

Este documento es copia del original firmado.

Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

Verbund

SEPARATA AL PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

**AÉREA DE VÍAS PECUARIAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE
AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN; CONSEJERÍA DE
MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA DE LA
COMUNIDAD DE MADRID**

L220kV SET SAN ANDRÉS – SET MORALEJA REE 220

Términos Municipal de Camarena, Chozas de Canales, Lominchar,
Palomeque, Cedillo del Condado, El Viso de San Juan y Carranque
(Provincia de Toledo)

Término Municipal de Serranillos del Valle, Griñón y Moraleja de
Enmedio (Madrid)



SEPARATA AL PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

ÍNDICE

1.	Memoria	3
1.1.	Antecedentes y Finalidad	3
1.2.	Objeto	4
1.3.	Normativa Aplicable	6
1.3.1.	Normativa del Sector Eléctrico.....	6
1.3.2.	Normativa Ambiental.....	6
1.4.	Titular de la Instalación	7
1.5.	Descripción del Trazado	7
1.5.1.	Descripción del Trazado Aéreo de la Línea	8
1.5.2.	Descripción del Trazado Subterráneo de la Línea.....	13
1.6.	Características de la Línea	19
1.6.1.	Características Generales de la Línea Aérea	19
1.6.2.	Características de los Materiales del Tramo Aéreo	21
1.6.3.	Características Generales de la Línea Subterránea.....	32
1.6.4.	Características de los Materiales del Tramo Subterráneo	33
1.7.	Cronograma de ejecución.....	43
1.8.	Relación de Cruzamientos, Paralelismos y Organismos Afectados	45
2.	Planos	50
2.1.	Situación.....	50
2.2.	Emplazamiento	50
2.3.	Planta general	50
2.4.	Planta catastral y accesos	50
2.5.	Planta perfil línea aérea	50
2.6.	Apoyos y cimentaciones tipo	50
2.7.	Planta línea subterránea	50
2.8.	Sección transversal.....	50

1. MEMORIA

1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD

Verbund está promoviendo un contingente de 376 MWn con conexión en la subestación de la Red de Transporte de Moraleja 220 kV perteneciente a Red Eléctrica de España. Para la evacuación de la energía eléctrica producida por el conjunto de plantas solares fotovoltaicas desde los puntos de generación hasta los puntos de vertido a red se precisa de una infraestructura de evacuación compuesta por líneas aéreas de alta tensión y subestaciones de transformación, medida y seccionamiento.

Se presentó la solicitud de Autorización Administrativa Previa (AAP) y Declaración de Impacto Ambiental (DIA), así como la Autorización Administrativa de Construcción (AAC) de la Línea Eléctrica en 220 kV con origen en la ST Camarena y fin en la ST Moraleja 220 REE el 3 de noviembre de 2020. Dicha línea, junto con los demás proyectos incluidos en el expediente PFot-248AC, iniciaron su periodo de información pública y consultas a Administraciones afectadas con la publicación en el Boletín Oficial del Estado (BOE) y Boletín Oficial Provincial de Toledo (BOP) el 24 y 27 de febrero de 2021, respectivamente. Por otro lado, la publicación en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid tuvo lugar el 6 de agosto de 2021.

A raíz de estas publicaciones y las consultas realizadas a los distintos organismos afectados, el Promotor recibió alegaciones e informes que concluyeron en dos modificaciones, la primera, la cual se presentó el 10 de noviembre de 2021 consistió en el soterramiento de la línea en un tramo de aproximadamente 7 kilómetros, entre los municipios de Camarena y Chozas de Canales. Por otro lado, la segunda modificación, presentada el 19 de abril de 2022, supuso el cambio de la línea de evacuación a simple circuito durante todo su trazado y la actualización del trazado de esta, ahora aéreo-soterrada, desde el municipio de Carranque hasta Moraleja de Enmedio. Con el objeto de agilizar la tramitación y que las actualizaciones del expediente se produjesen de una manera dinámica a través de anteproyectos en lugar de proyectos de ejecución, se renunció a la solicitud de Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública el 25 de noviembre de 2021.

Tras estas modificaciones y las nuevas consultas, la Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de Castilla – La Mancha, organismo preceptivo en materia de medio ambiente, emitió un nuevo informe favorable al expediente, y en concreto a la línea de evacuación con origen en la ST Camarena y fin en la ST Moraleja 220 REE. En dicho informe favorable se incluían una serie de condicionantes, entre los que se encontraba la adecuación del trazado en el tramo inicial de la línea, entre la ST Camarena y ST San Andrés, ambas subestaciones comprendidas en el expediente PFot-248 AC, de tal manera que se redujese la longitud de la línea y esta discurriese por el sur de las plantas FV Sentina Solar y Perdiguero Solar, minimizando el impacto ambiental sobre el entorno. Otra modificación indicada por la Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de Castilla – La Mancha fue el soterramiento de la línea de evacuación en el cruzamiento con el río Guadarrama.

Asimismo, la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid emitió otro informe con respecto a la actualización de la línea de evacuación de abril de 2022. En esta comunicaba que, si bien la modificación había supuesto una mejora, veía necesario el soterramiento adicional de la línea en dos subtramos de la Comunidad de Madrid con el objetivo de minimizar aún más la afección a los corredores ecológicos.

Estas mencionadas modificaciones, sugeridas por los órganos preceptivos en materia de medio ambiente en las comunidades autónomas de Castilla – La Mancha y la Comunidad de Madrid fueron ratificadas por la Declaración de Impacto Ambiental favorable del proyecto, obtenida el 20 de enero de 2023.

Con el objetivo de cumplir los mencionados condicionantes, se valoraron las distintas alternativas técnicas en los tramos de la línea objeto de modificación. Como conclusión se obtuvo una línea aéreo – subterránea con una tensión de 220 kV.

De esta manera, la línea realizará su salida en aéreo de la ST Camarena, pasando a subterránea por el sur de las plantas FV Sentina Solar y FV Perdiguero Solar, realizando una entrada – salida en la ST San Andrés, donde continuaría el trazado aéreo-subterráneo hasta la subestación Moraleja 220 kV, propiedad de Red Eléctrica de España.

Como conclusión, el anterior proyecto de la Línea Eléctrica en 220 kV con origen en la ST Camarena y fin en la ST Moraleja 220 REE ahora estará dividido en dos proyectos: L/220 kV ST Camarena – ST San Andrés y L/220 kV ST San Andrés – ST Moraleja 220 REE, el cual se describe en el presente documento. El presente Proyecto se redacta con el objetivo de solicitar la Autorización Administrativa de Construcción.

1.2. OBJETO

El objeto de la presente separata al Proyecto Oficial de Ejecución de la línea aéreo – subterránea de Alta Tensión “L220kV SET San Andrés – SET Moraleja REE 220”, con origen en ST San Andrés 220/30 kV y final en ST Moraleja REE 220, es obtener de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la Comunidad de Madrid, las preceptivas autorizaciones para la instalación de la línea y posterior evacuación de la energía eléctrica que se generará en la Plantas Solares Fotovoltaicas siguientes:

Tabla 1. Cuadro resumen plantas fotovoltaicas

NUDO DE TRANSPORTE (Propiedad de REE)	NOMBRE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	SOCIEDAD PROMOTORA	CIF
Moraleja 220	SEXTANTE SOLAR	Sextante Solar S.L.	B88210471
Moraleja 220	ZUNCHO SOLAR	Zuncho Solar S.L.	B88210489

Moraleja 220	SENTINA SOLAR	Sentina Solar S.L.	B88210422
Moraleja 220	PERDIGUERO SOLAR	Perdiguero Solar, S.L.	B88163373

Asimismo, la línea eléctrica objeto de este proyecto, servirá para la evacuación de la energía eléctrica generada en el proyecto fotovoltaico desarrollado por otro promotor, con acceso y conexión al nudo de la Red de Transporte de Moraleja 220kV. En concreto, el proyecto fotovoltaico Covadonga Solar.

A su vez, el objeto del proyecto es también el de cumplir con lo establecido en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, así como en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en sus artículos 123 y 130, con objeto de que sea concedida la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción.

Este Proyecto Oficial de Ejecución tiene la finalidad de tramitar la correspondiente autorización por parte del órgano competente de la Administración.

1.3. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán las normas citadas en los documentos que conforman el presente proyecto. Asimismo, se tendrán en cuenta las actualizaciones posteriores a dichas normas y que sean de aplicación a este proyecto.

1.3.1. NORMATIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO

- Ley 24/2013, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- 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 sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

1.3.2. NORMATIVA AMBIENTAL

La necesidad de realización del Estudio de Impacto Ambiental de este proyecto queda supeditada al Procedimiento de Evaluación de impacto ambiental ordinario para la formulación de la declaración de impacto ambiental de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificado por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

1.4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Cualquiera de las sociedades señaladas en el objeto del presente proyecto podrá resultar titular de la instalación, una vez obtenga de la Administración competente las correspondientes autorizaciones.

A efectos de notificaciones, los datos de contacto serán:

- Dirección: Paseo de la Castellana, 163, planta 7ª, 28046 Madrid - España
- Teléfono: 677 74 50 32
- Correo electrónico: desarrollo.greenfield@verbund.com

1.5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La línea objeto del presente proyecto, de simple circuito y a la tensión de 220 kV tiene su origen en la subestación de San Andrés, situada en el término municipal de Camarena (Toledo) y discurre hacia a través de 36 alineaciones y 75 apoyos, además de tres tramos subterráneos, hasta la SET Moraleja REE 220 kV, situada en el término municipal de Moraleja de Enmedio (Madrid). Asimismo, la línea eléctrica de este proyecto servirá para la evacuación de la energía eléctrica generada en el proyecto fotovoltaico desarrollado por otro promotor, con acceso y conexión al nudo de la Red de Transporte de Moraleja 220 kV, por tanto, la línea en su recorrido hace una entrada-salida (E/S) en la Subestación eléctrica de Covadonga, situada en el término municipal de Carranque (Toledo). El recorrido detallado de la línea es el siguiente:

Desde la SET San Andrés la línea discurre en aéreo hasta el apoyo 4 PAS, situado en el término municipal de Chozas de Canales (Toledo). Este tramo aéreo discurre por los términos municipales de Camarena y Chozas de Canales (Toledo) con un total de 4 alineaciones y 4 apoyos, con una longitud de 1025,7 metros.

Desde el apoyo PAS 4 hasta el apoyo PAS 5 la línea discurre en soterrado, por los términos municipales de Chozas de Canales y Camarena (Toledo) con una longitud de 5,27 km.

Desde el apoyo PAS 5 la línea discurre en aéreo hasta el apoyo 16 PAS, situado en el término municipal de Chozas de Canales (Toledo). Este tramo aéreo discurre por el término municipal de Chozas de Canales (Toledo) con un total de 4 alineaciones y 12 apoyos, con una longitud de 2470,55 metros.

Desde el apoyo PAS 16 hasta el apoyo PAS 17 la línea discurre en soterrado, por los términos municipales de Chozas de Canales y Lominchar (Toledo) con una longitud de 0,58 km.

Desde el apoyo PAS 17 situado en el término municipal de Lominchar, la línea discurre en aéreo haciendo E/S en el apoyo 48 hasta el apoyo PAS 64, por lo que se considerarán dos tramos diferenciados eléctricamente por la repotenciación de la línea. Discurre por los términos municipales de Lominchar, Palomeque, Cedillo del Condado, El Viso de San Juan y Carranque; con un total de 18 alineaciones y 48 apoyos y con una longitud de 16,64 km.

Desde el apoyo PAS 64 hasta el apoyo PAS 65, la línea discurre en soterrado por los términos municipales de Carranque (Toledo), Serranillos del Valle (Madrid), Griñón (Madrid) y Moraleja de Enmedio (Madrid) con una longitud de 8,7 km.

