

MODIFICACIÓN 02 DE
SEPARATA DEL
PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE
SET EJULVE A SET CÁMARAS
ORGANISMO AFECTADO: SERVICIO DE PATRIMONIO
DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE
ARAGÓN



INDICE

1. MEMORIA	1
1.1. Objeto	2
1.2. Emplazamiento	2
1.3. Peticionario y compañía suministradora.....	2
1.4. Descripción del trazado de la línea	3
1.5. Ministerio, organismo o corporación afectada.....	7
1.6. Cruzamiento.....	7
1.6.1. Cruzamiento N°2	7
1.6.1.1. Distancia vertical del cruzamiento	7
1.6.1.2. Distancia horizontal del cruzamiento	8
1.6.2. Cruzamiento N°9	8
1.6.2.1. Distancia vertical del cruzamiento	8
1.7. Coordenadas de los apoyos de la línea	9
1.8. Descripción de la instalación aérea	10
1.8.1. Características generales.....	10
1.8.2. Características de los materiales	11
1.8.2.1. Conductores.....	11
1.8.2.2. Cable tierra.....	11
1.8.2.3. Aislamiento.....	12
1.8.2.4. Herrajes.....	13
1.8.2.5. Apoyos y cimentaciones	13
1.8.2.6. Puesta a tierra.....	15
1.8.2.7. Numeración y aviso de peligro.....	15
1.8.2.8. Antivibradores	16
1.8.2.9. Dispositivos salvapájaros.....	16
1.9. Descripción de la instalación subterránea.....	17
1.9.1. Características generales.....	17
1.9.2. Características de los materiales	18
1.9.2.1. Cable de potencia	18
1.9.2.2. Composición cable de potencia	18
1.9.2.3. Cable de fibra óptica	19
1.9.2.4. Canalización subterránea	19
1.9.2.5. Perforación horizontal dirigida	20
1.9.2.6. Hinca mecánica.....	21

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

1.9.2.7. Arquetas de telecomunicaciones	21
1.9.2.8. Mandrilado	23
1.9.2.9. Cámaras de empalme.....	23
1.9.2.10. Señalización.....	24
1.9.2.11. Puesta a tierra.....	25
1.10. Conclusión	31
2. PLANOS.....	32
2.1. Lista de planos.....	33

1. MEMORIA

1.1. Objeto

La presente Modificación tiene por objeto la sustitución de la anterior documentación presentada de forma que sean concedidas por parte de la SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN las preceptivas autorizaciones para el cruce de la LAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS, necesaria para la evacuación de energía de los parques eólicos de Guadalopillo II, El Bailador y Tosquilla.

La presente Modificación incluye el estudio, descripción y valoración del tramo de la línea desde el apoyo 85A de la LAT 400KV DC SET EJULVE - SET CÁMARAS, hasta el apoyo 107 de la LAT 400KV DC SET EJULVE - SET CÁMARAS y desde el apoyo 145A de la LAT 400KV DC SET EJULVE - SET CÁMARAS hasta la SET Cámaras.

Esta separata anula a todas las demás separatas presentadas ante el Organismo.

1.2. Emplazamiento

Tal como se muestra en los planos de la instalación, ésta se encuentra ubicada en la provincia de TERUEL, y el tramo de la línea objeto del presente documento discurre por los municipios de Aliaga, Ejulve, Molinos, Berge, Los Olmos, Alloza, Andorra, Albalate del Arzobispo e Hijar.

Teniendo en consideración únicamente la parte del trazado la línea objeto de la presente Modificación de Proyecto, los términos municipales que se ven afectados son Los Olmos, Alloza, Andorra, Albalate del Arzobispo e Hijar, todos ellos pertenecientes a la provincia de Teruel.

1.3. Peticionario y compañía suministradora

El petitionerio de este proyecto es RENOVABLES SANTIA, S.L. con C.I.F. B-99530115, el cual resultará titular de la instalación una vez obtenga de la Administración competente las respectivas autorizaciones.

RENOVABLES SANTIA, S.L.

C.I.F.: B-99530115

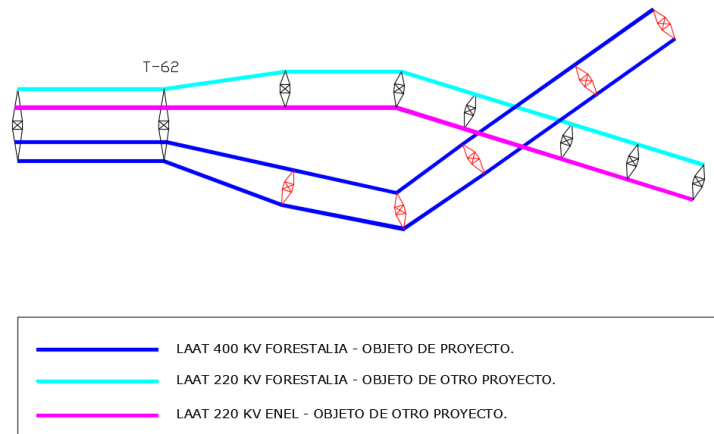
Dirección social: Calle Ortega y Gasset 20, 2º, Madrid (28006)

Dirección a efectos de notificación: Calle Coso 33, 6º A, Zaragoza (50003)

1.4. Descripción del trazado de la línea

Tras las modificaciones expuestas en esta adenda la línea objeto de la MODIFICACIÓN 02 de PROYECTO presenta una longitud de 72,098 kilómetros desde la SET EJULVE hasta la SET CÁMARAS, siendo la longitud del tramo objeto de la modificación de 11,733 km. Su origen es SET EJULVE, ubicada en el término municipal de Aliaga y el final de la línea será SET CÁMARAS, perteneciente al término municipal de Hajar.

La línea de evacuación LAT 400 kV DC SET EJULVE a SET CÁMARAS comparte parte del trazado con la línea de evacuación LAT SET EJULVE – APOYO 1-2 de LAT SET PE ÍBEROS – SET MUDÉJAR PROMOTORES en su tramo inicial y central. Adicionalmente, en su tramo central la LAT 400 kV DC SET EJULVE a SET CÁMARAS comparte trazado con la LAT 400-220 kV SET PE ÍBEROS – SET MUDÉJAR PROMOTORES.



A continuación se describe por tramos el trazado y la configuración de la LAT 400 kV DC SET EJULVE a SET CÁMARAS a lo largo de la totalidad de su recorrido.

- **TRAMO Nº1:** SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores (no objeto de modificación)

Trazado aéreo, en configuración de triple circuito. La línea compartirá apoyos con otras líneas, siendo la asignación de la energía de los circuitos de izquierda a derecha y en sentido de la evacuación de la energía:

- Primer Circuito, asignado para LAT 220 kV SET EJULVE a SET MUDÉJAR PROMOTORES.
- Segundo Circuito, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SET CÁMARAS.
- Tercer Circuito, en reserva, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SET CÁMARAS.

- **TRAMO Nº2:** AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores (no objeto de modificación)

Trazado aéreo, en configuración de cuádruple circuito. La línea compartirá apoyos con otras líneas, siendo la asignación de la energía de los circuitos de izquierda a derecha y en sentido de la evacuación de la energía:

- Primer Circuito, asignado para LAT 220 kV SET ÍBEROS a SET MUDÉJAR PROMOTORES.
- Segundo Circuito, asignado para LAT 220 kV SET EJULVE a SET MUDÉJAR PROMOTORES.
- Tercer Circuito, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.
- Cuarto Circuito, en reserva, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.

- **TRAMO Nº3:** AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP91A PAS LASAT 400 kV SET Ejulve a SET Cámaras

Trazado aéreo, en configuración de doble circuito. La línea se ha dimensionado en configuración de doble, sin embargo, se procederá al **tendido inicial de uno de los circuitos**, quedando en reserva para futuras actuaciones las posiciones del segundo circuito, siendo la asignación de la energía de los circuitos:

- Primer Circuito, en triángulo superior, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.
- Segundo Circuito, en triángulo inferior, en reserva, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.

- **TRAMO Nº4:** AP90 PAS LASAT 400 kV SET Ejulve a SET Cámaras – AP107 PAS LASAT 400 kV SET Ejulve a SET Cámaras

Trazado subterráneo, en configuración de doble circuito. La línea se ha dimensionado en configuración de doble circuito, sin embargo, se procederá al **tendido inicial de uno de los circuitos**, quedando en reserva para futuras actuaciones las posiciones del segundo circuito, siendo la asignación de la energía de los circuitos:

- Primer Circuito, circuito izquierdo, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.
- Segundo Circuito, circuito derecho, en reserva, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.

- **TRAMO Nº5:** AP107 PAS LASAT 400 kV SET Ejulve a SET Cámaras – SET Cámaras

Trazado aéreo, en configuración de doble circuito. La línea se ha dimensionado en configuración de doble, sin embargo, se procederá al **tendido inicial de**

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

uno de los circuitos, quedando en reserva para futuras actuaciones las posiciones del segundo circuito, siendo la asignación de la energía de los circuitos:

- Primer Circuito, en triángulo superior, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.
- Segundo Circuito, en triángulo inferior, en reserva, asignado para LAT 400 kV SET EJULVE a SE CÁMARAS.

La línea tiene una tensión de 400 kV y parte de la SET EJULVE, con una configuración Triple Circuito, y se conectará al pórtico de llegada de la SET CÁMARAS, produciéndose la llegada a la SET en configuración Doble Circuito. Para el diseño de la línea se ha utilizado un conductor LA-455 Dúplex para los tramos aéreos y u RHZ1-RA+2OL(AS) 230/400kV 1x630KA1+T480A1 para el tramo subterráneo.

