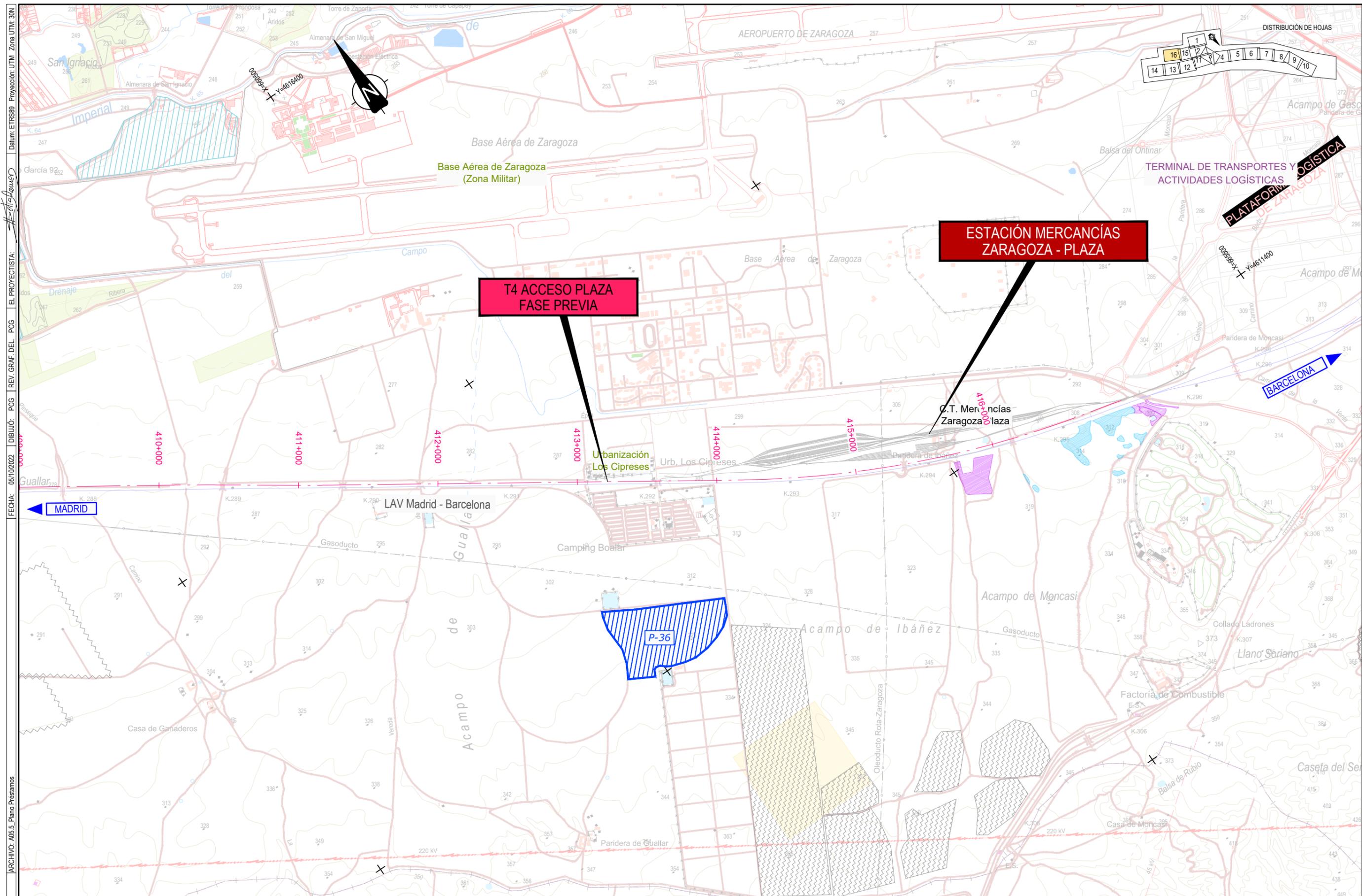
ESCALA
 A1: 12.500
 A3: 25.000
 Numérica | Gráfica