Desde el apoyo PAS 65 la línea discurre en aéreo hasta la SET Moraleja REE 220 por el término municipal de Moraleja de Enmedio (Madrid) con un total de 8 alineaciones y 11 apoyos, con una longitud de 1,72 km.

En el tramo anterior, se sitúa la Estación de Medida fiscal, en el apoyo 74 situada en el término municipal de Moraleja de Enmedio (Madrid). Los vanos anterior y posterior a dicha Estación corresponden a la longitud de 115,46 metros y 115,19 metros respectivamente.

Para una mejor comprensión de los tramos, se incluye la siguiente tabla resumen:

TRAMO	DISPOSICIÓN	DESCRIPCION	Nº CIRCUITOS	TENSIÓN	LONGITUD (m)	CONDUCTOR	CAPACIDAD (MVA)
1	Aéreo	SAN ANDRÉS – AP 4 PAS	1C	220 kV (C1)	1025,7	DX RAIL LA 510	376
1	Subterráneo	4 PAS – 5 PAS	1C	220 kV (C1)	5270	1x2500 M+T375AI	376
2	Aéreo	5 PAS - 16 PAS	1C	220 kV (C1)	2470	DX RAIL LA 510	376
2	Subterráneo	16 PAS – 17 PAS	1C	220 kV (C1)	580	1x2500 M+T375AI	376
3	Aéreo	17 PAS – 48 ENT	1C	220 kV (C1)	11630	DX RAIL LA 510	376
4	Aéreo	48 ENT – 64 PAS	1C	220 kV (C1)	5010	DX RAIL LA 510	470
3	Subterráneo	64 PAS – 65 PAS	1C	220 kV (C1)	8700	1x2500 M+T375AI	470
5	Aéreo	65 PAS – SET MORALEJA 220 REE	1C	220 kV (C1)	1720	DX RAIL LA 510	470

Esta línea tiene una longitud de **21,86 km en aéreo** y **14,55 km en subterráneo**, por tanto, la **longitud total de la línea es 36,41 km**.

En resumen, la línea discurre por los términos municipales de Camarena, Chozas de Canales, Lominchar, Palomeque, Cedillo del Condado, El Viso de San Juan y Carranque todos ellos pertenecientes a la provincia de Toledo, y Serranillos del Valle, Griñón y Moraleja de Enmedio, pertenecientes a la provincia de Madrid.

1.5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO AÉREO DE LA LÍNEA

La línea aérea tiene una longitud total de 21,96 km descrita en el siguiente tramo:

- Primer tramo aéreo: SET San Andrés – AP 4 PAS: 1025,7 m.
- Segundo tramo aéreo: AP 5 PAS – AP 16 PAS: 2,47 km.
- Tercer tramo aéreo: AP 17 PAS – AP 48 ENT: 11,63 km.
- Cuarto tramo aéreo: AP 48 ENT – AP 64 PAS: 5,01 km.
- Quinto tramo aéreo: AP 65 PAS – PT SET Moraleja: 1,72 km.

1.5.1.1. ALINEACIONES Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

A continuación, se muestran los municipios por el que discurren las distintas alineaciones de la línea aérea.

Comunidad Autónoma: Castilla-La Mancha

Tabla 2. Términos municipales afectados. Castilla- La Mancha

Término municipal	Apoyos	
Camarena	SET San Andrés- AP 3	
Chozas de Canales	AP 4 PAS	AP 5 PAS – AP 16PAS
Lominchar	AP 17PAS – AP 23	
Palomeque	AP 24 – AP 38	
Cedillo del Condado	AP 39	
El Viso de San Juan	AP 40 – AP 48	
Carranque	AP 49 – AP 64 PAS	

Comunidad Autónoma: Madrid

Tabla 3. Términos municipales afectados. Madrid

Término municipal	Apoyos
Moraleja de Enmedio	AP 65 PAS - AP 75

En la siguiente tabla se presentan las alineaciones de la línea objeto del presente proyecto, junto con sus características fundamentales:

- Apoyos inicial y final
- Ángulo con siguiente alineación en grados sexagesimales
- Longitud en metros

Tabla 4. Alineaciones

Nº Alineación	Apoyo inicio	Apoyo final	Ángulo con la siguiente alineación (º)	Longitud (m)
1	SET San Andrés	1	68,61	31,88
2	1	2	-53,47	277,93
3	2	3	-40,77	369,11

Nº Alineación	Apoyo inicio	Apoyo final	Ángulo con la siguiente alineación (º)	Longitud (m)
4	3	4 PAS	9,46	346,78
5	5 PAS	7	21,43	643,26
6	7	8	-27,51	51,12
7	8	10	-45,13	619,9
8	10	16 PAS	-	1156,27
9	17 PAS	18	-26,7	303,36
10	18	19	18,82	335,95
11	19	26	-1,2	2564,56
12	26	32	-12,61	2188,4
13	32	36	-22,4	1402,97
14	36	38	36,34	699,78
15	38	40	-49,98	820,25
16	40	43	-36,47	1279,66
17	43	46	21,37	1200,04
18	46	48	25,91	841,64
19	48	51	39,73	1081,53
20	51	52	-60	303,3
21	52	53	-54,34	258,41
22	53	54	3,26	325,1
23	54	55	20,65	332,35
24	55	58	25,13	1068,95
25	58	59	14,49	297,6
26	59	61	27,99	450,97
27	61	64 PAS	-	892,4
28	65 PAS	67	27,03	358,21
29	67	68	7,52	89,21
30	68	70	-31,22	185,43
31	70	71	43,81	326,74
32	71	72	27,15	247,87
33	72	73	14,99	238,86
34	73	75	84,42	230,85
35	75	SET Moraleja REE	89,26	46,62
36	48	SET Covadonga	39,73	No aplica

1.5.1.2. COORDENADAS DE LOS APOYOS

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los apoyos de la línea aérea (Zona 30N UTM):

Tabla 5. Coordenadas de los apoyos

N ° Apoyo	Denominación	Ángulo (°)	Vano posterior (m)	X _{UTM}	Y _{UTM}	Z _{UTM}
SET San Andrés	P-220 San Andres	68,61	31,88	407761,2	4441696,25	582,08
1	IC-55000-15-S1333-FL	-53,47	277,93	407760,7	4441664,37	579,58
2	GCO-40000-25-S1223-ANC	-40,77	369,11	407981,46	4441495,5	574,95
3	CO-18000-30-S1666-ANC	9,46	346,78	408349,93	4441517,1	569,83
4 PAS	IC-70000-25-PAS-SC	0,32	0	408694,74	4441480,19	572,19
5 PAS	IC-70000-15-PAS-SC	21,43	292,7	410859,15	4437807,85	541,32
6	CO-12000-30-S1885-SUS	0	350,56	411083,56	4437619,92	533,32
7	CO-33000-21-S1886-ANC	-27,51	51,12	411352,32	4437394,85	525,05
8	CO-33000-30-S1886-ANC	-45,13	342,22	411402,24	4437383,84	523,61
9	CO-7000-27-S1775-SUS	0	277,68	411690,25	4437568,67	524,71
10	CO-18000-24-S1666-ANC	-24,5	319,31	411923,95	4437718,64	524,84
11	CO-18000-27-S1666-ANC	0	368,96	412096,95	4437987,03	524,24
12	CO-33000-24-S1886-ANC	0	129,92	412296,85	4438297,15	517,11
13	IME-PORT-12	0	115,09	412367,25	4438406,35	514,57
14	IME-PORT-14	0	75,88	412429,61	4438503,08	511,47
15	GCO-40000-20-S1223-ANC	0	147,11	412470,72	4438566,86	510,82
16 PAS	IC-70000-15-PAS-SC	52,26	0	412550,42	4438690,51	510,49
17 PAS	IC-70000-15-PAS-SC	-26,7	303,36	413086,27	4438736,74	537,03
18	CO-18000-30-S1666-ANC	18,82	335,95	413344,58	4438895,82	548,08
19	CO-18000-27-S1666-ANC	-1,2	342,65	413672,16	4438970,29	559,63
20	CO-7000-33-S1775-SUS	0	335	414004,63	4439053,21	571,33
21	CO-7000-30-S1775-SUS	0	279,63	414329,66	4439134,28	588,16
22	CO-7000-33-S1775-SUS	0	382,94	414600,98	4439201,96	586,97
23	CO-7000-39-S1775-SUS	0	422,41	414972,53	4439294,63	584,51
24	CO-7000-33-S1775-SUS	0	412,43	415382,38	4439396,86	606,36
25	CO-7000-30-S1775-SUS	0	389,5	415782,55	4439496,67	610,74
26	CO-18000-27-S1666-ANC	-12,61	343,87	416160,48	4439590,93	615,38
27	CO-7000-30-S1775-SUS	0	341,25	416467,92	4439744,96	605,9
28	CO-7000-27-S1775-SUS	0	373,97	416773,02	4439897,81	618,95
29	CO-7000-30-S1775-SUS	0	371,76	417107,38	4440065,32	619,09
30	CO-7000-30-S1775-SUS	0	363,87	417439,75	4440231,84	621,47
31	CO-7000-27-S1775-SUS	0	393,68	417765,08	4440394,83	609,64
32	CO-18000-24-S1666-ANC	-22,4	364,17	418117,06	4440571,17	609,56
33	CO-7000-27-S1775-SUS	0	356,62	418355,91	4440846,08	623,06
34	CO-7000-33-S1775-SUS	0	324,97	418589,81	4441115,28	610,7
35	CO-7000-33-S1775-SUS	0	357,21	418802,94	4441360,59	625,47
36	CO-33000-33-S1666-ANC	36,34	331,42	419037,23	4441630,24	627,91
37	CO-7000-27-S1775-SUS	0	368,36	419360,57	4441702,94	636,37
38	CO-18000-30-S1666-ANC	-49,98	397,66	419719,97	4441783,74	643,3

N ° Apoyo	Denominación	Ángulo (º)	Vano posterior (m)	X _{UTM}	Y _{UTM}	Z _{UTM}
39	CO-7000-33-S1775-SUS	0	422,59	419902,68	4442136,95	632,14
40	CO-33000-27-S1666-ANC	-36,47	465,03	420096,84	4442512,29	632,83
41	CO-7000-36-S1775-SUS	0	401,42	420023,17	4442971,45	614,71
42	CO-7000-36-S1775-SUS	0	413,21	419959,58	4443367,8	607,63
43	CO-18000-27-S1666-ANC	21,37	456,8	419894,12	4443775,79	615,92
44	CO-7000-30-S1775-SUS	0	509,5	419991,09	4444222,18	614,76
45	CO-18000-45-S1666-AM	0	233,74	420099,25	4444720,06	635,24
46	CO-33000-36-S1886-ANC	25,91	438,88	420148,87	4444948,47	630,52
47	CO-7000-30-S1775-SUS	0	402,76	420420,11	4445293,5	625,7
48	GCO-40000-30-N1224-FL	39,73	361,1	420669,02	4445610,14	640,66
49	CO-7000-33-S1775-SUS	0	366,57	421022,1	4445685,83	644,11
50	CO-7000-33-S1775-SUS	0	353,86	421380,53	4445762,66	639,19
51	CO-33000-24-S1886-ANC	-60	303,3	421726,53	4445836,83	636,87
52	CO-33000-24-S1886-ANC	-54,34	258,41	421819,74	4446125,45	631,53
53	CO-18000-21-S1666-ANC	3,26	325,1	421666,25	4446333,33	627,92
54	CO-33000-30-S1886-ANC	20,65	332,35	421488,33	4446605,44	615,65
55	CO-18000-30-S1666-ANC	25,13	331,46	421416,23	4446929,86	625,39
56	CO-7000-30-S1775-SUS	0	375,63	421488,51	4447253,35	615,62
57	CO-7000-24-S1775-SUS	0	361,86	421570,43	4447619,94	625,72
58	CO-18000-27-S1666-ANC	14,49	297,6	421649,34	4447973,09	610,02
59	CO-18000-18-S1666-ANC	27,99	224,71	421784,86	4448238,05	629,13
60	CO-7000-18-S1775-SUS	0	226,26	421969,11	4448366,68	636,1
61	CO-18000-39-S1666-ANC	7,95	295,84	422154,64	4448496,2	632,61
62	CO-7000-36-S1775-SUS	0	313,5	422418,31	4448630,35	646,02
63	CO-18000-24-S1666-AM	0	283,06	422697,73	4448772,51	636,43
64 PAS	IC-70000-15-PAS-SC	-37,13	0	422950,01	4448900,86	633,92
65 PAS	IC-70000-15-PAS-SC	27,03	200,73	425713,89	4456004,5	672,74
66	CO-7000-30-S1775-SUS	0	157,48	425584,74	4456158,16	665,93
67	CO-33000-24-S1886-ANC	7,52	89,21	425483,41	4456278,72	661,3
68	IME-PORT-12	-31,22	117,39	425435,44	4456353,93	659
69	IME-PORT-12	0	68,04	425330,16	4456405,85	656
70	CO-18000-24-S1666-ANC	43,81	326,74	425269,13	4456435,95	654,71
71	CO-18000-30-S1666-ANC	27,15	247,87	425157,69	4456743,09	657,59
72	CO-18000-24-S1666-ANC	14,99	238,86	425188,79	4456989	666,68
73	GCO-40000-20-B1224-FL	84,42	115,46	425279,05	4457210,16	652,86
74 EMF	ESTACION-MEDIDA	0	115,39	425389,69	4457177,14	658,76
75	GCO-40000-20-B1224-FL	89,26	46,62	425500,25	4457144,13	662,34
SET Moraleja REE	P-220	0	-	425487,5	4457099,29	662,9
SET Covadonga	P-220-D	0	-	420635,96	4445696,28	640,76