A continuación, se muestran los municipios por los que discurre la línea y los cruza- mientos que existen en cada municipio por alineaciones correspondientes a la presen- te modificación del proyecto:

Provincia: TERUEL

Término municipal: ANDORRA

Longitud: 1.985,27 m

Nº Alineación	Tramo línea	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruza mientos
1	3	85A	87AA	216,40	725,65	-
2	3	87A	91A	-	1.230,02	Nº 1, V.P. PASO DESDE VALDORÍA HASTA EL MÁS QUEMADO Nº 2, CAMINO DE SANTIAGO ANDORRA – ALBALATE DEL ARZOBISPO
-	4	-	-	-	29,60	-

Provincia: TERUEL

Término municipal: ALBALATE DEL ARZOBISPO

Longitud: 8.452,7 m

Nº Alineación	Tramo línea	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruza mientos
-	4	-	-	-	8.452,67	Nº 3, BARRANCO Nº 4, CRTA A-223 PK: 23+946,00 Nº 5, ARROYO Nº 6, CRTA A-223 PK: 27+145,00 Nº 7, CRTA A-1401 PK: 34+712 Nº 8, ACEQUIA DE MELIDA Nº 9, CAMINO DE SANTIAGO ANDORRA – ALBALATE DEL ARZOBISPO Nº 10, RÍO MARTÍN Nº 11, ACEQUIA DEL CAMPO DEL LUGAR Nº 12, ACEQUIA DEL CAMPO DEL LUGAR

Provincia: TERUEL

Término municipal: HIJAR

Longitud: 1.295,53 m

Nº Alineación	Tramo línea	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
2	5	145A	146A	221,45	427,07	-
3	5	146A	148A	233,31	818,46	Nº 13,BARRANCO DE LOS ESTANCOS
4	5	148A	PÓRT	0,0	50,0	-

Para la redacción de este proyecto se ha realizado un trabajo de campo, consistente en un estudio de trazado y unas mediciones de campo de precisión con equipos GPS diferencial. Para la validar los cruces con las líneas existentes se han medido las alturas de estas líneas, utilizado los medios adecuados.

Los trabajos han consistido en:

ESTUDIO DE TRAZADO LAT

- Estudio de alternativas de trazado, considerando la legislación española aplicable.
- Selección del trazado más adecuado en campo, considerando los condicionantes ambientales que se han identificado.
- Se han considerado los condicionantes impuestos por las infraestructuras existentes.
- Definición y estaquillado de los vértices de la línea, comprobando insitu si existen instalaciones y construcciones que puedan condicionar el trazado de la línea, y comprobando que se ubican en lugares accesibles.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

- Ubicación de los vértices de la línea, y de los puntos de cruce con infraestructuras, con GPS
- Medición de las alturas de los cables de las líneas que cruza el trazado.
- Medición de los límites de las infraestructuras a las que cruza el trazado de la línea.

1.5. Ministerio, organismo o corporación afectada

Por medio del presente documento se informa a la SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN de la afectación supuesta debido a la instalación de la línea de doble circuito de tensión nominal 400 kV necesaria para la evacuación de la energía de los parques eólicos de Guadalopillo II, El Bailador y Tosquilla, con evacuación en SET CÁMARAS.

1.6. Cruzamiento

La longitud que afecta a la SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN se muestra en la siguiente tabla. Dicha longitud será en aéreo.

Nº CRUZ.	TRAMO LÍNEA	ENTRE APOYOS	VANO (m)	ELEMENTO QUE SE CRUZA
2	3	88A-89A	392,77	CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO
9	4	-	-	CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO

1.6.1. Cruzamiento Nº2

Las coordenadas UTM aproximadas del cruzamiento número 2 en Datum WGS-84 son X=711.680 Y=4.546.983 en el huso 30.

1.6.1.1. Distancia vertical del cruzamiento

La mínima distancia vertical entre los conductores de la línea soterrada y el CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO, en las condiciones más desfavorables viene dada por el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión en su Art. 5, Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y su ITC-LAT 07, es:

$$D_{add} + D_{el} = 8,10 \text{ m}$$

La mínima distancia vertical real entre los conductores de la línea y el CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO es de 20,94 metros, superior a la distancia marcada por el reglamento.

1.6.1.2. Distancia horizontal del cruzamiento

La mínima distancia horizontal entre los apoyos de la línea y el CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO medida de manera perpendicular al camino es de 13,90 metros.

1.6.2. Cruzamiento N°9

Las coordenadas UTM aproximadas del cruzamiento número 9 en Datum WGS-84 son X=709.520 Y=4.552.525 en el huso 30.

1.6.2.1. Distancia vertical del cruzamiento

La mínima distancia vertical entre los conductores de la línea y el CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO, en las condiciones más desfavorables viene dada por el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en su Art. 5, Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y su ITC-LAT 06, es:

0,60 m

La mínima distancia vertical real entre los conductores de la línea y el CMNO. SANTIAGO ANDORRA-ALBALATE DEL ARZOBISPO es de 0,60 metros.

1.7. Coordenadas de los apoyos de la línea

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los apoyos del trazado objeto del documento de la línea en proyección UTM utilizando el Datum ETRS89 en el huso 30. Las cotas de los apoyos de la línea referidas al nivel medio del mar se muestran en la siguiente tabla:

Nº Apoyo	Tipo	X UTM	Y UTM	Z	Longitud	Latitud
85A	AG-AM	710.623	4.545.914	663,65	0° 29' 40,0"	41° 2' 11,4"
86A	AL-S	710.879	4.546.253	655,44	0° 29' 28,7"	41° 2' 22,2"
87A	AG-AM	711.060	4.546.494	654,88	0° 29' 20,6"	41° 2' 29,8"
88A	AL-S	711.395	4.546.758	641,07	0° 29' 6,0"	41° 2' 38,1"
89A	AL-S	711.703	4.547.001	643,87	0° 28' 52,5"	41° 2' 45,6"
91A	FL-PAS	712.026	4.547.255	636,33	0° 28' 38,4"	41° 2' 53,6"
107	FL-PAS	700.733	4.564.823	376,58	0° 36' 21,0"	41° 12' 31,1"
145	AG-AM	700.535	4.565.178	375,35	0° 36' 29,0"	41° 12' 44,8"
146A	AG-AM	700.617	4.565.597	369,63	0° 36' 25,0"	41° 12' 58,3"
147A	AL-S	700.815	4.565.935	363,10	0° 36' 16,1"	41° 13' 9,0"
148A	FL	701.031	4.566.304	359,43	0° 36' 6,4"	41° 13' 20,8"
PORT	PORTICO	701.074	4.566.328	359,03	0° 36' 4,5"	41° 13' 21,5"

En los planos adjuntos se puede ver la ubicación de cada apoyo.

1.8. Descripción de la instalación aérea

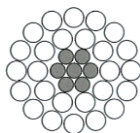
La instalación, en el tramo aéreo comprendido en el alcance de la modificación, queda definida por las siguientes características:

1.8.1. Características generales

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	400
Tensión más elevada de la red (KV)	420,0
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos.....	2
Nº de conductores aéreos por fase.....	2
Tipo de conductor aéreo	LA-455
Tipo de cable de tierra	OPGW-24
Número de cables de tierra.....	2
Potencia máxima de transporte en aéreo por circuito (MVA)	1.300
Número de apoyos	11
Longitud Tramo N°3 (km).....	13,925
Longitud Tramo N°5 (km).....	16,006
Zona de aplicación.....	ZONAS A y B
Tipo de aislamiento.....	Cadenas de aisladores de vidrio
Apoyos	IME-SUS-DC-400, IME-AN2-DC-400, IME-FLI-DC-400
Cimentaciones.....	Hormigón
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra doble
Nº Apoyos alineación/Tipo	4 / IME-SUS-DC-400
Nº Apoyos ángulo/Tipo	4 / IME-AN2-DC-400
Nº Apoyos fin de línea PAS/Tipo	2 / IME-FLI-DC-PAS-400
Nº Apoyos fin de línea/Tipo.....	1 / IME-FLI-DC-400

1.8.2. Características de los materiales

1.8.2.1. Conductores



Las características del conductor aéreo son las siguientes:

Son cables de aluminio con alma de acero de conductores cableados concéntricos, compuestos de un alma de acero del tipo ST_{1A} y una o más capas de hilos de aluminio del tipo AL₁.

Tipo	LA – 455
Designación nueva	402-AL ₁ /52-ST _{1A}
Material	Aluminio – Acero
Composición (mm)	54+7
Diámetro cable completo (mm).....	27,72
Sección total (mm ²)	454,50
Peso (daN/m)	1,491
Carga de rotura (daN)	12.400
Módulo de elasticidad (daN/mm ²).....	6.900
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	19,3 10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/Km)	0,07180
Intensidad máxima admisible (A).....	798

1.8.2.2. Cable tierra

Las características del cable de guarda son las siguientes:

Tipo	OPGW 24
Diámetro cable completo (mm).....	15,6
Sección total (mm ²)	114,9
Peso (daN/m)	0,551
Carga de rotura (daN)	8.030
Tensión máxima permitida	3.610
Módulo de elasticidad (daN/mm ²).....	9.700
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	16,3 10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	0,396
Margen de temperatura (°C).....	-45 a 80
Máximo número de fibras	24

1.8.2.3. Aislamiento

Se utilizarán cadenas de aisladores de vidrio templado de tipo caperuza y vástago según norma UNE 21 114 y UNE 21 124.