FECHA
 MARZO 2023

Nº DE PLANO:
5.5
 Hoja 15 de 16

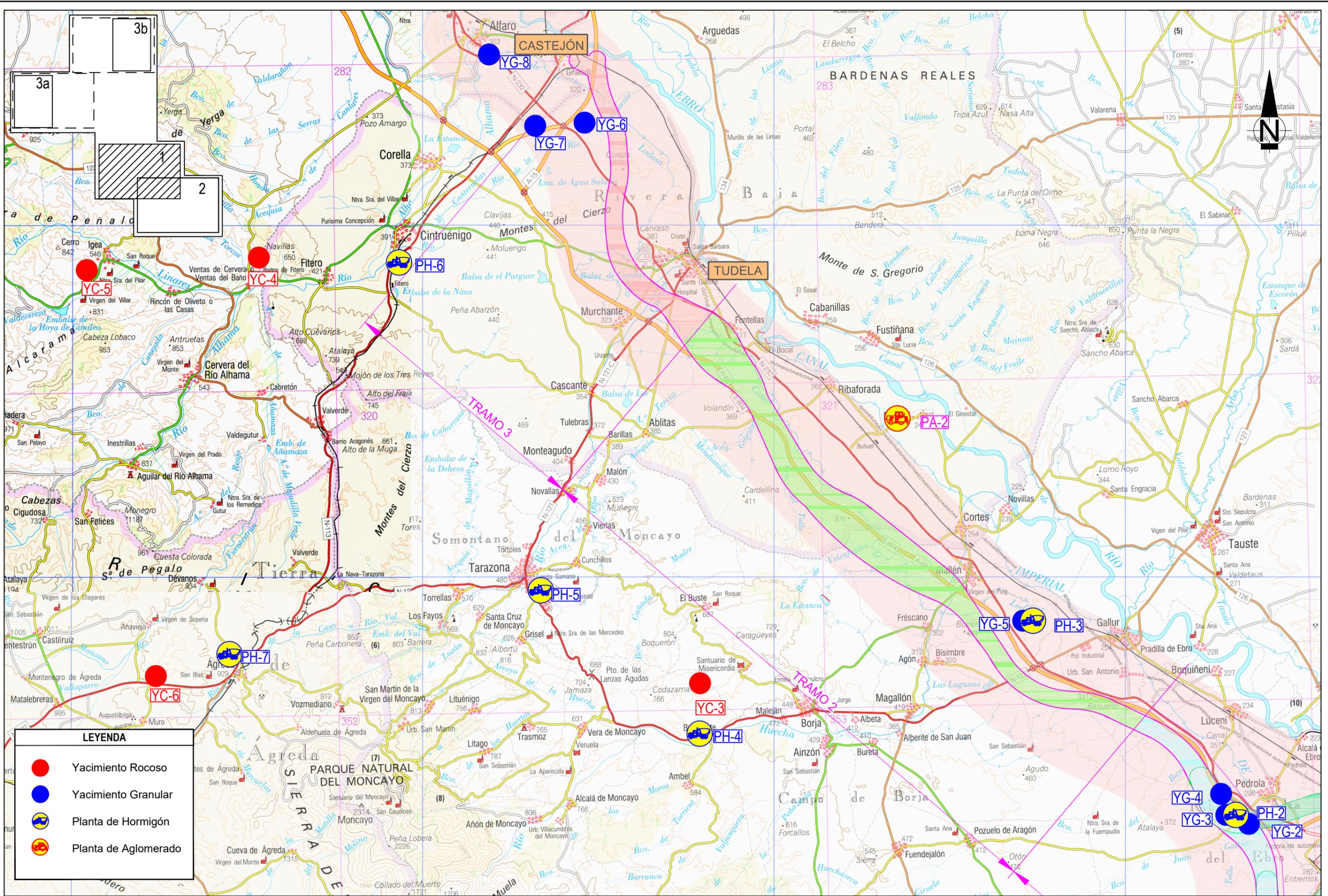
TÍTULO DEL PLANO
GEOLÓGIA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS



CODIGO: 51101800606ES | ARCHIVO: AG5.5_Plan0 Préstamos | FECHA: 05/10/2022 | DIBUJO: PCG | REV. GRAF. DEL. PCG | EL PROYECTISTA: #Eltsbowen | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM | Zona UTM: 30N

 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p> <p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p> <p>DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD</p> <p>TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN</p>	<p>AUTOR DEL ESTUDIO</p> <p> #Eltsbowen</p> <p>DELIA ROMERA LUENGO</p>	<p>ESCALA</p> <p>Alt: 1:2.500</p> <p>A3: 25.000</p>  <p>Númerica Gráfica</p>	<p>FECHA</p> <p>MARZO 2023</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5.5</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>GEOLÓGIA Y GEOTECNIA</p> <p>PLANTA DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS</p>
						<p>Hoja 16 de 16</p>	

APÉNDICE 6 MAPA DE YACIMIENTOS



MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO - MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
TRAMO: ZARAGOZA - CASTEJÓN