1.5.2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

La línea subterránea tiene una longitud total de 13,85 km, discurre en tres tramos:

- Primer tramo subterráneo. AP 4 PAS – AP 5 PAS: 5,27 km.
- Segundo tramo subterráneo. AP 16 PAS – AP 17 PAS: 0,58 km.
- Tercer tramo subterráneo. AP 64 PAS – AP 65 PAS: 8,7 km.

Por tanto, dentro de las longitudes anteriores, no se incluye lo siguiente:

- 25 metros de bajada de cable desde cada soporte del terminal de transición aéreo subterráneo en el apoyo 4 PAS.
- 15 metros de subida de cable desde cada soporte del terminal de transición subterráneo aéreo en los apoyos 5 PAS, 16 PAS, 17 PAS, 64PAS y 65 PAS.

Los tramos de línea subterránea discurren por los términos municipales de Camarena, Chozas de Canales, Lominchar y Carranque en la provincia de Toledo, Serranillo del Valle, Griñón y Moraleja de Enmedio en la provincia de Madrid.

EL trazado de la línea subterránea tendrá (3) perforaciones dirigidas, con las siguientes longitudes:

- Primera perforación dirigida, PD-1 a PD-2: 23,56 metros, para el cruce con la carretera TO-1927.
- Segunda perforación dirigida, PD-3 a PD-4: 227,39 metros, para el cruce con el Río Guadarrama.
- Tercera perforación dirigida, PD-5 a PD-6: 32,6 metros, para el cruce con la carretera M-404.

El detalle del recorrido de la línea subterránea se especifica en el documento “Planos” del presente proyecto.

1.5.2.1. COORDENADAS DE LOS VÉRTICES Y DE LOS POZOS DE PERFORACIÓN

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices del tramo de línea subterránea (Zona 30N UTM):

Tabla 6. Coordenadas vértices.

Vértice Nº	Coord Xutm	Coord Yutm	Tramo Soterrado
1	408694,74	4441480,15	Primer tramo
2	408699,05	4441502,6	Primer tramo
3	408707,11	4441512,03	Primer tramo
4	408732,97	4441521,29	Primer tramo
5	408741,28	4441524,78	Primer tramo
6	408752,05	4441524,27	Primer tramo
7	408762,03	4441518,9	Primer tramo
8	408770,23	4441517,61	Primer tramo
9	408790,88	4441521,44	Primer tramo
10	408831,27	4441530,62	Primer tramo

Vértice Nº	Coord Xutm	Coord Yutm	Tramo Soterrado
11	408832,87	4441531,12	Primer tramo
12	408856,37	4441540,08	Primer tramo
13	408867,42	4441538,98	Primer tramo
14	408932,67	4441498,12	Primer tramo
15	408934,4	4441497,2	Primer tramo
16	408976,95	4441478,46	Primer tramo
17	408981,04	4441477,44	Primer tramo
18	409008,13	4441475,37	Primer tramo
19	409012,73	4441474,11	Primer tramo
20	409041,28	4441459,57	Primer tramo
21	409057,96	4441452,28	Primer tramo
22	409077,97	4441441,81	Primer tramo
23	409082,87	4441424,27	Primer tramo
24	408694,5	4440777,66	Primer tramo
25	408692,73	4440770,61	Primer tramo
26	408708,07	4440457,72	Primer tramo
27	408708,22	4440456,31	Primer tramo
28	408897,86	4439303,24	Primer tramo
29	408902,49	4439295,43	Primer tramo
30	409815,54	4438581,78	Primer tramo
31	409901,28	4438514,74	Primer tramo
32	409919,84	4438500,23	Primer tramo
33	410086,7	4438369,78	Primer tramo
34	410090,82	4438364,01	Primer tramo
35	410205,43	4438031,97	Primer tramo
36	410213,41	4438024,06	Primer tramo
37	410859,15	4437807,85	Primer tramo
38	412550,42	4438690,51	Segundo tramo
39	412633,75	4438690,46	Segundo tramo
40	412642,93	4438698,46	Segundo tramo
41	412657,32	4438741,79	Segundo tramo
42	412669,72	4438750,72	Segundo tramo
43	412713,85	4438749,24	Segundo tramo
44	412941,11	4438741,61	Segundo tramo
45	413086,27	4438736,74	Segundo tramo
46	422951,17	4448901,44	Tercer tramo
47	422979,69	4448993,31	Tercer tramo
48	422986,41	4449003,83	Tercer tramo
49	423012	4449023,84	Tercer tramo
50	423056,57	4449056,83	Tercer tramo
51	423061,11	4449061,45	Tercer tramo
52	423067,29	4449072,63	Tercer tramo
53	423077,22	4449092,47	Tercer tramo
54	423094,17	4449110,41	Tercer tramo
55	423120,92	4449133,02	Tercer tramo

Vértice Nº	Coord Xutm	Coord Yutm	Tramo Soterrado
56	423141,18	4449145,85	Tercer tramo
57	423158,52	4449161,22	Tercer tramo
58	423196,97	4449200,46	Tercer tramo
59	423273,35	4449279,16	Tercer tramo
60	423292,12	4449290,92	Tercer tramo
61	423378,29	4449386,13	Tercer tramo
62	423404,98	4449397,94	Tercer tramo
63	423421	4449397,94	Tercer tramo
64	423433,12	4449407,43	Tercer tramo
65	423436,98	4449422,98	Tercer tramo
66	423456,89	4449454,05	Tercer tramo
67	423498,82	4449511,11	Tercer tramo
68	423517,59	4449532,73	Tercer tramo
69	423545,86	4449566,49	Tercer tramo
70	423649,11	4449731,11	Tercer tramo
71	423694,45	4449809,7	Tercer tramo
72	423710,63	4449814,87	Tercer tramo
73	423722,07	4449814,87	Tercer tramo
74	423731,85	4449824,79	Tercer tramo
75	423733,36	4449839,14	Tercer tramo
76	423731,27	4449853,73	Tercer tramo
77	423754,19	4449914,29	Tercer tramo
78	423789,92	4449990,88	Tercer tramo
79	423813,04	4450044,97	Tercer tramo
80	423840,67	4450060,33	Tercer tramo
81	423847,43	4450077,3	Tercer tramo
82	423837,19	4450087,8	Tercer tramo
83	423828,32	4450094,15	Tercer tramo
84	423827,32	4450103,67	Tercer tramo
85	423843,53	4450158,43	Tercer tramo
86	423856,63	4450193,57	Tercer tramo
87	423863,36	4450200,67	Tercer tramo
88	423899,74	4450203,63	Tercer tramo
89	423905,79	4450205,62	Tercer tramo
90	423974,92	4450250,46	Tercer tramo
91	423980,31	4450256,8	Tercer tramo
92	424033,18	4450415,4	Tercer tramo
93	424028,25	4450429,68	Tercer tramo
94	423985,15	4450459,69	Tercer tramo
95	423981,3	4450464,14	Tercer tramo
96	423964,51	4450494,87	Tercer tramo
97	423962,99	4450501,57	Tercer tramo
98	423965,43	4450508,3	Tercer tramo
99	423970,47	4450515,11	Tercer tramo
100	423996,76	4450537,92	Tercer tramo

Vértice Nº	Coord Xutm	Coord Yutm	Tramo Soterrado
101	424001,05	4450546,83	Tercer tramo
102	423998,29	4450555,26	Tercer tramo
103	423995,47	4450564,97	Tercer tramo
104	423997,29	4450569,99	Tercer tramo
105	424009,63	4450589,53	Tercer tramo
106	424011,47	4450597,71	Tercer tramo
107	424006,35	4450639,94	Tercer tramo
108	424003,41	4450646,6	Tercer tramo
109	423994,89	4450650,9	Tercer tramo
110	423965,66	4450654,2	Tercer tramo
111	423959,02	4450657,7	Tercer tramo
112	423955,41	4450666,05	Tercer tramo
113	423953,91	4450708,25	Tercer tramo
114	423952,83	4450738,98	Tercer tramo
115	423956,45	4450802,9	Tercer tramo
116	423966,82	4450885,78	Tercer tramo
117	423970,62	4450981,08	Tercer tramo
118	423986,11	4451048,14	Tercer tramo
119	423991,52	4451097,87	Tercer tramo
120	423991,73	4451156,12	Tercer tramo
121	424006,52	4451220,27	Tercer tramo
122	424012,96	4451228,51	Tercer tramo
123	424182,5	4451315,84	Tercer tramo
124	424188,93	4451324,02	Tercer tramo
125	424197,09	4451355,58	Tercer tramo
126	424201,32	4451372,4	Tercer tramo
127	424201,11	4451376,56	Tercer tramo
128	424199,09	4451381,12	Tercer tramo
129	424088,08	4451499,88	Tercer tramo
130	424085,2	4451505,65	Tercer tramo
131	424085,2	4451510,72	Tercer tramo
132	424095,47	4451564,05	Tercer tramo
133	424099,98	4451569,72	Tercer tramo
134	424194,6	4451611,07	Tercer tramo
135	424254,29	4451626,28	Tercer tramo
136	424466,59	4451833,67	Tercer tramo
137	424468,22	4451847,96	Tercer tramo
138	424458,01	4451927,17	Tercer tramo
139	424458,83	4451967,99	Tercer tramo
140	424485,77	4452108,43	Tercer tramo
141	424529,05	4452151,71	Tercer tramo
142	424543,34	4452175,8	Tercer tramo
143	424534,36	4452220,71	Tercer tramo
144	424530,68	4452233,77	Tercer tramo
145	424538,67	4452251,24	Tercer tramo