Se considera un nivel de contaminación medio (II), definiendo como adecuada una línea de fuga nominal de 20 mm/kV (según ITC-LAT-07). Este nivel de contaminación es equivalente a zonas con industrias que no producen humo especialmente contaminante y con densidad media de viviendas equipadas con calefacción, o a zonas con elevada densidad de viviendas e industrias pero sujetas a vientos frecuentes y lluvia, o bien a zonas expuestas a vientos desde el mar, pero alejadas bastantes kilómetros a la costa.

Dada la tensión más elevada de la línea (420 kV), la línea de fuga mínima en la línea será de 8.400 mm (420kV x 20 mm/kV, según ITC-LAT-07). Esta longitud será inferior a la línea de fuga que presentan las cadenas de aisladores utilizadas en este proyecto.

El tipo de aislador seleccionado tanto para apoyos de suspensión como de amarre es:

Denominación	U 160-BS
Material dieléctrico	Vidrio
Norma de fabricación y ensayo:	IEC60383 / IEC 60305
Diámetro dieléctrico.....	280 mm
Paso.....	146 mm
Línea de fuga	380 mm
Carga de rotura	160 kN
Peso aprox.....	5,9 kg

En estructuras de amarre en ángulo se emplearán cadenas de suspensión adicionales en el circuito exterior al ángulo para asegurar la distancia del puente flojo.

Las cadenas de aisladores serán:

Suspensión:

Cadena de 23 aisladores para 400kV tipo U 160-BS con grapa de suspensión armada, con una carga de rotura de 160kN, línea de fuga total de 8.740 mm (superior a 8.400 mm), una tensión soportado a impulso tipo rayo de 1.710kV, a 50Hz en seco de 1.030kV y a 50Hz en lluvia de 790kV. La longitud de la cadena de suspensión es de 3,928 m y su peso de 163,96 kg.

Amarre:

Cadena de 2x23 aisladores para 400kV tipo U 160-BS con grapa de compresión, con una carga de rotura de 100kN, línea de fuga total de 8.740 mm (superior a 8.400 mm), una tensión soportado a impulso tipo rayo de 1.710kV, a 50Hz en seco de 1.030kV y a 50Hz en lluvia de 790kV. La longitud de la cadena de amarre es de 4,739 m y su peso de 320,79 kg.

En el apartado PLANOS se puede ver la disposición de cadenas adoptadas.

1.8.2.4. Herrajes

Los herrajes son hierro forjado galvanizado en caliente y todos estarán adecuadamente protegidos contra la corrosión.

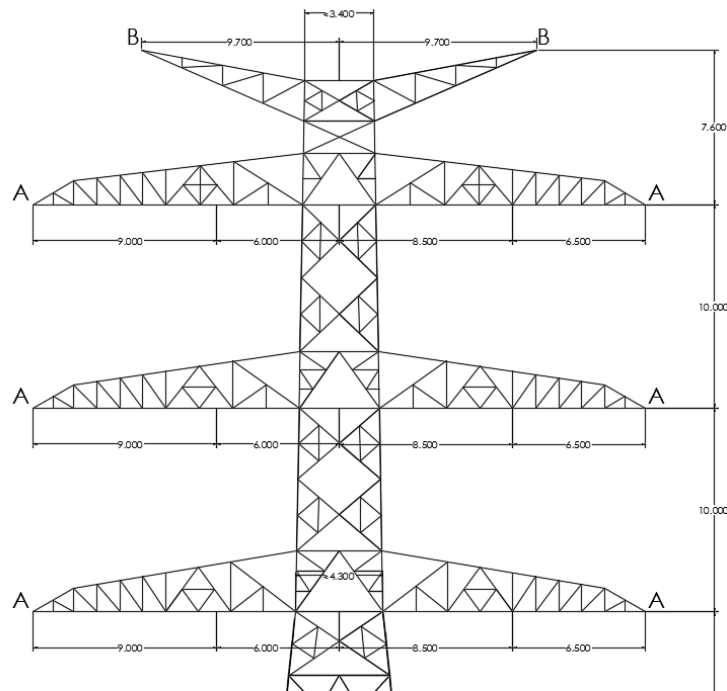
Los herrajes estarán dimensionados para que la cadena cinemática que soporta cada cable soporte los esfuerzos máximos descritos en la Norma UNE 21 006, superando los coeficientes de seguridad reglamentarios.

1.8.2.5. Apoyos y cimentaciones

Se considera la elaboración de diseños de apoyos de suspensión, amarre y fin de línea, que permitan ajustarse a las diferentes condiciones del trazado y de la geografía del lugar. En concreto para esta línea las estructuras propuestas, serán torres metálicas de acero galvanizado, enrejadas y auto soportadas de doble circuito y de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar.

Los apoyos propuestos no están dimensionados para soportar esfuerzos temporales con una configuración en bandera, por lo que el **tendido del primer circuito deberá realizarse mediante una configuración en triángulo superior, empleando las dos crucetas superiores y una cruceta intermedia.**

En el apoyo de derivación 62-DERIV, no objeto de estudio de este proyecto, y con el fin de asegurar el cumplimiento de distancias entre conductores indicados en la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se ha considerado la fijación del circuito de 400 kV de tensión nominal más próximo al apoyo a una distancia de 6 metros del eje del mismo. De igual manera, con objeto de asegurar el cumplimiento de distancias con respecto al apoyo, se deberán instalar cadenas de suspensión adicionales para evitar la oscilación del puente flojo.



Son estructuras de sección cuadrada compuestas de cabeza prismática recta y fuste de geometría tronco piramidal, construidas con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza será recta de entre 1,85 m y 2,50 m de ancho, y dispondrá de doble cúpula para colocación de los cables de protección y comunicaciones.

La línea está compuesta por 91 estructuras de tres tipos, según su función: fin de línea, amarre (de ángulo o en alineación) y de suspensión.

Los apoyos con función de fin de línea serán del tipo IME-FL1-DC-400 en configuración de doble circuito, con una distancia vertical entre fases de 8,0 m, y un ancho de crucetas de 7,5 m en todas sus crucetas. La cúpula de tierra cuenta con una altura de 6,2 m y una longitud de crucetas de 5,0 m.

Los apoyos con función de amarre serán del tipo IME-AN-DC-400 (apoyos en alineación) y IME-AN2-DC-400 (vértices). Este tipo de apoyos cuentan con una distancia vertical entre fases de 8,0 m, y un ancho de cruceta de 7,0 m en sus crucetas superiores y de 7,5 m en su cruceta inferior. La altura de la cúpula será de 6,3 m y la longitud de sus crucetas de 3,0 m, en la mayoría de los casos. Para dar cumplimiento a las distancias de seguridad reglamentarias entre conductores de fase y de tierra se utilizará una cúpula de 8,0 m de altura y una longitud de cruceta de 4,0 m.

Los apoyos con función de suspensión serán del tipo IME-SUS-DC-400, en configuración de doble circuito, con una distancia vertical entre fases de 8,0 m, y un ancho de cruceta de 7,0 m en todas sus crucetas. Cuentan con una cúpula de 2,6 m de altura y unas crucetas de longitud igual a 3,3 m.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

La selección del modelo de apoyo se ha realizado para que su geometría cumpla con las distancias reglamentarias, para el conductor, condiciones de diseño y las hipótesis de cálculo aplicables al proyecto. El esfuerzo máximo específico de cada apoyo debe cumplir con el árbol de cargas que viene reflejado posteriormente en el proyecto.

Las cimentaciones serán de hormigón en masa de tipo fraccionadas de dimensiones variables.

1.8.2.5.1. Apoyos IME-SUS-DC-400

Son apoyos troncos piramidales de sección cuadrada construida con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 1,85 m. de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

1.8.2.5.2. Apoyos IME-AN-DC-400

Son apoyos tronco piramidales de sección cuadrada construidas con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 2,20 m. de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

1.8.2.5.3. Apoyos IME-AN2-DC-400

Son apoyos tronco piramidales de sección cuadrada construidas con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 2,20 m. de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

1.8.2.5.4. Apoyos IME-FL1-DC-400

Son apoyos tronco piramidales de sección cuadrada construidas con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería.

La cabeza es recta de 2,50 m. de ancho. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

1.8.2.6. Puesta a tierra

En apoyos en zonas no frecuentadas los apoyos se pondrán a tierra mediante electrodos de difusión vertical.

1.8.2.7. Numeración y aviso de peligro

En cada apoyo se marca el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

Todos los apoyos llevan una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.

1.8.2.8. Antivibradores

Se colocarán amortiguadores del tipo Stockbridge en los conductores de fase, y el cable de protección y comunicaciones.

Estos antivibradores están formados por un cuerpo central de aleación de aluminio, un cable portador de 19 alambres de acero galvanizado y dos contrapesos de acero forjado galvanizado.

El número de antivibradores a utilizar dependerá de la longitud del vano y será en general dos a cada lado del apoyo si la longitud del vano es superior a 450 metros y de uno a cada lado del apoyo si esta longitud es inferior.

1.8.2.9. Dispositivos salvapájaros

Se instalarán dispositivos salvapájaros homologados para evitar riesgos de choques contra los cables de la línea de evacuación.

Estos dispositivos estarán formados por espirales de PVC rígido de 1 m de longitud y 30 cm de diámetro, de color blanco, rojo o naranja reflectante, e irán montados preferentemente en el cable de protección cada 5 metros conforme a lo estipulado en la declaración de impacto ambiental.

En la parte final del trazado se instalarán dispositivos salvapájaros del tipo baliza en forma de tiras de neopreno en "X" con una cadencia visual de cada 7 metros en los conductores de fase con el objetivo de aumentar la visibilidad en los cables.