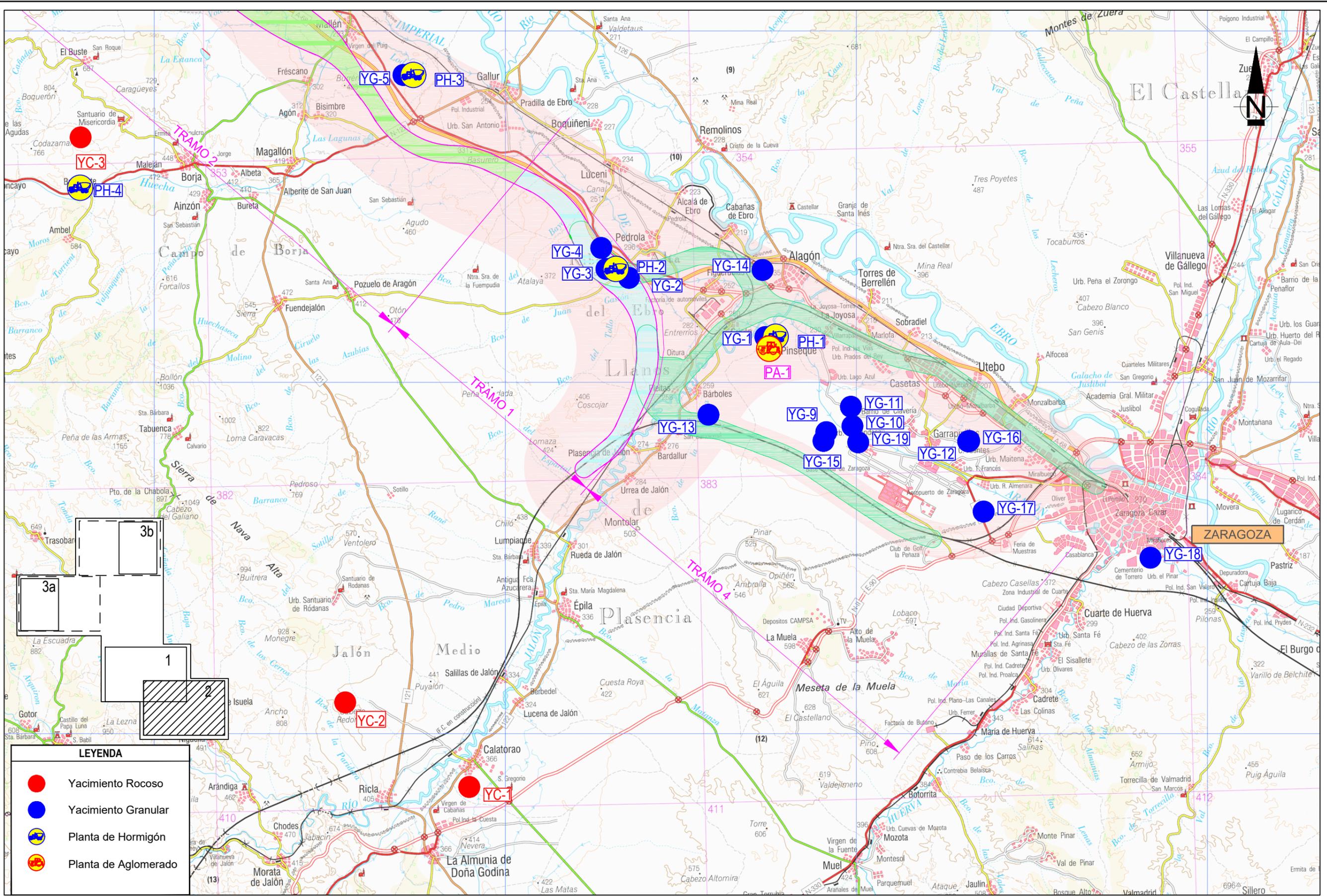
AUTOR DEL ESTUDIO
EPF INGENIERÍA
DELIA ROMERA LUENGO