Vértice Nº	Coord Xutm	Coord Yutm	Tramo Soterrado
146	424724,2	4452573,45	Tercer tramo
147	424866,28	4452873,11	Tercer tramo
148	424971,61	4453156,45	Tercer tramo
149	425090,82	4453399,77	Tercer tramo
150	425235,24	4453820,16	Tercer tramo
151	425395,23	4454023,06	Tercer tramo
152	425537,16	4454159,37	Tercer tramo
153	425575,26	4454167,74	Tercer tramo
154	425576,67	4454192,26	Tercer tramo
155	425642,03	4454257	Tercer tramo
156	425670,08	4454275,79	Tercer tramo
157	425689,07	4454316,86	Tercer tramo
158	425732,99	4454376,33	Tercer tramo
159	425797,7	4454467,78	Tercer tramo
160	425812,73	4454479,86	Tercer tramo
161	425855,32	4454546,57	Tercer tramo
162	425867,95	4454553,81	Tercer tramo
163	425876,88	4454564,09	Tercer tramo
164	425919,37	4454564,75	Tercer tramo
165	425931,17	4454573,11	Tercer tramo
166	425934,89	4454607,99	Tercer tramo
167	425937,27	4454613,85	Tercer tramo
168	425928,99	4454635,69	Tercer tramo
169	425929,8	4454749,59	Tercer tramo
170	425936,34	4454761,02	Tercer tramo
171	425974,71	4454778,58	Tercer tramo
172	425998,39	4454799,4	Tercer tramo
173	426020,03	4454833,29	Tercer tramo
174	426035,54	4454936,17	Tercer tramo
175	426043,3	4455014,76	Tercer tramo
176	426044,12	4455115,19	Tercer tramo
177	426031,05	4455145,4	Tercer tramo
178	426015,54	4455170,72	Tercer tramo
179	425970,63	4455222,16	Tercer tramo
180	425920,82	4455422,21	Tercer tramo
181	425926,54	4455452,42	Tercer tramo
182	425912,66	4455464,67	Tercer tramo
183	425894,28	4455463,03	Tercer tramo
184	425825,7	4455614,5	Tercer tramo
185	425710,59	4455790,58	Tercer tramo
186	425655,86	4455859,87	Tercer tramo
187	425666,47	4455885,18	Tercer tramo
188	425710,57	4455959,48	Tercer tramo
189	425713,88	4456004,46	Tercer tramo

Tabla 7. Coordenadas perforaciones dirigidas

Perforación dirigida	Punto inicial		Punto final	
	XUTM	YUTM	XUTM	YUTM
PD1 -PD2	409901,28	4438514,74	409919,84	4438500,23
PD3 – PD4	412713,85	4438749,24	412941,11	4438741,61
PD5 – PD6	424188,93	4451324,02	424197,09	4451355,58

1.5.2.2. COORDENADAS DE LAS CÁMARAS DE EMPALME

Se han proyectado un total de 14 cámaras de empalme, y en la siguiente tabla se recogen las coordenadas de las mismas y los tramos subterráneos en los que se sitúan:

Tabla 8. Coordenadas cámaras de empalme

Cámara de empalme	XUTM	YUTM
Tramo 1 Subterráneo		
CE-1	408991,12	4441271,92
CE-2	408704,77	4440524,94
CE-3	408820,40	4439774,20
CE-4	409117,55	4439127,33
CE-5	409704,56	4438668,55
CE-6	410143,47	4438211,47
Tramo 3 Subterráneo		
CE-7	423443,22	4449432,73
CE-8	423823,10	4450052,55
CE-9	424008,97	4450618,37
CE-10	424109,48	4451278,22
CE-11	424386,14	4451755,10
CE-12	424652,70	4452444,89
CE-13	424953,74	4453108,39
CE-14	425222,85	4453788,78
CE-15	425720,46	4454359,29
CE-16	426037,82	4454952,33
CE-17	425822,04	4455620,40

1.6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

1.6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA

La línea discurre en su totalidad como un simple circuito a 220 kV.

La línea aérea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	220
Tensión más elevada de la red (KV)	245
Categoría	Especial
Nº de circuitos	1
Estación de Medida Fiscal	1
Número de apoyos.....	75
Longitud (km).....	21,86
Provincias afectadas	Toledo y Madrid
Zona de aplicación	ZONA B
Nivel de contaminación	IV
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Apoyos	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones	De zapatas individuales
Puesta a tierra (no frecuentados)	Grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra
Puesta a tierra (frecuentados – tipo PAS)	Anillo cerrado de acero descarburado

Tramo 1. Pórtico SET San Andrés hasta AP 4 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	376
Potencia máxima de transporte (MVA)	672,17
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-510 RAIL
Longitud (m).....	1025,7
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)
Número de cables de tierra convencional	1
Tipo de cable de tierra convencional	7N7 AWG
Origen	Pórtico SET San Andrés
Final.....	PAS 4

Tramo 2. AP 5 PAS hasta AP 16 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	376
Potencia máxima de transporte (MVA)	672,17
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-510 RAIL
Longitud (m).....	2470
Número de cables de fibra óptica.....	1
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)
Número de cables de tierra convencional	1
Tipo de cable de tierra convencional.....	7N7 AWG
Origen	AP 5 PAS
Final.....	AP 16 PAS

Tramo 3. AP 17 PAS hasta AP 48 ENTRONQUE

Potencia máxima de diseño (MWn)	376
Potencia máxima de transporte (MVA)	672,17
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-510 RAIL
Longitud (m).....	11.630
Número de cables de fibra óptica.....	1
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)
Número de cables de tierra convencional	1
Tipo de cable de tierra convencional.....	7N7 AWG
Origen	AP 17 PAS
Final.....	AP 48 ENT

Tramo 4. AP 48 ENT hasta AP 64 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	470
Potencia máxima de transporte (MVA)	672,17
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo.....	LA-510 RAIL
Longitud (m).....	5010
Número de cables de fibra óptica.....	2
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 64k78 (7540)

Origen AP 48 ENT
 Final..... AP 64 PAS

Tramo 5. AP 65 PAS hasta Pórtico SET Moraleja

Potencia máxima de diseño (MWn) 470
 Potencia máxima de transporte (MVA) 672,17
 Nº de circuitos 1
 Nº de conductores aéreos por fase 2
 Tipo de conductor aéreo..... LA-510 RAIL
 Longitud (m)..... 1723,79
 Número de cables de fibra óptica..... 2
 Tipo de cable de fibra ópticaOPGW 64k78 (7540)
 Origen AP 65 PAS
 Final..... Pórtico SET Moraleja

1.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO AÉREO

1.6.2.1. CONDUCTORES

Son conductores cableados de aluminio con alma de acero galvanizado, concéntricos. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo DX RAIL
 Material Aluminio – Acero recubierto
 Diámetro (mm) 29,59
 Sección total (mm²) 516,84
 Peso (daN/m) 1,5696
 Carga de rotura (daN) 11.520,90
 Módulo de elasticidad (daN/mm²) 5.171,06
 Coeficiente de dilatación lineal (°C⁻¹) 23,04·10⁻⁶
 Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km) 0,0599
 Intensidad máxima admisible (A) 882
 Composición 45 + 7

1.6.2.2. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación.....OPGW 64k78 (7540)

Nº de fibras	48
Corriente máxima de falta 2s (kA)	151
Sección total (mm ²)	143,7
Diámetro total (mm)	16,4
Peso del cable (kg/m)	0,773
Carga de rotura (kg)	11.390
Módulo de elasticidad(daN/mm ²)	11.410
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	14,8·10 ⁻⁶

1.6.2.3. CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL

El cable de tierra convencional AWG a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación.....	7N7 AWG
Sección total (mm ²)	73,87
Diámetro total (mm)	11
Peso del cable (daN/m).....	0,491
Carga de rotura (daN)	8.645
Módulo de elasticidad(daN/mm ²)	16.170
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	13,0·10 ⁻⁶

1.6.2.4. AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP, para ambos circuitos.

Denominación.....	U160BSP
Paso (mm)	146
Diámetro (mm)	320
Línea de fuga (mm)	550
Carga mecánica (daN)	16.000
Unión normalizada IEC-60120	20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV)	55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV)	140
Peso neto aproximado (kg)	8,3

1.6.2.5. HERRAJES

1.6.2.5.1. HERRAJES DEL CONDUCTOR DX RAIL

Los herrajes serán de acero galvanizado en caliente, y estarán adecuadamente protegidos frente a la corrosión. Éstos cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

La cadena de suspensión tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Anilla de bola de protección
- Rótula horquilla
- Yugo triangular
- Horquilla revirada
- Grapa de suspensión armada
- Aislador de cadena

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 16.000 daN.

La cadena de amarre tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Eslabón
- Yugo triangular
- Horquilla bola de protección
- Rótula Horquilla
- Yugo separador
- Horquilla revirada
- Tensor de corredera
- Grillete normal
- Raqueta de protección
- Grapa de amarre a compresión AE
- Aislador cadena de vidrio

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 32.000 daN.

1.6.2.5.2. HERRAJES DEL CABLE DE OPGW

Los herrajes del cable OPGW 64k78 (7540) pueden ser de suspensión o de amarre. En el caso de amarre pueden ser de amarre bajante o de amarre pasante.

Las cadenas de suspensión están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Grapa de suspensión armada

- Manguito
- Varillas de grapa
- Grapa de conexión paralela
- Grapa de conexión a torre
- Tapón terminal

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es de 6.000 daN.

Las cadenas de amarre bajante están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Tensor de corredera
- Guardacabos
- Retención preformada
- Empalme de protección
- Grapa de conexión a torre

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre bajante es de 12.000 daN.

Las cadenas de amarre pasante están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Tensor de corredera
- Guardacabos
- Empalme de protección
- Retención de anclaje
- Grapa de conexión a torre

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre pasante es de 12.000 daN.

1.6.2.5.3. HERRAJES DEL CABLE DE TIERRA

Los herrajes del cable de tierra pueden ser de amarre o de suspensión.

Las cadenas de suspensión están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Grapa de suspensión
- Varillas de grapa

- Grapa de conexión paralela
- Grapa de conexión a torre

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es de 2.500 daN.

Las cadenas de amarre están compuestas por los siguientes elementos:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Tensor de corredera
- Guardacabos
- Retención de anclaje
- Grapa de conexión a torre
- Grapa paralela
- Tensión terminal

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre es de 8.500 daN.

1.6.2.6. SEPARADORES

Los separadores se utilizan para mantener las distancias entre conductores de una misma fase o subconductores del circuito, y garantizarán un perfecto servicio sobre cualquier condición climática. Responderán a lo reseñado en la UNE-EN 61 854:1999.

El separador ha de ofrecer, bajo las condiciones de servicio especificadas, entre otros, los siguientes requisitos:

- Mantener la separación entre subconductores en el lugar de aplicación del separador.
- Estar adaptados para su instalación fácil y segura evitando daños en los subconductores.
- Asegurar que los diferentes conductores no se aflojarán en servicio.
- Elasticidad para absorber las deformaciones por vibración, alteración del conductor por cortocircuito, cargas desequilibradas por formación de manguitos de hielo, etc.
- Ausencia de arcos debido a la continuidad eléctrica entre los elementos que la componen.
- Ausencia de efluvios y de perturbaciones.

Se instalarán separadores amortiguadores para una distancia fija entre conductores de 400 mm. Se trata de un separador lineal de cuerpo compuesto de material ligero resistente a la corrosión al igual que el componente elástico del mismo. Los tornillos de fijación de las grapas serán de acero galvanizado. En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

1.6.2.7. EMPALMES

La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

1.6.2.8. BALIZAS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los criterios siguientes:

- En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m. en cada hilo de tierra. En cualquier caso, se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.