1.9. Descripción de la instalación subterránea

La instalación, en el tramo subterráneo, queda definida por las siguientes características:

1.9.1. Características generales

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	400
Tensión más elevada de la red (KV)	420,0
Longitud Tramo N°4 (km).....	8,483
Nº de circuitos por zanja	2
Nº de ternas por circuito	1
Tipo de canalización	Bajo tubo hormigonada
Configuración de la instalación	Tresbolillo
Tipo de cable subterráneo	630 Al
Aislamiento cable subterráneo.....	XLPE
Número de cables de tierra por circuito	1
Conexión de las pantallas.....	Cross-Bonding

1.9.2. Características de los materiales

1.9.2.1. Cable de potencia

El cable requerido para el tramo subterráneo N^o4 es del tipo RHZ1-RA+2OL(AS) 230/400kV 1x630KAl+T480Al

Tensión nominal (kV).....	400
Tensión máxima (kV).....	420
Sección total (mm ²)	630
Conductor.....	Aluminio
Diámetro exterior (mm).....	108,60
Diámetro conductor (mm).....	30,60
Pantalla aislamiento	Tubo de aluminio
Sección pantalla (mm ²).....	480
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	0,0469
Capacidad nominal (µF/km)	0,1400z
Temperatura máxima régimen permanente (°C).....	90
Temperatura máxima conductor en cortocircuito (°C).....	250
Intensidad máxima de cortocircuito conductor:	
Tiempo de cortocircuito 1,0s (kA)	59,60
Intensidad máxima de cortocircuito pantalla:	
Tiempo de cortocircuito 1,0s (kA)	50,00

1.9.2.2. Composición cable de potencia

La composición general de los cables aislados de aluminio con pantalla constituida por hilo de cobre para tensión nominal de 400kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: Cuerda taponada de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- Semiconductora interna: Capa extruida de mezcla semiconductora.
- Aislamiento: Polietileno reticulado, XLPA.
- Semiconductora externa: Capa extruida de mezcla semiconductora no separable en frío.
- Obturación longitudinal al agua: Cinta semiconductora bloqueante del agua.
- Pantalla metálica: Tubo de aluminio.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

- Cubierta externa: Poliolefina, libre de halógenos, no propagadora de la llama ni del incendio con capa exterior semiconductor, extruida conjuntamente con la cubierta.

1.9.2.3. Cable de fibra óptica

Las características del cable de fibra serán las siguientes:

Cable fibra óptica:	PKP
Tubos activos:.....	6 (2 Rojos, 2 Blancos y 2 Azules)
N.º fibras ópticas / tubo:	8
Diámetro nominal:	14,3 mm
Peso nominal:	155 kg/km
Tracción máxima:.....	3.000 N
Resistencia al aplastamiento:.....	30 N/mm
Resistencia al impacto:	5 J
Ciclo térmico de operación:.....	-20 °C/ +60°C

1.9.2.4. Canalización subterránea

Las canalizaciones en general discurrirán por terrenos de dominio público en suelo interurbano y siempre evitando los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible. El radio de curvatura después de instalado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro nominal de cable. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán superiores a 20 veces el diámetro nominal de cable. Los cables podrán instalarse en las configuraciones que se indican a continuación. A continuación, se indican las configuraciones de las canalizaciones afectadas por las modificaciones de trazado objeto del presente documento.

Canalización en terreno agrícola/camino de tierra:

Canalización de doble circuito con conductores enterrados bajo tubo de 150 mm de diámetro exterior y hormigonado con una configuración de conductores en tresbolillo. La profundidad máxima de la zanja será de 1,70 metros y la anchura de 1,88 metros, quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie una distancia superior a 0,60 metros con respecto al terreno como marca el punto 4.2 de la ITC-LAT-06.

Las canalizaciones disponen de tubos de plástico de doble capa de diámetro 250 mm para los cables de potencia y tubos de plástico 90 mm de diámetro para los cables de acompañamiento y telecomunicaciones.

Para el tendido del cable de potencia se instalarán 3 tubos por circuito de 250 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

Para la colocación de cada terna de tubos se emplearán separadores, de forma que se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado perfecto, con objeto de evitar que a través de estas, puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la fase de hormigonado y relleno de la zanja, que pudieran dificultar las operaciones de tendido. En el interior de los tubos se instalará una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de telecomunicaciones, se procederá al hormigonado de los mismos. Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia, tubos de los cables de acompañamiento y los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables. Cuando se prevea que la temperatura ambiente descienda por debajo de los 0°C en las 48 horas posteriores al hormigonado, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de "terreno adecuado" y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P.M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La canalización cumple con lo dispuesto en el apartado 4.2 de la ITC-LAT-06 del actual Reglamento de líneas de alta tensión (radios de curvatura, diámetro mínimo interior de los tubos, distancias a la superficie, señalización y protección mecánica). Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

1.9.2.5. Perforación horizontal dirigida

Para la ejecución del cruzamiento del río Martín se ejecutará una perforación horizontal dirigida (PHD). La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación. Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno. La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. Sus principales características son las siguientes:

- El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de las varillas de perforación y por la flexibilidad del tubo. Para las secciones tipo de perforación horizontal dirigida el radio mínimo de curvatura será 250m.
- El ángulo de ataque depende de la profundidad y longitud de la perforación.

Se ha estimado la profundidad máxima de la perforación a 4 metros debiéndose ajustar dicha profundidad en fases más avanzadas del proyecto.

1.9.2.6. Hinca mecánica

Para la ejecución de los cruzamiento de la línea con la carretera A-223 se resolverá mediante la hinca mecánica o neumática de dos tubulares metálicos de gran formato que, a modo de vainas o camisas protectoras, permitirán albergar sendos bancos de tubos plásticos destinados al cableado de potencia y auxiliar de cada uno de los dos circuitos en proyecto. Los tubos para vainas estarán fabricados en acero al carbono con arrollamiento helicoidal y doble cordón de soldadura.

1.9.2.7. Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones. Serán del tipo sencillo con unas dimensiones de 900x815x1150mm y dobles con dimensiones 900x1425x1150 mm, y se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme desde la zanja tipo conjunta de cables de potencia y de telecomunicaciones. Se instalarán arquetas de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio, en los apoyos de paso aéreo subterráneo y en los puntos singulares del trazado que sean necesarios.

Las arquetas sencillas se instalarán según la tabla adjunta:

Instalación arquetas sencillas telecomunicaciones	
Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme	Nº arquetas sencillas
≤ 250	0
$250 < x \leq 500$	1
$500 < x \leq 750$	2
$750 < x \leq 1200$	3

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

Las arquetas dobles se instalarán en cada cámara de empalme, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado, según proyectista de la instalación.

A continuación se muestra una tabla con las coordenadas de las arquetas:

Nº	X UTM	Y UTM
Arqueta Doble Nº1	712.030	4.547.256
Arqueta Simple Nº1	712.008	4.547.449
Arqueta Simple Nº2	712.010	4.547.657
Arqueta Doble Nº2	712.025	4.547.854
Arqueta Simple Nº3	712.077	4.548.157
Arqueta Simple Nº4	711.915	4.548.271
Arqueta Doble Nº3	711.780	4.548.492
Arqueta Simple Nº5	711.589	4.548.639
Arqueta Simple Nº6	711.406	4.548.784
Arqueta Doble Nº4	711.254	4.548.986
Arqueta Simple Nº7	711.100	4.549.178
Arqueta Simple Nº8	710.936	4.549.276
Arqueta Doble Nº5	710.780	4.549.437
Arqueta Simple Nº9	710.669	4.549.631
Arqueta Simple Nº10	710.586	4.549.831
Arqueta Doble Nº6	710.527	4.550.047
Arqueta Simple Nº11	710.456	4.550.263
Arqueta Simple Nº12	710.392	4.550.478
Arqueta Doble Nº7	710.388	4.550.701
Arqueta Simple Nº13	710.310	4.550.901
Arqueta Simple Nº14	710.227	4.551.095
Arqueta Doble Nº8	710.179	4.551.314
Arqueta Simple Nº15	710.078	4.551.606
Arqueta Simple Nº16	709.974	4.551.890
Arqueta Doble Nº9	709.788	4.552.074
Arqueta Simple Nº17	709.683	4.552.237
Arqueta Simple Nº18	709.604	4.552.405
Arqueta Doble Nº10	709.518	4.552.584
Arqueta Simple Nº19	709.477	4.552.795

Nº	X UTM	Y UTM
Arqueta Simple Nº20	709.372	4.552.862
Arqueta Doble Nº11	709.245	4.552.907
Arqueta Simple Nº21	709.059	4.553.019
Arqueta Simple Nº22	708.921	4.553.182
Arqueta Doble Nº12	708.924	4.553.452
Arqueta Simple Nº23	708.815	4.553.620
Arqueta Simple Nº24	708.713	4.553.768
Arqueta Doble Nº13	708.536	4.553.764

1.9.2.8. Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que servirá para el tendido del piloto que se empleará posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda guía deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 6 mm para los tubos de telecomunicaciones.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

1.9.2.9. Cámaras de empalme

La futura terna de empalme de los cables activos de la línea, así como el equipamiento auxiliar para conexión especial a tierra de las pantallas de éste, se albergarán en cámaras visitables de doble circuito y de dimensiones adecuadas, a intercalar en todo su trazado, en función del esquema de conexión a tierra de las pantallas.