ESCALA
A1 1:100.000
A3 1:200.000
Numérica Gráfica

FECHA
MARZO 2023

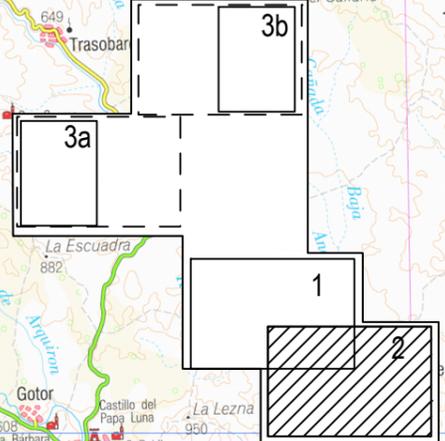
Nº DE PLANO:
5.6
Hoja 1 de 3

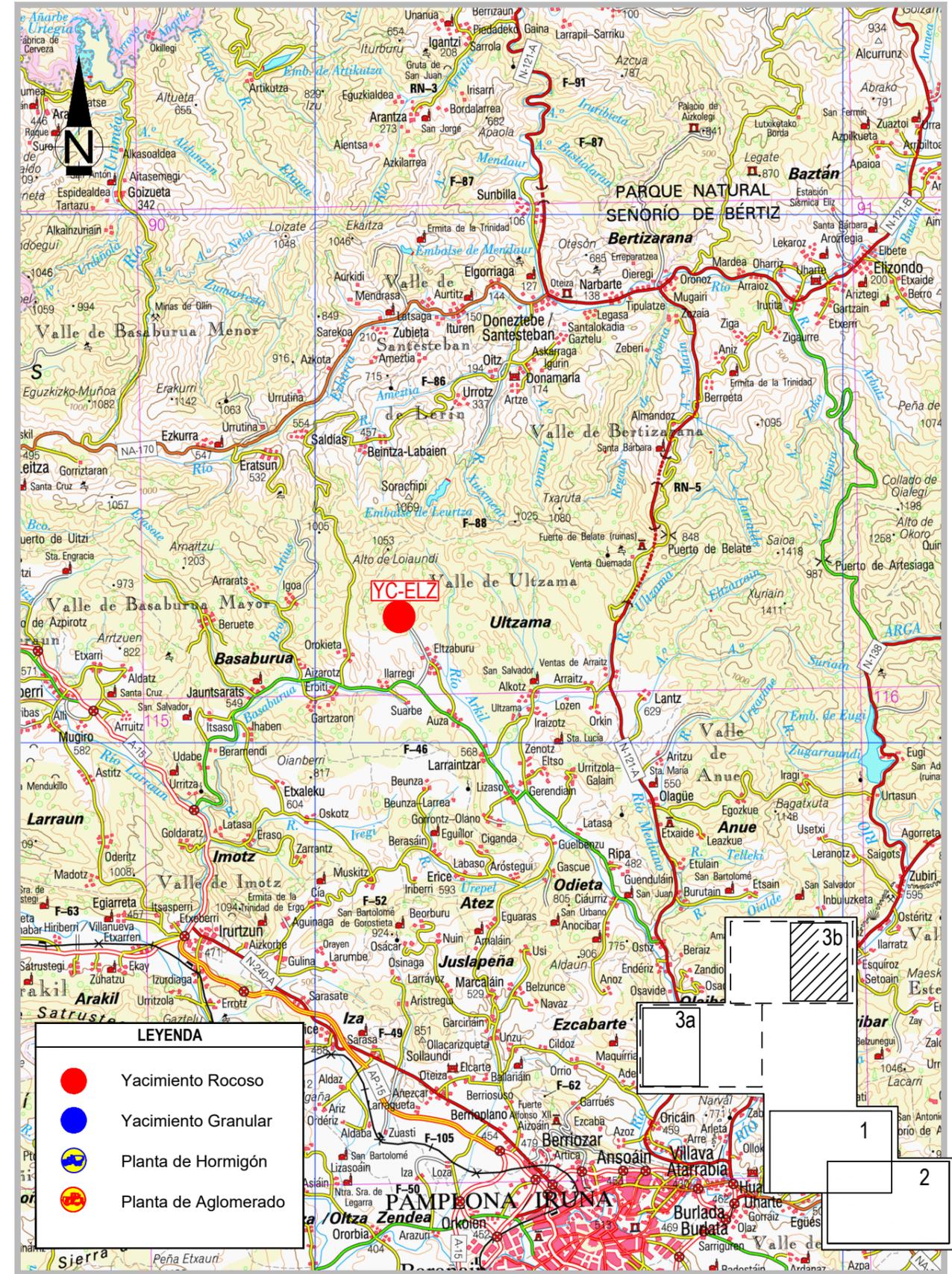
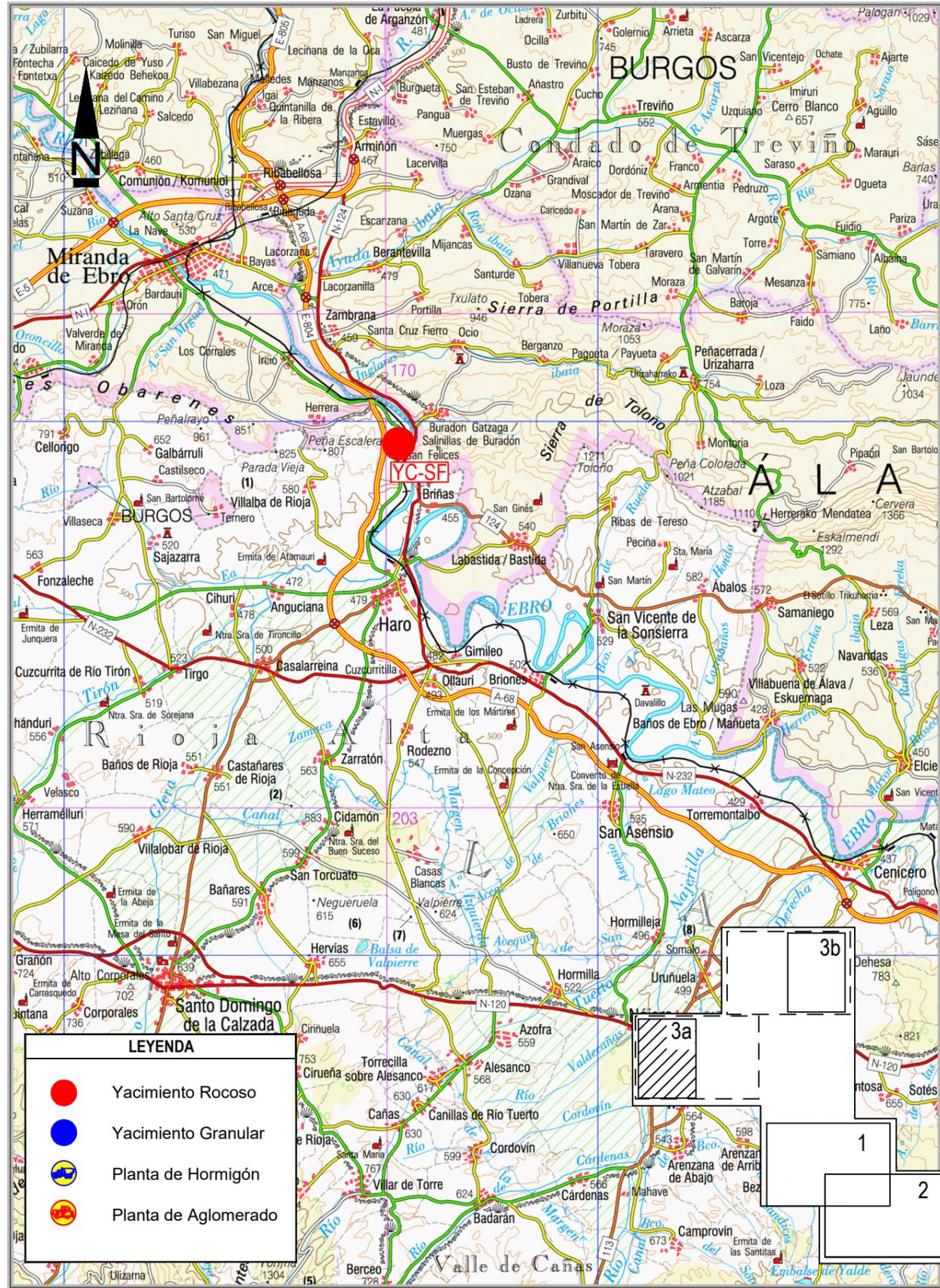
TÍTULO DEL PLANO
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA DE YACIMIENTOS



LEYENDA

- Yacimiento Rocoso
- Yacimiento Granular
- Planta de Hormigón
- Planta de Aglomerado





APÉNDICE 7 REPORTAJE FOTOGRAFICO EMPLAZAMIENTO DE PRETAMOS



PRESTAMO Nº 1



PRESTAMO Nº 3



PRESTAMO Nº 2



PRESTAMO Nº 5



PRESTAMO Nº 6



PRESTAMO Nº 9



PRESTAMO Nº 7



PRESTAMO Nº 10



PRESTAMO Nº 11



PRESTAMO Nº 13



PRESTAMO Nº 12



PRESTAMO Nº 14



PRESTAMO Nº 15



PRESTAMO Nº 17



PRESTAMO Nº 16



PRESTAMO Nº 18



PRESTAMO Nº 20



PRESTAMO Nº 22



PRESTAMO Nº 21



PRESTAMO Nº 23



PRESTAMO Nº 26



PRESTAMO Nº 28



PRESTAMO Nº 27



PRESTAMO Nº 29



PRESTAMO Nº 30



PRESTAMO Nº 32



PRESTAMO Nº 31



PRESTAMO Nº 33



PRESTAMO Nº 34



PRESTAMO Nº 36