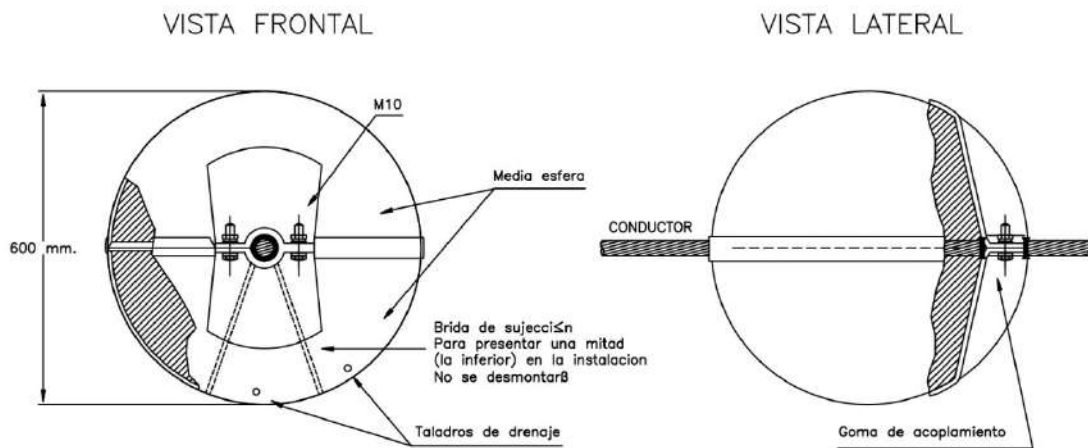


Figura 1. Balizas

1.6.2.9. PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Para el diseño de la puesta a tierra se tendrá en cuenta el efecto de los cables de tierra a lo largo de la línea.

Para poder identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en el aptdo. 7.3.4.2 del ITC 07 se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que sólo se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.
- Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Los apoyos de la línea cumplen las condiciones de No Frecuentados, excepto los apoyos tipo PAS, que se considerarán como Frecuentados.

Por tanto, en este caso los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas tendrán una puesta a tierra en cada pata mediante grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra. Los apoyos de tipo frecuentado, dispondrán de una puesta a tierra de tipo anillo cerrado de acero descarburado.

1.6.2.10. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

1.6.2.11. AMORTIGUADORES

En general, tal como expone el apdo. 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT, se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

Será preciso un estudio de amortiguamiento que se solicitará al fabricante de estos para determinar el número real de amortiguadores y la colocación exacta de estos.

1.6.2.12. DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS

Según el Real Decreto 1432/2008, del 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un

conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

Se estima la utilización de balizas salvapájaros del tipo:

- Tipo BAGTR: para las zonas con presencia de aves crepusculares o identificadas como alto riesgo de colisión.
 - Instalación manual o semiautomática mediante máquina sobre el cable de tierra.
 - Cadencia: cada 5 metros en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.

En el Documento Planos se mencionan las características del salvapájaros descrito.

El tipo de dispositivos salvapájaros, su ubicación, el número total y su colocación definitiva será confirmado en el Estudio de Impacto Ambiental.

1.6.2.13. APOYOS Y CIMENTACIONES

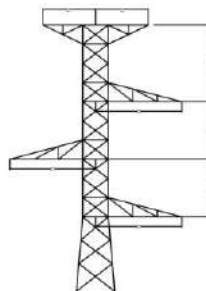
Los apoyos que se van a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía de las series CONDOR, GRAN CONDOR. ÍCARO, CÓNDOR DELTA y otros, del fabricante IMEDEXSA o similar. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en tresbolillo. Esta configuración facilita el respeto de distancias eléctricas y los cruzamientos con otras líneas de tensión.

Los apoyos seleccionados están contruidos con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco-piramidales de sección cuadrada con extensiones de 3 ó 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar el cable de fibra óptica y el cable de tierra convencional por encima de los conductores. Las geometrías básicas de los apoyos pueden consultarse en el documento Planos.

En el hipotético caso que aparecieran rocas en el terreno que se ha considerado para un tipo de terreno normal, será necesario utilizar cimentaciones con anclajes.

La geometría de los apoyos se puede observar en el siguiente esquema, y se pueden consultar en la tabla siguiente



Nº Apoyo	Nombre del Apoyo	Función	Altura útil (m)	Altura Max (m)	GEOMETRÍA DEL APOYO (m)					
					b	a	c	h	d	e
SET San Andrés										
1	IC-55000-15-S1333	ÁNGULO-FIN DE LÍNEA	15	31,5	5,8	6	6	-	4,9	3,5
2	GCO-40000-25-S1223	ÁNGULO-ANCLAJE	25	40,4	5,6	5,6	5,6	-	4,2	3,5
3	CO-18000-30-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27,2	41,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
4 PAS	IC-70000-25-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	25	38,3		6	6		4,9	3,5
5 PAS	IC-70000-15-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	15	28,3		6	6		4,9	3,5
6	CO-12000-30-S1885	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,9	4,9	-	3,3	3
7	CO-33000-21-S1886	ALINEACIÓN-ANCLAJE	21,2	32,2	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
8	CO-33000-30-S1886	ALINEACIÓN-ANCLAJE	30,2	41,2	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
9	CO-7000-27-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	27,2	37,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
10	CO-18000-24-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	24,4	35,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
11	CO-18000-27-S1666	ALINEACIÓN-ANCLAJE	27,2	38,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
12	CO-33000-24-S1886	ALINEACIÓN-ANCLAJE	24	35	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
13	IME-PORT-12	ALINEACIÓN - AMARRE	12	13,1		4	4	1,1		
14	IME-PORT-14	ALINEACIÓN - AMARRE	14	15,1		4	4	1,1		
15	GCO-40000-20-S1223	ALINEACIÓN-ANCLAJE	20	35,4	5,6	5,6	5,6	-	4,2	3,5
16 PAS	IC-70000-15-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	15	28,3		6	6		4,9	3,5
17 PAS	IC-70000-15-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	15	28,3		6	6		4,9	3,5
18	CO-18000-30-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	30,4	41,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
19	CO-18000-27-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27,2	38,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
20	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
21	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
22	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
23	CO-7000-39-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	39,2	49,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
24	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
25	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3

N ° Apoyo	Nombre del Apoyo	Función	Altura útil (m)	Altura Max (m)	GEOMETRÍA DEL APOYO (m)					
					b	a	c	h	d	e
26	CO-18000-27-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27,2	38,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
27	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
28	CO-7000-27-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	27,2	37,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
29	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
30	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
31	CO-7000-27-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	27,2	37,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
32	CO-18000-24-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	24,4	35,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
33	CO-7000-27-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	27,2	37,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
34	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
35	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
36	CO-33000-33-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	33,2	44,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
37	CO-7000-27-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	27,2	37,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
38	CO-18000-30-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	30,4	41,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
39	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
40	CO-33000-27-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27	38	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
41	CO-7000-36-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	36,2	46,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
42	CO-7000-36-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	36,2	46,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
43	CO-18000-27-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27,2	38,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
44	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
45	CO-18000-45-S1666	ALINEACIÓN-AMARRE	45	56	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
46	CO-33000-36-S1886	ÁNGULO-ANCLAJE	36,2	47,2	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
47	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
48	GCO-40000-30-N1224	ÁNGULO-FIN DE LÍNEA	30	46,8	5,6	5,6	5,6	-	5,6	3,5
49	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
50	CO-7000-33-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	33,2	43,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
51	CO-33000-24-S1886	ÁNGULO-ANCLAJE	24	35	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3

N ° Apoyo	Nombre del Apoyo	Función	Altura útil (m)	Altura Max (m)	GEOMETRÍA DEL APOYO (m)					
					b	a	c	h	d	e
52	CO-33000-24-S1886	ÁNGULO-ANCLAJE	24	35	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
53	CO-18000-21-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	21,2	32,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
54	CO-33000-30-S1886	ÁNGULO-ANCLAJE	30,2	41,2	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
55	CO-18000-30-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	30,4	41,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
56	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
57	CO-7000-24-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	24,4	34,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
58	CO-18000-27-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	27,2	38,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
59	CO-18000-18-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	18,2	29,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
60	CO-7000-18-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	18,2	28,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
61	CO-18000-39-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	39,2	50,2	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
62	CO-7000-36-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	36,2	46,1	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
63	CO-18000-24-S1666	ALINEACIÓN-AMARRE	24,4	35,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
64 PAS	IC-70000-15-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	15	28,3		6	6		4,9	3,5
65 PAS	IC-70000-15-PAS	FIN DE LÍNEA - PAS	15	28,3		6	6		4,9	3,5
66	CO-7000-30-S1775	ALINEACIÓN-SUSPENSIÓN	30,4	40,3	3,3	4,6	4,6	-	3,3	3
67	CO-33000-24-S1886	ÁNGULO-ANCLAJE	24	35	3,3	4,9	4,9	-	4,4	3
68	IME-PORT-12	ÁNGULO - AMARRE	12	13,1		4	4	1,1		
69	IME-PORT-12	ALINEACIÓN - AMARRE	12	13,1		4	4	1,1		
70	CO-18000-24-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	24,4	35,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
71	CO-18000-30-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	30,4	41,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
72	CO-18000-24-S1666	ÁNGULO-ANCLAJE	24,4	35,4	3,3	4,3	4,3	-	4,4	3
73	GCO-40000-20-B1224	ÁNGULO-FIN DE LÍNEA	20	36,8	5,6	5,6	5,6	-	5,6	3,5
74 EMF	ESTACION-MEDIDA	EMF	19	19		4,5	4,5		3,5	6,75
75	GCO-40000-20-B1224	ÁNGULO-FIN DE LÍNEA	20	36,8	5,6	5,6	5,6	-	5,6	3,5
SET Moraleja REE		PÓRTICO								
SET Covadonga		PÓRTICO								

1.6.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Estas son las características generales de la línea subterránea:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	220
Tensión más elevada de la red (KV)	245
Categoría	Especial
Número de circuitos	n = 1
Número de cables por fase	n' = 1
Frecuencia (Hz)	f = 50
Tipo de cable aislado Circuito 1	REE RHE-RA+2OL 127220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)
Longitud total tramos subterráneos (km).....	14,55
Provincias afectadas	Toledo y Madrid
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica	PKP 48
Tipo de instalación	Canalización tubular hormigonada
Disposición de los cables	Simple Circuito al tresbolillo
Anchura de la zanja.....	0,8 m
Profundidad de la zanja en terreno de cultivo	1,8 m
Profundidad de la zanja en camino de tierra.....	1,45 m

Tramo 1 subterráneo desde AP 4 PAS hasta AP 5 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	376
Potencia máxima de transporte (MVA)	518,60
Nº de circuitos	1
Longitud (km).....	5,27
Origen	PAS 4
Final.....	PAS 5
Tipo de puesta a tierra.....	Cross Bonding + Single Point

Tramo 2 subterráneo desde AP 16 PAS hasta AP 17 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	376
Potencia máxima de transporte (MVA)	522,2
Nº de circuitos	1
Longitud (km).....	0,58
Origen	PAS 16

Final.....	PAS 17
Tipo de puesta a tierra.....	Single Point

Tramo 3 subterráneo desde AP 64 PAS hasta AP 65 PAS

Potencia máxima de diseño (MWn)	470
Potencia máxima de transporte (MVA)	518,6
Nº de circuitos	1
Longitud (km).....	8,7
Origen	PAS 64
Final.....	PAS 65
Tipo de puesta a tierra.....	Cross-Bonding

1.6.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

1.6.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE

A continuación, se definen las principales características del conductor de fase subterráneo:

El cable propuesto es un cable de 220 kV con denominación REE RHE-RA+2OL 127220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados).

Es un cable de cobre 127/220 kV de 1x2500 mm² de sección, con aislamiento XLPE, pantalla del tipo cubierta metálica lisa del material aluminio, con una sección de 379,8 mm², y cinta semiconductora de bloqueo al agua, con una cubierta exterior de polietileno DME1 con capa semiconductora de recubrimiento extruido. A continuación, se definen las principales características del cable:

Denominación.....	REE RHE-RA+2OL 127220 kV 1x2500 M+T375Al (hilos esmaltados)
Tensión nominal del cable (kV).....	127/220
Tensión más elevada en el cable (kV)	245
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)	1050
Temperatura máxima del conductor (en servicio normal)	90°C
Temperatura máxima del conductor (en cortocircuito)	250
Diámetro del conductor (mm)	63,5
Sección del conductor.....	2500 mm ² Cobre
Resistencia del conductor cc a 20°C (Ω/km).....	0,0072
Aislamiento	XLPE
Pantalla	Cubierta metálica de aluminio
Sección de la pantalla (mm ²)	379,8
Resistencia de la pantalla cc a 20°C (Ω/km)	0,07478
Diámetro nominal exterior (mm).....	125,8

Peso aproximado del cable (kg/km)	31,26
Esfuerzo máximo de tiro (daN)	15000

1.6.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

La canalización de la línea se realizará en configuración de tresbolillo, bajo tubo hormigonado (hormigón HM-20/B/20) de 250 mm de diámetro. Se incluyen unas canalizaciones de tubo de plástico de 110 mm de diámetro para la configuración de puesta a tierra “Cross-Bonding+Single Point”.