Así, estará concebida en una única envolvente prefabricada de hormigón armado, monobloque (pieza única) y estanca. Esta envolvente estará diseñada para su instalación soterrada. Una vez montada, su estanqueidad total debe quedar asegurada tanto por sus características constructivas (adecuada selección del tipo de ambiental en la tipificación del hormigón y/o uso de aditivos) como por los tratamientos impermeabilizantes empleados (pinturas bituminosas o tratamientos alternativos).

Para facilitar el izado, manipulación y colocación de estas envolventes, dispondrán de elementos de tiro dispuestos dos a dos de manera que el tiro respecto a la vertical no sea superior a 30°.

Las dimensiones exteriores de referencia de la cámara proyectada tipo serán de 11,90 x 2,900 x 2,25 m (largo x ancho x alto). La cámara de empalme irá asentada entre una pendiente mínima de un 2% y una máxima de un 10%. El asiento se solucionará por medio de una capa de hormigón de regularización y limpieza, losa de cimentación de hormigón armado sobre la que disponer una cama de arena fina de nivelación de debidamente compactada. El material de relleno perimetral de hastiales estará exento de elementos que dañen el revestimiento impermeabilizante de la cámara.

Por último, indicar que, para garantizar la explotación segura de la instalación frente a las personas, las cámaras irán dotados de una red de tierras con dos dobles anillos mediante un conductor de Cu de mínimo 50 mm².

A continuación se muestra una tabla con las coordenadas de las cámaras de empalme:

Nº Cámara	X UTM	Y UTM
C1	712.025	4.547.861
C2	711.786	4.548.490
C3	711.259	4.548.982
C4	710.780	4.549.431
C5	710.528	4.550.041
C6	710.384	4.550.696
C7	710.177	4.551.308
C8	709.794	4.552.072
C9	709.521	4.552.579
C10	709.240	4.552.903
C11	708.930	4.553.451

1.9.2.10. Señalización

En superficie y a lo largo del trazado completo de la canalización entubada, se dispondrán, estratégicamente situados, diferentes hitos y/o placas de señalización indicando los cambios de dirección del trazado, identificando, en los tramos curvos, los puntos de inicio y final de la curva y, opcionalmente, el punto medio de esta.

En las placas de identificación de cada hito se indicará la tensión del circuito de AT soterrado (400 kV, en el caso de interés para este proyecto), así como la distancia y profundidad a la que se ubica la canalización respecto al hito correspondiente.

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir.

Los empalmes y terminales no deberán disminuir las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado debiendo cumplir las siguientes condiciones básicas:

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un sólo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio del cable.
- El empalme debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- El empalme debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente tanto en régimen permanente como en el caso de sobrecargas y cortocircuitos.
- Los empalmes y terminales serán premoldeados o preformados y ensayados en fábrica según especificaciones. Los empalmes y terminales serán preferentemente contráctiles en frío o deslizantes, serán totalmente secos, no admitiéndose ningún tipo de aceite aislante entre el elemento de control de campo y la envolvente exterior.

Los materiales de los empalmes y terminales cumplirán con la Norma UNE-EN 61238 y UNE-HD 629, tal y como prevé la ITC-LAT-02 "Normas y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento".

El nivel de aislamiento de los cables y sus accesorios de alta tensión (A.T.) deberán adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 "Guía para la elección de cables de alta tensión" y la norma de Coordinación de aislamiento UNE-EN 60071 parte 1 y 2.

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares.

1.9.2.11. Puesta a tierra

El sistema elegido para la conexión de puesta a tierra de las pantallas es Cross-Bonding.

1.9.2.11.1. Elementos a conectar a tierra

En las redes subterráneas de Alta Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de protección
- Pantallas metálicas de los cables, empalmes y terminales, según el sistema de conexión elegido para cada caso, tal y como se indica en el apartado siguiente.

Todos estos elementos se registrarán por lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus

Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT-13 y con lo previsto en los apartados 4.9 de la ITC-LAT-06 y 7.1 de la ITC-LAT-07 del actual Reglamento de líneas de alta tensión.

1.9.2.11.2. Conexión de las pantallas de los cables

Los cables disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones. Dependiendo del tipo de conexión de las pantallas a tierra, pueden, o bien aparecer corrientes que disminuyen la intensidad máxima admisible, o bien aparecer tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos.

La conexión de las pantallas del tramo soterrado de la modificación será en “Cross Bonding” seccionado. Este estilo de conexión consiste en interrumpir las pantallas y transponerlas ordenadamente, aprovechando los puntos de empalme de los cables para neutralizar la tensión inducida en el total de los tres tramos consecutivos (siempre y cuando estos tengan longitudes sensiblemente iguales) y poniendo a tierra ambos extremos de la línea resultando la corriente por las pantallas despreciable. En los puntos donde se realiza la transposición de pantallas se deben instalar unas cajas de conexión provistas de descargadores de tensiones. La ventaja frente a la conexión en un solo extremo es que no necesita conductor de retorno por tierra, ya que las pantallas forman un paso continuo desde un extremo a otro de la línea y están puestas a tierra en los dos extremos.

Consiste en dividir la longitud total de la línea en secciones independientes (constituidas por tres tramos elementales) conectadas en serie, de forma que, en la unión entre dos secciones, y en los extremos de la línea, las pantallas se conectan rígidamente a tierra, y en los empalmes intermedios de cada sección se realiza la permutación de fases y pantallas.

La tensión inducida en las pantallas es máxima en los empalmes intermedios de transposición, no debiendo sobrepasar los límites fijados para dicho valor, considerando el tramo más largo, en condiciones normales de servicio y para la máxima corriente admisible por el conductor. En condiciones normales de servicio y para la corriente máxima admisible por el cable, no debe sobrepasar el valor de 150 V, que garantizan para las resistividades contempladas en las diferentes instalaciones una tensión de contacto aplicada igual o inferior a 50 V.

La tensión inducida en tres tramos consecutivos de pantallas en régimen de servicio continuo con intensidades equilibradas, para una disposición de conductores al tresbolillo, es nula, por ser la suma de tres tensiones iguales desfasadas 120° , al ser las inductancias mutuas entre conductores y pantallas iguales en las tres fases. En consecuencia, no hay corrientes de circulación por las pantallas.

La tensión inducida en tres tramos consecutivos de pantallas en régimen de servicio continuo con intensidades equilibradas, para una disposición de conductores en capa o bandera no es nula, aunque los tres tramos sean de la misma longitud, al no ser las inductancias mutuas entre conductores y pantallas iguales en las tres fases. Sin embargo, como las tensiones inducidas están desfasadas 120° , y las impedancias de cada circuito de pantalla son iguales, el sistema de tensiones e impedancias es equilibrado y la corriente a tierra será nula.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

En consecuencia, en régimen de servicio continuo equilibrado las corrientes de circulación por las pantallas son pequeñas respecto de otras conexiones, pero no son siempre nulas. La corriente a tierra sí que es siempre nula. Como ventaja respecto de la disposición Single-Point se consigue que en régimen de servicio continuo:

- La tensión entre pantalla y tierra en ambos extremos sea nula.
- La tensión máxima inducida en un circuito de pantallas será tres veces inferior en comparación con una configuración Single-Point de la misma longitud.

Debido al efecto de compensación de campo magnético por la circulación de corriente por las pantallas puestas a tierra, las tensiones inducidas en caso de cortocircuito sobre otros cables que discurren paralelos son mucho menores que para una disposición en Single-Point, motivo por el cual este sistema de conexión es preferible a un sistema en Single-Point con n tramos. Esta conexión de puesta a tierra cumple con lo señalado en el apartado 4.9 ITC-LAT-06 Sistema de puesta a tierra del actual Reglamento de líneas de alta tensión.

1.9.2.11.3. Disposición de la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Elementos de conexión a tierra de las pantallas
- Línea de tierra
- Electrodo de puesta a tierra

1.9.2.11.4. Elementos de conexión a tierra de las pantallas

Los elementos de conexión de las pantallas a tierra son los que se detallan a continuación:

a) Conexión rígida

La conexión directa de las pantallas a tierra se realiza mediante un puente desmontable, instalado en el interior de una caja metálica estanca pintada interior y exteriormente con resina de poliéster, apta para instalación intemperie.

La conexión se hará mediante cable unipolar con conductor de cobre y aislamiento 0,6/1 kV. La mínima sección del cable será 185 mm².

b) Cruzamiento de pantallas

Se empleará una caja tripolar de cruce de pantallas (idéntica a la tripolar de puesta a tierra, descrita en el apartado anterior), apta para instalación directamente enterrada. Para la puesta a tierra directa de los empalmes intermedios en el Cross Bonding seccionado, se utilizará esta misma caja, pero sin instalar descargadores de tensiones.

El cable de conexión pantallas-caja, estará compuesto por dos conductores concéntricos, cada uno de los cuales conectará uno de los dos extremos de la pantalla interrumpida a sendas barras de contacto para su cruce.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

El aislamiento será de 0,6/1 kV y la sección será de al menos igual a la sección de pantalla del cable y, por tanto, capaz de soportar la intensidad de cortocircuito.

Este cable será de una sección mínima de 2x185mm², valor superior al previsto en la ITC-LAT-06 apartado 6.2 que es de 25 mm², y valor superior según el cálculo de máxima corriente de cortocircuito a tierra admisible del apartado 6.2 que da un valor mínimo de aproximadamente 180 mm² para 250 °C de temperatura máxima del conductor.