Se enterrarán una distancia tal que el exterior del tubo superior se encuentre a una distancia de la superficie de 0,82 metros y el exterior del tubo inferior se encuentre a 1,35 metros de profundidad. La disposición relativa de los tubos se especifica en la figura.

La puesta a tierra sigue el sistema “Cross-Bonding+ Single Point” para el tramo 1, “single point” para el tramo 2, “cross bonding” para el tramo 3.

Se señalará todo el recorrido mediante cintas de señalización. Se rellenarán las capas superiores de la forma que se indica en la figura atendiendo a la colocación de los cables de comunicaciones.

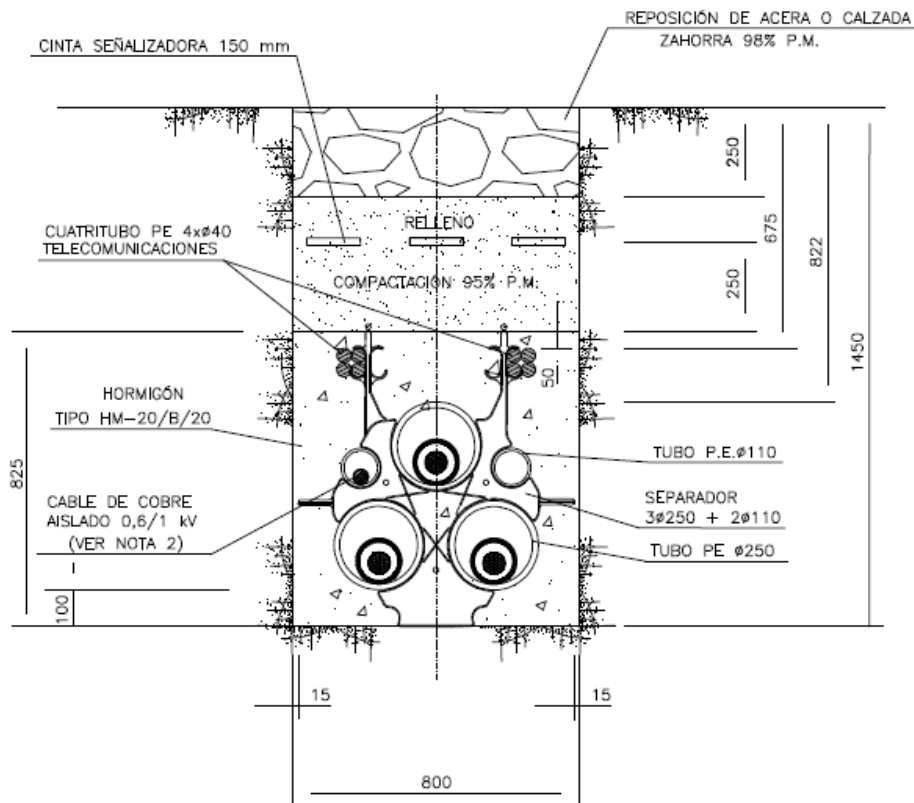


Figura 2. Sección canalización tipo

1.6.4.3. TIPO DE CONEXIÓN PARA PUESTA A TIERRA

Tramo 1:

Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el esquema de conexión dominado “Cross Bonding” + “Single Point”

Cross-Bonding:

- El sistema Cross-Bonding consiste en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en 3 secciones consecutivas. Se interrumpirán las pantallas de cada conductor en los puntos de transposición para poder ejecutarla.
- Las tres secciones menores juntas forman una sección mayor. En un sistema de cruzamiento de pantallas, el tramo de línea a considerar se divide en 3 longitudes iguales (así el sistema quedará eléctricamente equilibrado), con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de la línea conectada en Cross-Bonding o en los dos extremos de cada sección mayor. De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra, pero se eliminan las corrientes inducidas. Las tres pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases, y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma longitud, pero con un desplazamiento de 120°. El resultado global es que la corriente inducida resultante en las tres pantallas son cero.

Las principales ventajas del **Single Point** son las siguientes:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación de la corriente capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo y en general, pequeña para una distribución no simétrica (en capa o en bandera). Para disposiciones no simétricas se pueden transportar los cables (tanto los conductores como sus pantallas), con lo cual se consigue reducir las pérdidas y la tensión de contacto en los extremos de pantallas.
- Tanto para disposiciones en capa como al tresbolillo, en caso de defecto desequilibrado fuera del cable se inducirá una tensión en la pantalla debida al acoplamiento entre el conductor y la pantalla y por ello, una corriente a través de la pantalla y las puestas a tierra de ambos extremos. La circulación de la corriente por las pantallas reduce la tensión inducida a lo largo de estas.

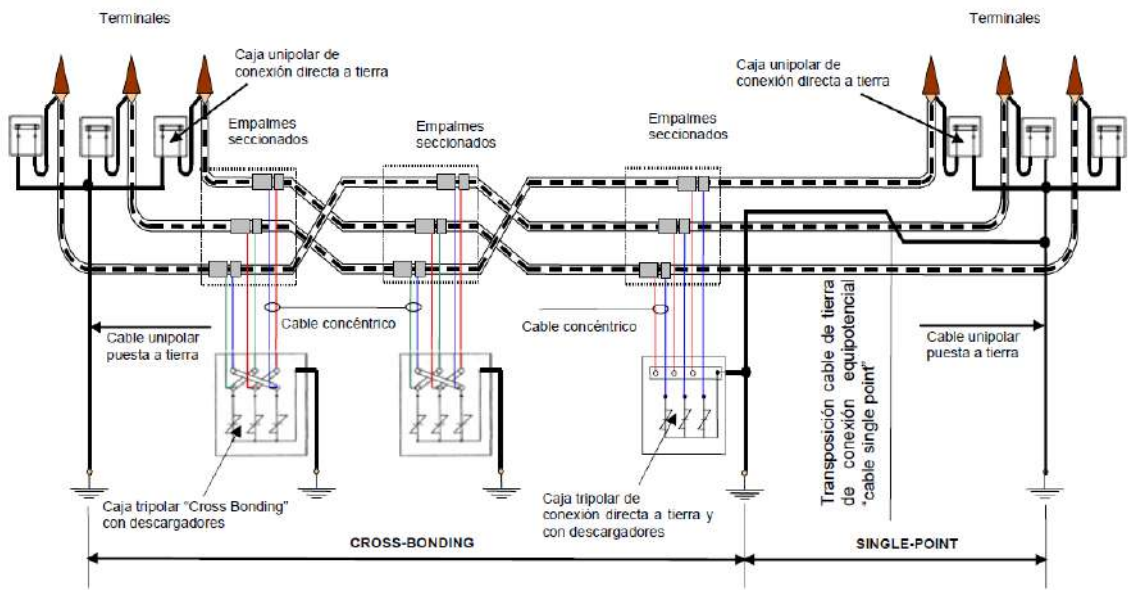


Figura 3. Esquema puesta a tierra. Cross Bonding

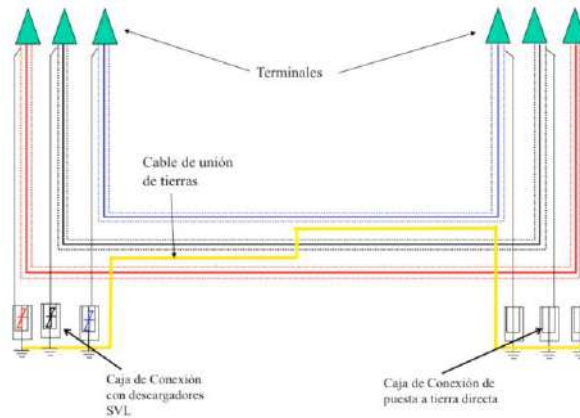
Tramo 2:

Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema Single-Point, ya que se trata de un tramo subterráneo de poca longitud.

Este método consiste en conectar las pantallas de los cables a tierra en un único extremo de la línea para aumentar su ampacidad.

Como ventajas de este tipo de puesta a tierra, se pueden señalar:

- Sistema de conexión sencillo y de poco coste
- En régimen de servicio continuo, las tensiones de las pantallas entre sí y respecto de tierra son pequeñas debido a la longitud de la línea, se eliminan las corrientes que debido a la inducción puedan circular por la pantalla y aumenten la temperatura de operación del cable a niveles peligrosos.



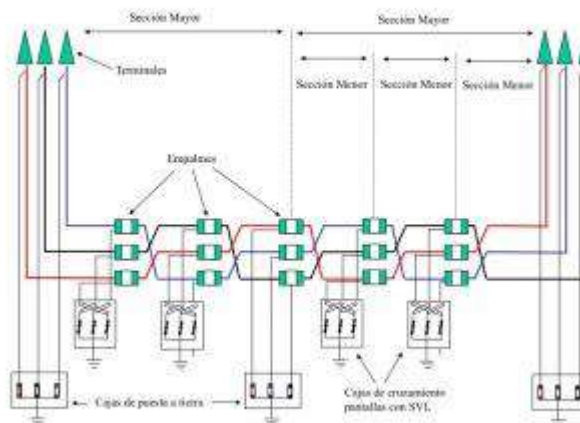
Tramo 3:

Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema Cross-Bonding, ya que se trata de un tramo subterráneo de más de un kilómetro de longitud.

Este método consiste esencialmente en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en 3 secciones consecutivas.

Tres secciones menores juntas conforman una sección mayor. En un sistema de cruzamiento de pantallas, la ruta se divide en grupos de 3 longitudes iguales (así el sistema quedará eléctricamente equilibrado), con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de cada sección mayor pero no en todos los otros puntos.

De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra, pero se eliminan las corrientes inducidas.



Las 3 pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma magnitud, pero con un desplazamiento de 120°. El resultado global es que la corriente inducida resultante en las tres pantallas son cero.

Este tipo de conexión no requiere un cable de continuidad de tierra.

Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este sistema se puede aplicar a longitudes grandes. No obstante, en los puntos donde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán superar los 65 voltios.

1.6.4.4. CAJAS DE CONEXIÓN UNIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de tipo intemperie, y alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

1.6.4.5. CAJAS DE CONEXIÓN TRIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de dos tipos, enterradas y tipo intemperie, estas últimas alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

1.6.4.6. LIMITADORES DE TENSIÓN (SVL)

Cuando el sistema de puesta a tierra lo precise, se instalarán limitadores de tensión de óxido de cinc, dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito. Deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles. Se dimensionarán de acuerdo con las condiciones de la instalación a proteger, y cumplirán con los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

El cálculo referente a los limitadores de tensión se puede encontrar en el Anexo 3 de Cálculo.

1.6.4.7. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEO

Los cables de fibra óptica serán de tipo OPSYCOM PKP de 48 fibras y estarán constituidos por un núcleo de fibra de vidrio, en donde se soportarán los cables de fibra óptica.

Contarán con cubierta de polietileno de baja densidad de mínimo 0,8 mm de espesor. Los cables están reforzados con hilos de poliamida y con una cubierta de polietileno de baja densidad mínimo de 1.5 mm de espesor.

1.6.4.8. CÁMARAS DE EMPALME

Si se diera el caso de necesitar realizar empalmes, de los que ya se ha hablado con anterioridad, dichos empalmes serían instalados en cámaras diseñadas para tal fin.