Justificación por Intensidad máxima de cortocircuito admisible a tierra

Según la norma EN-50341-1 e ITC-LAT-06 apdo. 6.2, La corriente de cortocircuito máxima admitida por la línea de tierra en función de la duración del defecto y de las características de los conductores de puesta a tierra, a efectos de no sobrepasar la temperatura máxima permisible, considerando el proceso adiabático, se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{\frac{t_f}{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}}$$

siendo:

- S: es la sección, en mm²
- I: es la corriente, en A (valor eficaz)
- t_f: es la duración de la corriente de falta, en s
- K: es una constante que depende del material del circuito de tierra por el que circula la corriente, en A (s^{1/2})/mm². Según la ITC-RAT 13, los valores de K para una temperatura final de los electrodos y líneas de puesta a tierra de 200 °C y 300 °C son los siguientes:

200 °C	300 °C
K=160 A (s ^{1/2})/mm ² para el cobre	K=192 A (s ^{1/2})/mm ² para el cobre
K=60 A (s ^{1/2})/mm ² para el acero	K=72 A (s ^{1/2})/mm ² para el acero

- β: es 1/α₀, siendo α₀, el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura a 0°C. Para el aluminio β=228 °C. Para el cobre β=235 °C. Para el acero β=202 °C
- θ_i: es la temperatura inicial en °C
- θ_f: es la temperatura final en °C

Si se considera la temperatura inicial de 30 °C y una temperatura máxima de 250 °C, para un defecto de una duración de 0,5 s, la sección mínima teórica necesaria para

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

soportar una corriente de cortocircuito fase-tierra de 31,5 kA es aproximadamente 180 mm².

Por tanto, el cable cumple con la norma UNE-EN 60228 “Conductores de cables aislados” y la norma UNE 21123-2 “Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo”.

1.9.2.11.5. Línea de tierra

Es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la instalación que ha de conectarse a tierra, es decir, las cajas de puesta a tierra de empalmes y terminales.

En una instalación puede haber 2 tipos de puesta a tierra:

- La puesta a tierra de servicio conectará a tierra los extremos de los descargadores de tensiones.
- La puesta a tierra de protección conectará a tierra los elementos metálicos de la instalación, por criterios de seguridad.

1.9.2.11.6. Puesta a tierra de cámaras de empalme

En el interior de las cámaras de empalme se dispondrá de un anillo superficial al que se unirán todos los elementos a conectar a tierra. Se empleará para este anillo cable de cobre desnudo de 120 mm² de sección. Las características y diseño de este anillo cumplen lo dicho en el apartado 4.9 de la ITC-LAT 06 que deriva a los apartados 7.2 y 7.3 ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Todas las uniones a realizar a este anillo incorporarán herrajes apropiados que garanticen la continuidad eléctrica de los conductores.

El anillo superficial se unirá al electrodo de puesta a tierra enterrado por medio de un cable de cobre desnudo de cobre de 120 mm² de sección. A fin de no perforar las paredes de la cámara de empalme, se aprovecharán los sumideros de drenaje para realizar 2 conexiones.

La arqueta de puesta a tierra se situará próxima a la cámara de empalme, de forma que la longitud de los conductores empleados para la unión de las tierras de ambos elementos no supere los 10 m. Al anillo superficial de la cámara de empalme se conectarán los elementos susceptibles de puesta a tierra de la arqueta de puesta a tierra.

1.9.2.11.7. Cajas de puesta a tierra

Son cajas de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares. En el interior de las cajas, las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de latón, ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra. Además, se pondrán a tierra todos los soportes metálicos de sujeción de cables o terminales.

PATRIMONIO DEL DEP. HACIENDA Y ADMIN. PÚBLICA GOB. ARAGÓN

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros. Serán unipolares en los extremos de los tramos soterrados y tripolares en las cámaras de empalme intermedias. En estas cámaras las cajas dispondrán de la transposición de las conexiones para realizar correctamente el Cross – Bonding.

Cumplirán con la norma UNE-EN 50102 “Grados de protección por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos” según la ITC – LAT 02 del Reglamento de líneas de alta tensión.

1.10. Conclusión

Considerando expuestas en esta Memoria las razones que justifican la construcción de la línea y la necesidad de efectuar los cruces mencionados esperamos nos sea concedida la debida autorización.

Madrid, diciembre de 2023

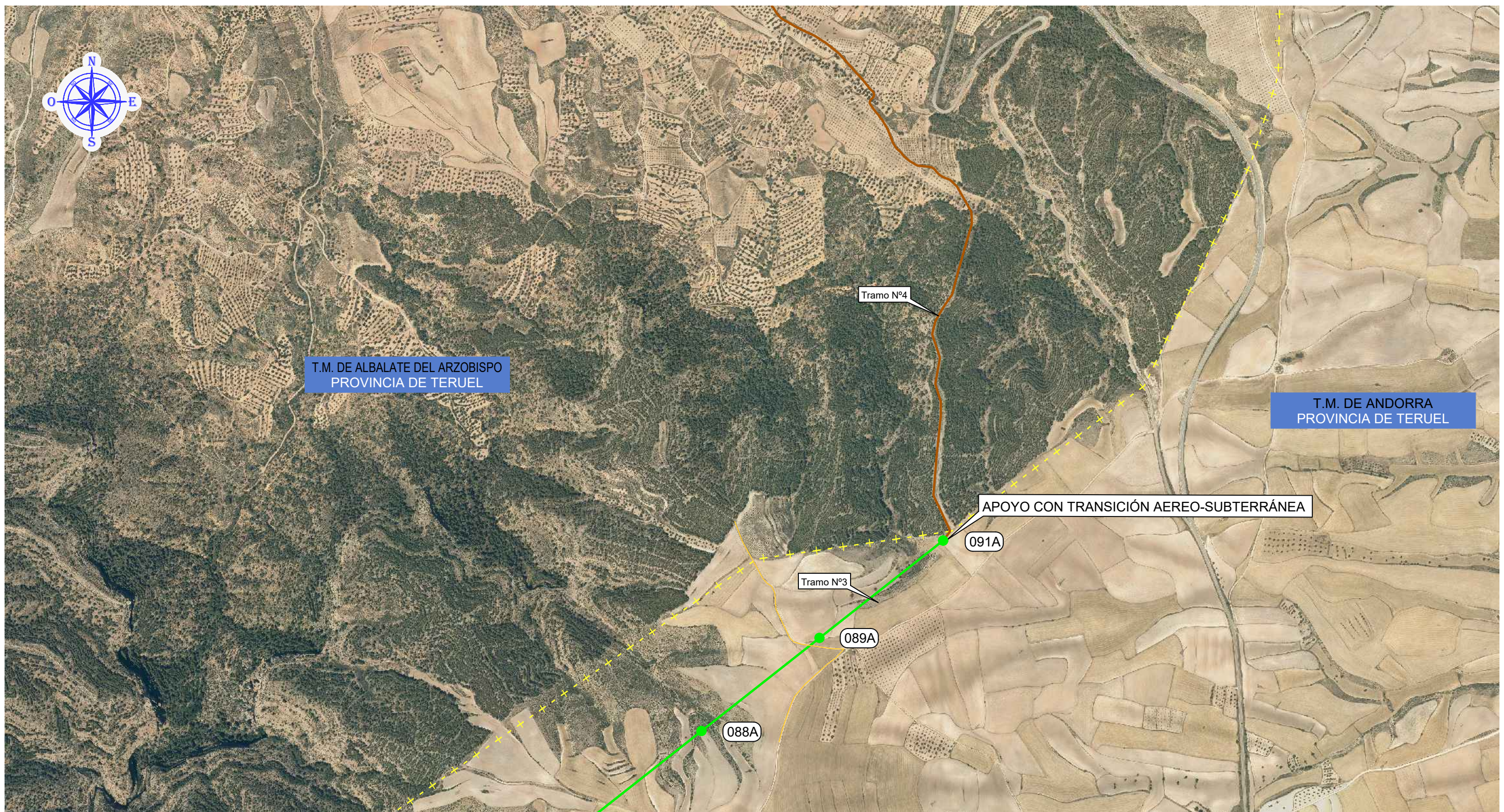


EL INGENIERO INDUSTRIAL
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
COLEGIADO DE ICAI Nº 1813/1024

2. PLANOS

2.1. Lista de planos

Situación.....	FE-20000033-01
Emplazamiento.....	FE-20000033-02
Perfil y Planta Tramos Aéreos	FE-20000033-03
Planta Tramo Subterráneo.....	FE-20000033-04
Perfil Tramo Subterráneo.....	FE-20000033-05



T.M. DE ALBALATE DEL ARZOBISPO
PROVINCIA DE TERUEL

T.M. DE ANDORRA
PROVINCIA DE TERUEL

APOYO CON TRANSICIÓN AEREO-SUBTERRÁNEA

Tramo N°4

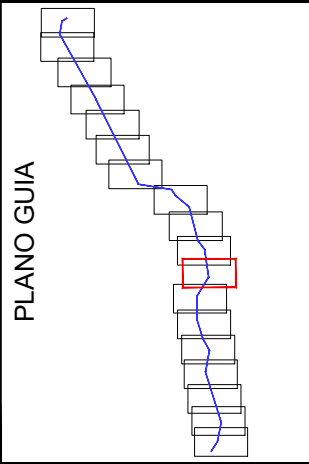
Tramo N°3

091A

089A

088A

SISTEMAS DE COORDENADAS UTM ETRS89 - HUSO 30



LEYENDA:

- Tramo Aéreo LAT 400 kV DC SET Ejulve - SET Cámaras
- Tramo Subterráneo LAT 400 kV DC SET Ejulve - SET Cámaras
- Ubicación apoyos LASAT 400 kV DC AP62 LAT SET Íberos a SET Mudejar Promotores - SET Cámaras
- Caminos Patrimonio



MODIFICACIÓN 02 PROYECTO DE LAT 400KV DC EVAC.
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: 1/10.000

Revisión: 00

Hoja: 02.02

Siguiente: 02.03

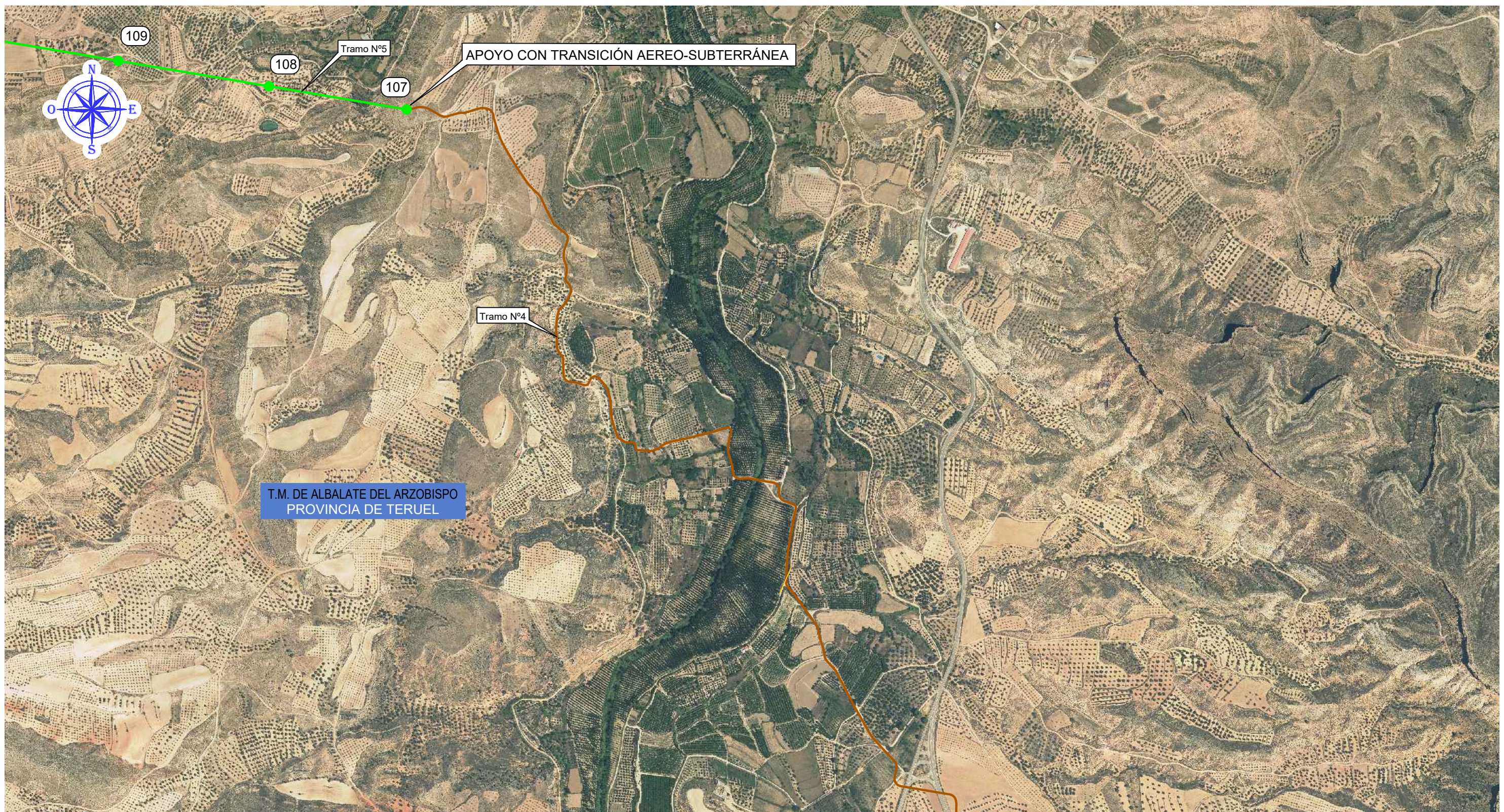
Código: FE-20000033

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

RFB

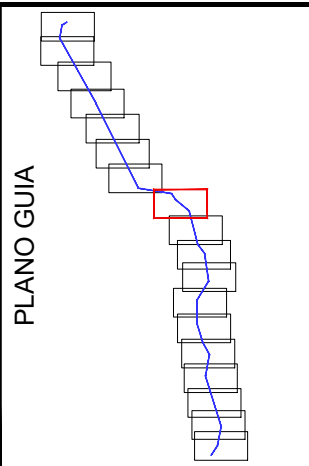
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2023	ALM
Comprobado:	12/2023	ALM
Aprobado:	12/2023	RFB

PLANO DE EMPLAZAMIENTO



T.M. DE ALBALATE DEL ARZOBISPO
PROVINCIA DE TERUEL

SISTEMAS DE COORDENADAS UTM ETRS89 - HUSO 30



LEYENDA:

	Tramo Aéreo LAT 400 kV DC SET Ejulve - SET Cámaras
	Tramo Subterráneo LAT 400 kV DC SET Ejulve - SET Cámaras
	Ubicación apoyos LASAT 400 kV DC AP62 LAT SET Iberos a SET Mudejar Promotores - SET Cámaras
	Caminos Patrimonio



MODIFICACIÓN 02 PROYECTO DE LAT 400KV DC EVAC.
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: 1/10.000