Las cámaras de empalme serán prefabricas de hormigón armado y deberán ir colocadas sobre una losa de hormigón armado nivelada con las características definidas en el plano correspondiente.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Una vez cerrada la tapa de la boca de tendido y antes de rellenar el espacio entre la cámara y el terreno con hormigón de limpieza, habrá que rellenar los huecos libres entre el tubo de ayuda al tendido y el pasamuros con lana de roca y posteriormente mortero, para evitar que el hormigón se una a la tapa de la boca de tendido, inutilizándola.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno con un hormigón de limpieza tipo HM-12,5 hasta una cota de 300 mm por debajo de la cota del terreno.

1.6.4.9. EMPALMES

Se instalarán empalmes prefabricados o premoldeados. Las unidades prefabricadas que conforman el empalme se ensayarán en fábrica.

El empalme se realizará con el enfrentamiento de ambos cables, por lo que serán precisos dos conos deflectores opuestos de control del campo y un recubrimiento para la reducción de dicho campo. Finalmente será necesario un revestimiento conductivo de la superficie del empalme.

Para proteger el empalme contra la humedad y contra posibles daños mecánicos, se recubrirá mediante un alojamiento metálico protegido contra la corrosión y que pueda depositarse directamente enterrado.

El empalme debe poseer buenas características eléctricas y térmicas, siendo capaz de soportar los ciclos de calentamiento y las contracciones/expansiones de los cables. Por ello, se recomiendan los materiales de goma de silicona o EPR.

Por encima del a semiconductor externa debe instalarse un dispositivo para evitar cualquier propagación del agua en el empalme.

La cubierta exterior del empalme debe asegurar la protección mecánica del cuerpo del empalme, constituir una barrera radial de estanqueidad que facilite la reconstrucción del aislamiento y proporcionar un aislamiento eléctrico equivalente al de la cubierta del cable.

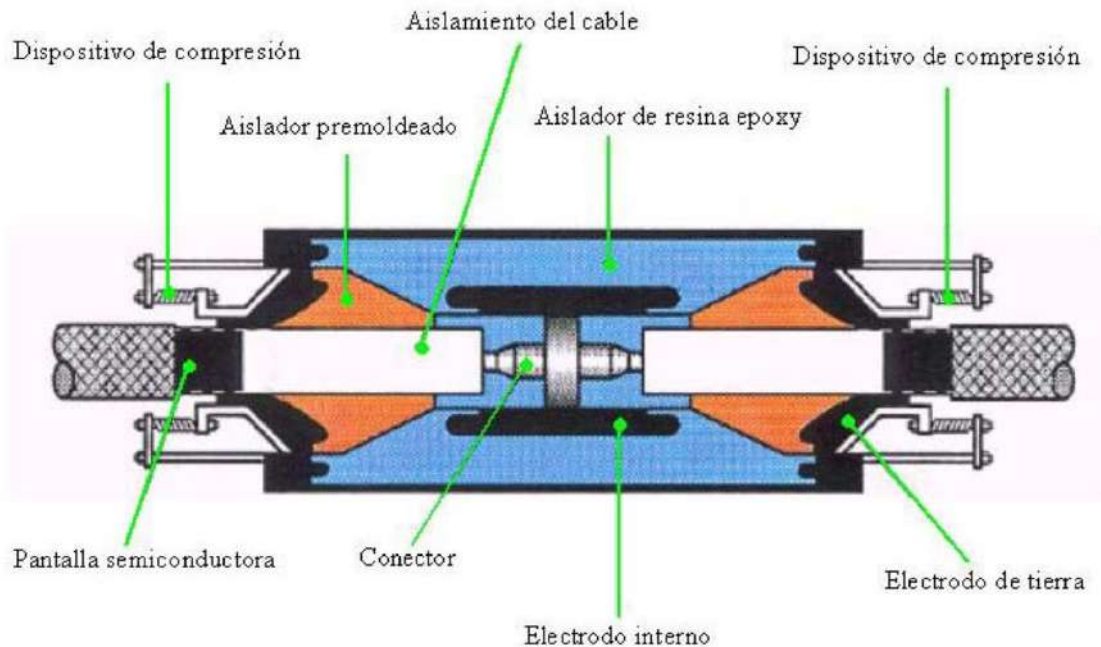


Figura 4. Esquema empalme de conductores

1.6.4.10. TERMINALES DE EXTERIOR (TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO)

Los terminales de exterior serán de composite y para una tensión de 220 kV nominales. Estos terminales tienen el aislador de composite de pedestal anclado a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Estos terminales se colocarán en el apoyo PAS.

El arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión de este.

Se utilizarán manguitos de conexión a presión diseñada para resistir esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento habitual y los eventos de cortocircuito.

Esta descripción no corresponde a un tipo de terminal específico, en el momento de la construcción los terminales se determinarán en función de las ofertas reales del fabricante que cumplan con los requisitos de diseño.

1.6.4.11. PERFORACIÓN DIRIGIDA

En caso de que fueran necesarios para realizar cruzamientos con carreteras, ríos, vías de tren, etc. que no permitan la apertura de zanja a través de ellos, se emplearía la perforación dirigida, que consiste en un topo que realiza una excavación parabólica bajo el cruzamiento a realizar.

Podrán realizarse perforación mediante tubos independientes para cada conductor o bien una vaina de polietileno de alta densidad que agrupe varios conductores.

La perforación subterránea horizontal dirigida sustituye la apertura de zanjas en aquellos ámbitos en los que no sea una opción viable. Se trata de un método rápido, limpio y ecológico.

Anterior al trabajo en campo, debe realizarse un estudio previo. El diseño del trabajo debe ser preciso para la elección de la máquina y útiles adecuados para cada obra. Así pues, es necesario realizar una topografía exacta de la zona de trabajo y una investigación geológica con sondeos de recuperación de testigo continuo para determinar el terreno a perforar.

Una vez en campo, la primera operación a realizar es la construcción del pozo de trabajo con unas dimensiones que dependerán del espacio de trabajo, del diámetro del tubo de revestimiento y de la máquina perforadora a emplear, entre otros. Las dimensiones se medirán desde el eje de la conducción, donde se ubicará la maquinaria de perforación. Los laterales de este pozo se deberán hormigonar o entibar o ataluzar si la profundidad de este, o las condiciones del terreno, así lo exigiesen.

Se deberá realizar una solera para que la máquina perforadora quede asentada bien en el suelo y así evitar el error que pudiera implicar el movimiento de la perforadora (debido a terrenos poco compactos, posibles vibraciones, niveles freáticos...)

En la cara posterior del pozo, visto éste en el sentido de avance, se deberá cuidar la perpendicularidad del eje, y si por la longitud y el diámetro del paso fuese necesario, se construirá un muro de reacción para soportar el empuje máximo a realizar. Una vez instalada la máquina en el pozo de trabajo y comprobadas la línea y cota, se procederá a la bajada del primer tubo de acero, con una longitud habitual de 6 metros, que aloja en su interior la broca de corte y los sinfines de extracción.

La máquina está dotada de un motor-reductor hidráulico que da giro al conjunto de broca y sinfines y de dos mecanismos de empuje, uno para el tubo y otro para el sinfín, lo que permite independizar el avance de cada uno, siendo la naturaleza del terreno, la que determine la posición de la broca dentro de la vaina, que solo estará avanzada respecto al tubo unos centímetros en terrenos donde la dureza y la estabilidad así lo requieran.

Cuando el primer tubo esté introducido en el terreno, se retirará hacia atrás el mecanismo de empuje, procediéndose a la bajada, alineación y soldadura del segundo tubo. Este ciclo se repite, hasta alcanzar la

longitud deseada, tras lo cual se retiran los sinfines del interior de la vaina, quedando ésta dispuesta para colocar en su interior. La conducción deseada, que debe de tener unos centímetros menos de diámetro exterior para facilitar su instalación.

En la salida se necesita abrir un pozo de recepción para recuperar el escudo dirigible este tendrá 3 metros de largo (en el sentido de avance) x 2.5 metros de anchura x 0.80 metros (desde el eje de la perforación).

La tubería que se va a instalar contará con un revestimiento exterior de fibra de vidrio para protección catódica.

Una vez realizada la instalación del tubo principal, se procederá a introducir los conductores eléctricos en sus respectivos tubos. En la misma conducción principal se dispondrán un tubo de telecomunicaciones, así como dos tubos de reserva, uno para el circuito eléctrico y otro para la fibra óptica

1.7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El programa previsto para la ejecución de la línea, una vez realizado el Proyecto de ejecución y obtenidos todos los permisos y autorizaciones pertinentes por parte de los organismos afectados, tendrá una duración aproximada de seis meses para el tramo aéreo y aproximadamente seis meses para el tramo subterráneo, distribuidos de acuerdo con el siguiente cronograma:

Para el tramo aéreo

Tabla 9. Cronograma de ejecución tramo aéreo

		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.0	L220 kV SET San Andrés – SET Moraleja REE 220																								
1.1	Replanteo de apoyos																								
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)																								
1.3	Adecuación de accesos																								
1.4	Adecuación de campos de acopio																								
1.5	Acopio y clasificación de materiales																								
1.7	Excavación de cimentaciones																								
1.8	Hormigonado de cimentaciones																								
1.9	Montaje de estructuras e izado																								
1.10	Tendido de conductores																								
1.11	Tensado, regulado y engrapado de conductores																								
1.12	Tendido de conductores																								
1.13	Tensado, regulado y engrapado de cables de tierra y FO																								
1.14	Instalación de balizas protección avifauna																								
1.15	Señalización																								
1.16	Limpieza de áreas afectadas																								
1.17	Restauración de terrenos																								
1.18	Verificación e inspección inicial																								
2.0	Vigilancia medioambiental																								
3.0	Seguridad y salud																								

Para el tramo subterráneo:

Tabla 10. Cronograma de ejecución tramo soterrado

		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.0	L220 kV SET San Andrés – SET Moraleja REE 220																								
1.1	Replanteo de canalización																								
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)																								
1.3	Adecuación de accesos																								
1.4	Adecuación de campos de acopio																								
1.5	Acopio y clasificación de materiales																								
1.6	Excavación de zanja																								
1.7	Colocación de tubos en la canalización																								
1.8	Hormigonado de zanja																								
1.9	Reposición del firme																								
1.10	Mandrilado de canalización																								
1.11	Tendido de conductores																								
1.12	Confección de terminales																								
1.13	Confección de empalmes (sólo si aplica)																								
1.14	Pruebas de la instalación en vacío																								
1.15	Señalización																								
1.16	Limpieza de áreas afectadas																								
1.17	Restauración de terrenos																								
1.18	Verificación e inspección inicial																								
2.0	Vigilancia medioambiental																								
3.0	Seguridad y salud																								

1.8. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se muestra un resumen de los cruzamientos del tramo aéreo y subterráneo de la línea, así como sus organismos afectados:

Tramo aéreo:

Tabla 11. Tabla de cruzamientos en la línea aérea

Cruzamiento	Apoyo Inicio	Apoyo Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados
C-1	1	2	Arroyo de Vallehermoso	Confederación hidrográfica del Tajo
C-2	2	3	Arroyo de Vallehermoso	Confederación hidrográfica del Tajo
C-3	6	7	Arroyo de Chinar	Confederación hidrográfica del Tajo
C-4	9	10	Línea eléctrica de MT	UFD
C-5			Arroyo de Barguitas	Confederación hidrográfica del Tajo
C-6	10	11	Arroyo de Chirinos	Confederación hidrográfica del Tajo
C-7	11	12	Arroyo de la Oliva	Confederación hidrográfica del Tajo
C-8	13	14	Línea de 400 kV "ARN-MOT"	REE
C-9	15	16	Arroyo (sin nombre)	Confederación hidrográfica del Tajo
C-10			Línea eléctrica MT	UFD
C-11	17	18	Arroyo (sin nombre)	Confederación hidrográfica del Tajo
C-12			Arroyo (sin nombre)	Confederación hidrográfica del Tajo
C-13	19	20	Arroyo (sin nombre)	Confederación hidrográfica del Tajo
C-14	20	21	Arroyo Seco	Confederación hidrográfica del Tajo
C-15	21	22	Vereda de Lominchar	Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad del Gobierno de Castilla La Mancha
C-16	23	24	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo
C-17			Línea eléctrica de MT	UFD
C-18	27	28	Arroyo del Bernal	Confederación hidrográfica del Tajo
C-19	29	30	Autovía CM-41 "Autovía de la Sagra"	Dirección General de Carreteras de la Consejería de Fomento de Castilla La Mancha