Revisión: 00

Hoja: 02.05

Siguiente: 02.06

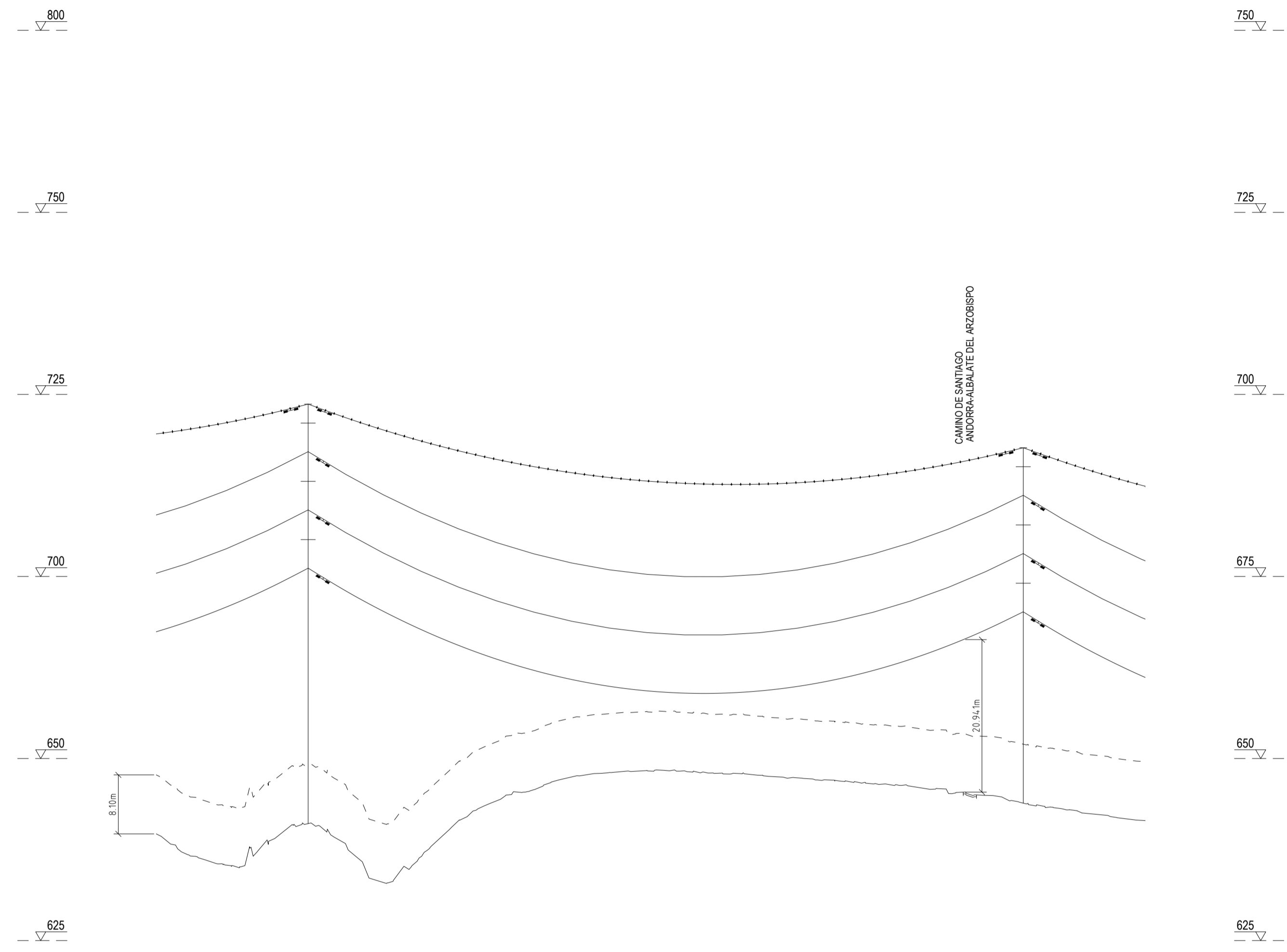
Código: FE-2000033

D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024



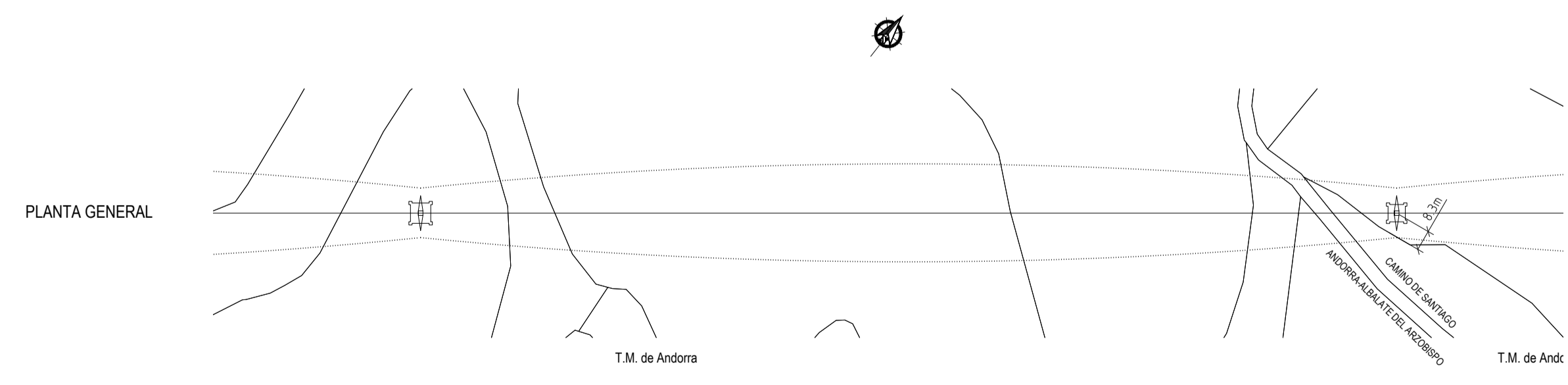
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	02/2023	ALM
Comprobado:	02/2023	ALM
Aprobado:	02/2023	RFB

PLANO DE EMPLAZAMIENTO



Vano de regulación: 410,7m
 Tense máximo horizontal: 4.133daN (EDS = 20,1%)
 Parámetro flecha máxima LA-455: 1.375m
 Tense máximo cable tierra: 2.476daN (EDS = 15,0%)
 Parámetro flecha mínima: OPGW-24: 2.491m

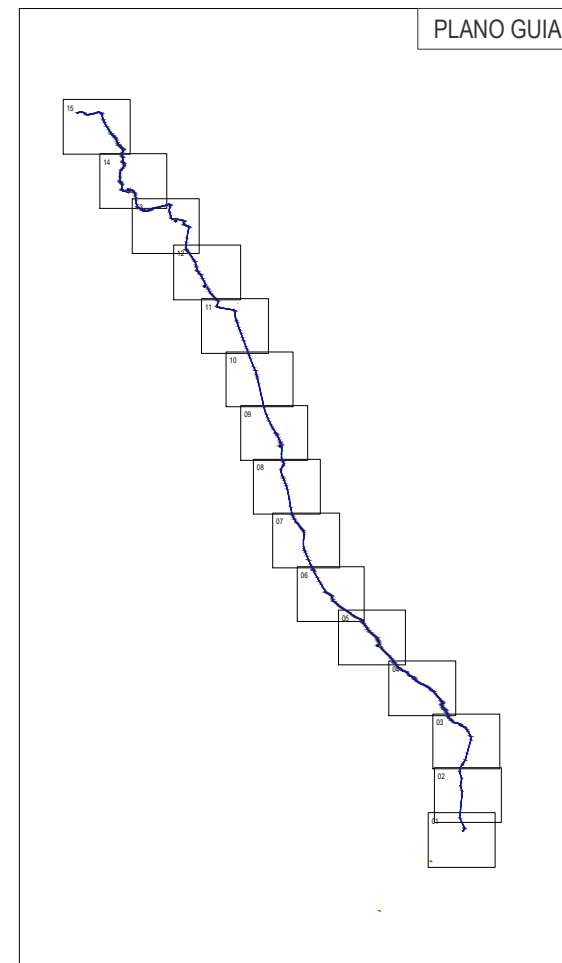
COORDENADAS U.T.M.	Long. 0° 29' 6.0" Lat. 41° 2' 38,1"	Long. 0° 28' 52,5" Lat. 41° 2' 45,6"
	X=711.395 Y=4.546.756 Z=641,07	X=711.703 Y=4.547.001 Z=643,87
DISTANCIA A ORIGEN	KM.2.000.2.036.2	2.428,9
CLASE DE TERRENO		
TIPO APOYOS	AL-S 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS	AL-S 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS
VANOS Y Nº APOYOS	⊙	⊙
ALINEACIONES	ALINEACION Nº2 DE 1.230,0m.	



 Grupo Sisener Ingenieros	ADENDA MODIFICACIÓN 02 PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVAC. PE DE SET ANDORRA A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000 v:1/500
	PLANTA Y PERFIL TRAMO N°3		Revisión: 00 Hoja: 03.01 Siguierte: 03.02
	SEP. SERV. PATRIMONIO DEP. HACIENDA Y AD. PUBLICA GOB. ARAGÓN		FE-20000033
	D. RAMÓN FERNÁNDEZ DE BORDONA INGENIERO DEL CAJ COL. Nº 18131024 		
Dibujado:	Fecha: 12/2023	Nombre: ALM	
Comprobado:	12/2023	ALM	
Aprobado:	12/2023	RFB	



LEYENDA	
	PATRIMONIO
	TRAZA SUBTERRÁNEA
	ZANJA PROYECTADA
	CÁMARA DE EMPALME ZONA MODIFICADA
	ARQUETA DE TELECOMUNICACIONES



D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

RFB



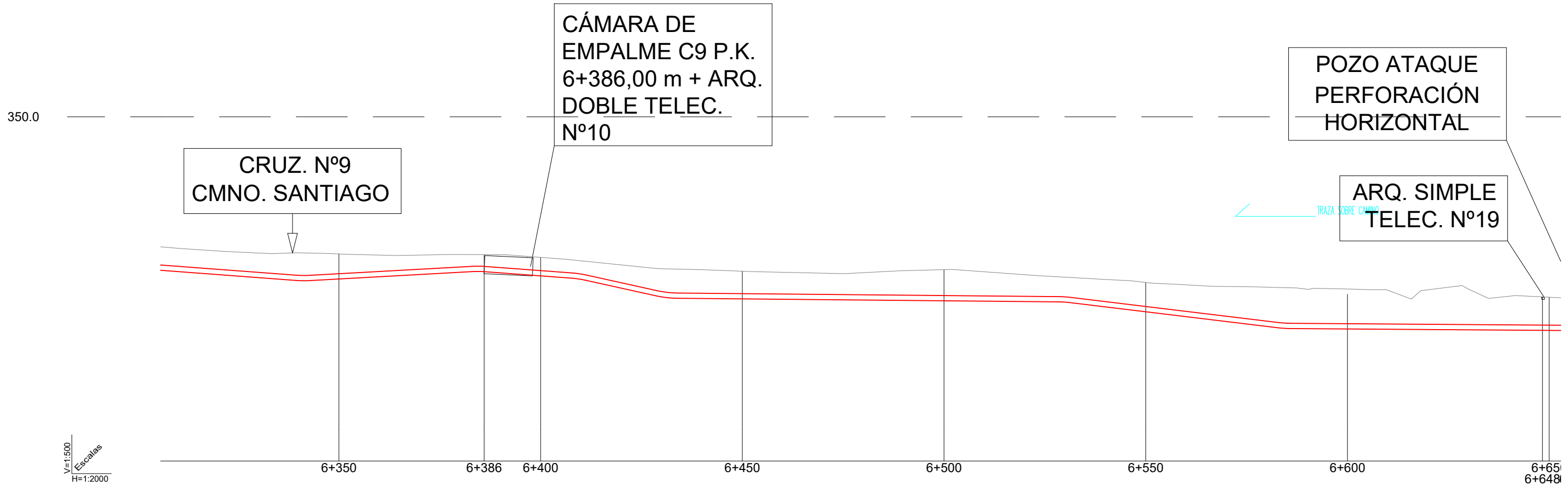
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	02/2023	ALM
Comprobado:	02/2023	ALM
Aprobado:	02/2023	RFB

MODIFICACIÓN 02 PROYECTO DE LAT 400KV DE EVAC.
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

PLANO DE PLANTA SUBTERRÁNEA

Escala:	1/2.000
Revisión:	00
Hoja:	13.15
Siguiente:	14.15
Código:	FE-20000033

LEYENDA TRAMO SUBTERRÁNEO	
	LÍNEA DE TERRENO
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA
	ZANJA TERRENO AGRÍCOLA
	ARQUETA SIMPLE
	ARQUETA DOBLE
	CÁMARA DE EMPALME



V=1:500
Escalas
H=1:2000

ALTURA DE ZANJA	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
RASANTE	339.83	339.82	339.72	338.74	338.94	337.83	337.00	336.96
TERRENO	339.83	339.82	339.72	338.74	338.94	337.83	337.00	336.96
TIPO ZANJA								

 D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024 	Fecha:	Nombre:	MODIFICACIÓN 02 PROYECTO DE LAT 400KV DE EVAC. PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS PLANO DE PERFIL SUBTERRÁNEO	Escala: 1/10.000 	
	Dibujado:	02/2023		ALM	Revisión: 00
	Comprobado:	02/2023		ALM	Hoja: 05.22
Aprobado:	02/2023	RFB	Siguiente: 05.23	Código: FE-20000033	