Cruzamiento	Apoyo Inicio	Apoyo Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados
C-20	31	32	Arroyo del Caño	Confederación hidrográfica del Tajo
C-21	34	35	Arroyo de la Dehesilla	Confederación hidrográfica del Tajo
C-22	35	36	Línea telefónica	Telefónica S.A.
C-23			Carretera TO-2033 (de Cedillo del Condado a Palomeque)	Dirección General de Carreteras de la Consejería de Fomento de Castilla La Mancha
C-24			Línea eléctrica MT	UFD
C-25			Arroyo de los Torrejones	Confederación hidrográfica del Tajo
C-26			37	38
C-27	38	39	Línea telefónica	Telefónica S.A.
C-28			Carretera CM-4004 (de Valmojado a Yepes)	Dirección General de Carreteras de la Consejería de Fomento de Castilla La Mancha
C-29			Línea eléctrica MT	UFD
C-30	39	40	Arroyo de Fuente Serena	Confederación hidrográfica del Tajo
C-31	40	41	Arroyo del Batán	Confederación hidrográfica del Tajo
C-32	41	42	Veredea de Palomeque	Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad del Gobierno de Castilla La Mancha
C-33	42	43	Arroyo del Prado Viejo	Confederación hidrográfica del Tajo
C-34	43	44	Arroyo de las Pozas	Confederación hidrográfica del Tajo
C-35	44	45	Arroyo de la Majada	Confederación hidrográfica del Tajo
C-36	45	46	Línea de 220 kV "TAL-VIV"	REE
C-37	46	47	Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo
C-38			Línea telefónica desmantelada	Telefónica S.A.
C-39	47	48	Arroyo de Valseco	Confederación hidrográfica del Tajo
C-40			Arroyo	Confederación hidrográfica del Tajo
C-41	48	49	Línea eléctrica MT	UFD
C-42			Línea eléctrica MT	UFD
C-43	50	51	Arroyo Sidrillo	Confederación hidrográfica del Tajo
C-44	51	52	AP-41 Madrid-Toledo	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Cruzamiento	Apoyo Inicio	Apoyo Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados
C-45	54	55	Arroyo Overa	Confederación hidrográfica del Tajo
C-46	56	57	Arroyo de San Blas y del Carcavón	Confederación hidrográfica del Tajo
C-47	57	58	Arroyo de la Puentequilla	Confederación hidrográfica del Tajo
C-48	61	62	Línea eléctrica MT 20kV	UFD
C-49	62	63	Línea eléctrica MT 20kV	UFD
C-50	65 PAS	66	Carretera M-410	Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid
C-51	66	67	Línea telefónica	Telefónica S.A.
C-52			Línea eléctrica MT	I-DE Distribución de Electricidad
C-53	68	69	Línea de 400 kV "MOR-VIV"	REE
C-54			Línea de 400 kV "GAL-MOR"	REE
C-55	70	71	Colada del Camino de Monte de Batres	Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la Comunidad de Madrid
C-56			Línea eléctrica de BT	I-DE Distribución de Electricidad
C-57			Línea eléctrica de MT (D.C.)	I-DE Distribución de Electricidad
C-58	71	72	Línea telefónica	Telefónica S.A.
C-59			Carretera M-413 (de Fuenlabrada a la A-5)	Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid
C-60			Línea eléctrica de MT	I-DE Distribución de Electricidad

Tramo soterrado

Tabla 12. Tabla de cruzamientos en la línea soterrada

Cruzamiento	Vértice Inicio	Vértice Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados	Tramo
Csubt-1	17	18	Línea de 220 kV "TAL-VIV"	REE	TRAMO 1
Csubt-2	31	32	Línea telefónica	Telefónica S.A.	
Csubt-3			Carretera TO-1927 De Fuentesalida a la CM-4004, km.14,864	Dirección General de Carreteras de la Consejería de Fomento de Castilla La Mancha	
Csubt-4	32	33	Línea eléctrica de MT	UFD	
Csubt-5	33	34	Arroyo de Barguitas	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-6	34	35	Línea de 400 kV "ARN-MOT"	REE	
Csubt-7	42	43	Línea eléctrica de MT	UFD	TRAMO 2
Csubt-8	43	44	Río Guadarrama	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-9	59	60	Arroyo del Carrascal	Confederación hidrográfica del Tajo	TRAMO 3
Csubt-10	72	75	Vereda de Batres	Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la Comunidad de Madrid	
Csubt-11	83	84	Línea eléctrica de 20 kV	I-DE Distribución de Electricidad	
Csubt-12	87	88	Barranco	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-13	90	92	Arroyo del Sotillo	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-14			Arroyo del Sotillo	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-15	100	103	Arroyo Huerto	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-16	104	105	Línea eléctrica de baja tensión	I-DE Distribución de Electricidad	
Csubt-17	107	108	Línea telefónica	Telefónica S.A.	
Csubt-18	113	114	Línea eléctrica de 20 kV	I-DE Distribución de Electricidad	

Cruzamiento	Vértice Inicio	Vértice Fin	Cruzamientos	Organismos Afectados	Tramo
Csubt-19	124	125	Carretera M-404, KM 14,833	Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	
Csubt-20	125	126	Línea telefónica	Telefónica S.A.	
Csubt-21	144	145	Arroyo del Chorrillo	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-22			Arroyo del Villar	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-23	145	146	Línea eléctrica MT	I-DE Distribución de Electricidad	
Csubt-24	158	159	Arroyo del Sotillo	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-25	117	118	Línea eléctrica de baja tensión	I-DE Distribución de Electricidad	
Csubt-26	175	176	Línea de 400 kV "MOT-MOR/MOT-VVI"	REE	
Csubt-27	179	180	Gasoducto	Enagás S.A	
Csubt-28	158	159	Arroyo de los barrancos	Confederación hidrográfica del Tajo	
Csubt-29	184	185	Línea eléctrica MT	I-DE Distribución de Electricidad	

Paralelismo	Vertice Inicio	Vertice Fin	Paralelismo	Organismos Afectados	Tramo
P-1	110	133	AP-41 Madrid-Toledo	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	TRAMO 3

2. PLANOS

2.1. SITUACIÓN

SituaciónMT-005.045.23_0-1001

2.2. EMPLAZAMIENTO

EmplazamientoMT-005.045.23_0-1002

2.3. PLANTA GENERAL

Planta generalMT-005.045.23_0-1003

2.4. PLANTA CATASTRAL Y ACCESOS

Sección transversal (zanja tipo y perforación dirigida)MT-005.045.23_0-1004

2.5. PLANTA PERFIL LÍNEA AÉREA

Planta perfil línea aéreaMT-005.045.23_0-1005

2.6. APOYOS Y CIMENTACIONES TIPO

Apoyos y cimentaciones tipoMT-005.045.23_0-1006

2.7. PLANTA LÍNEA SUBTERRÁNEA

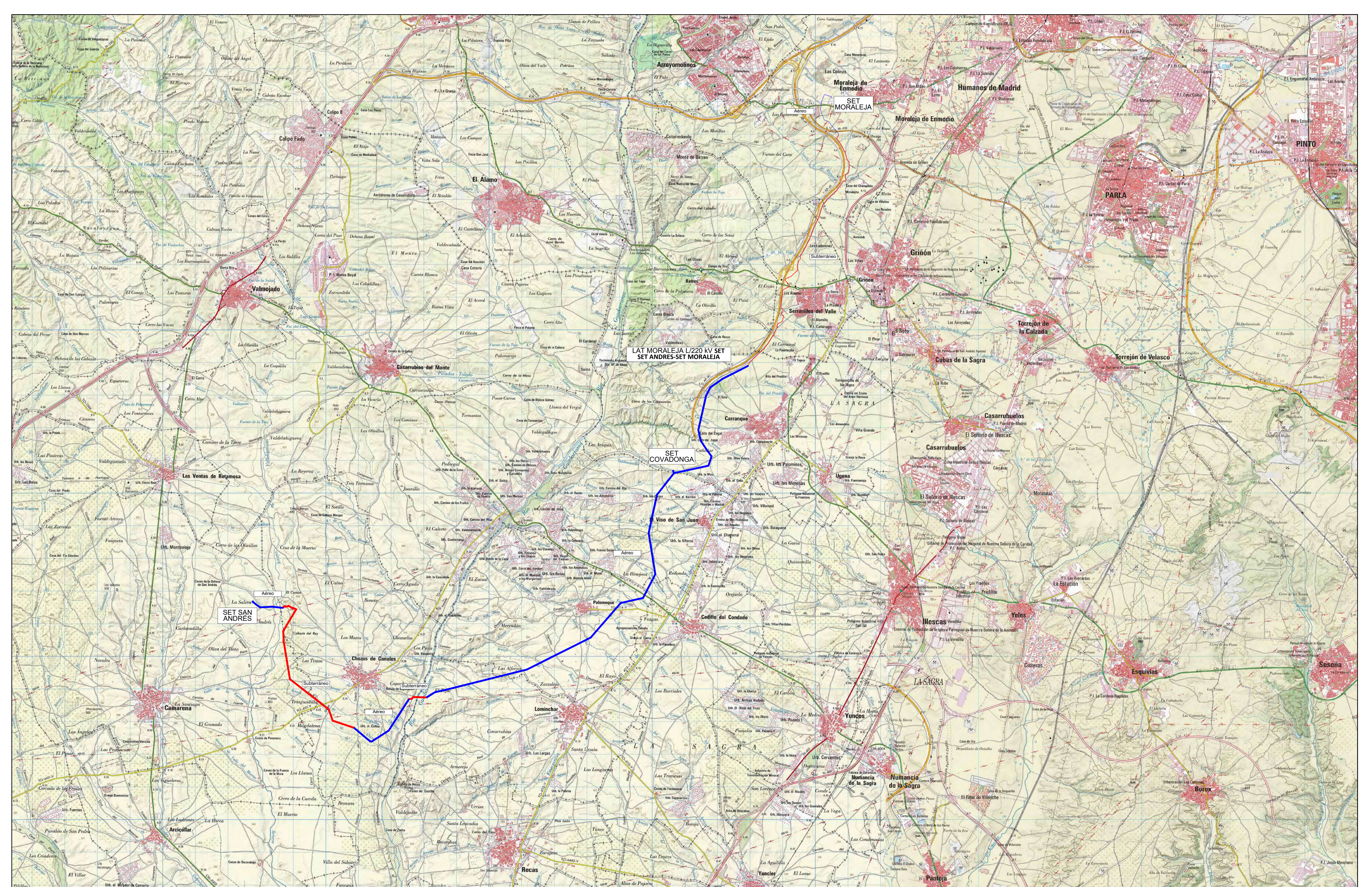
Planta línea subterráneaMT-005.045.23_0-1017

2.8. SECCIÓN TRANSVERSAL

Zanja tipo y perforación dirigidaMT-005.045.23_0-1018

2.9. AFECCIÓN VÍAS PECUARIAS

Cruzamientos vías pecuarias Comunidad de MadridVVPP-CAM



Ingeniería Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

	ESCALA:	1/50000	SITUACIÓN:	PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	TAMAÑO:	A1	TÍTULO DEL PLANO:	SITUACIÓN	
PROMOTOR:			TÍTULO DEL PROYECTO:	L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
			Nº HOJA	Rev.	
			1 de 1	R0	
			NÚMERO DEL PLANO:		MT-005.045.23_0-1001

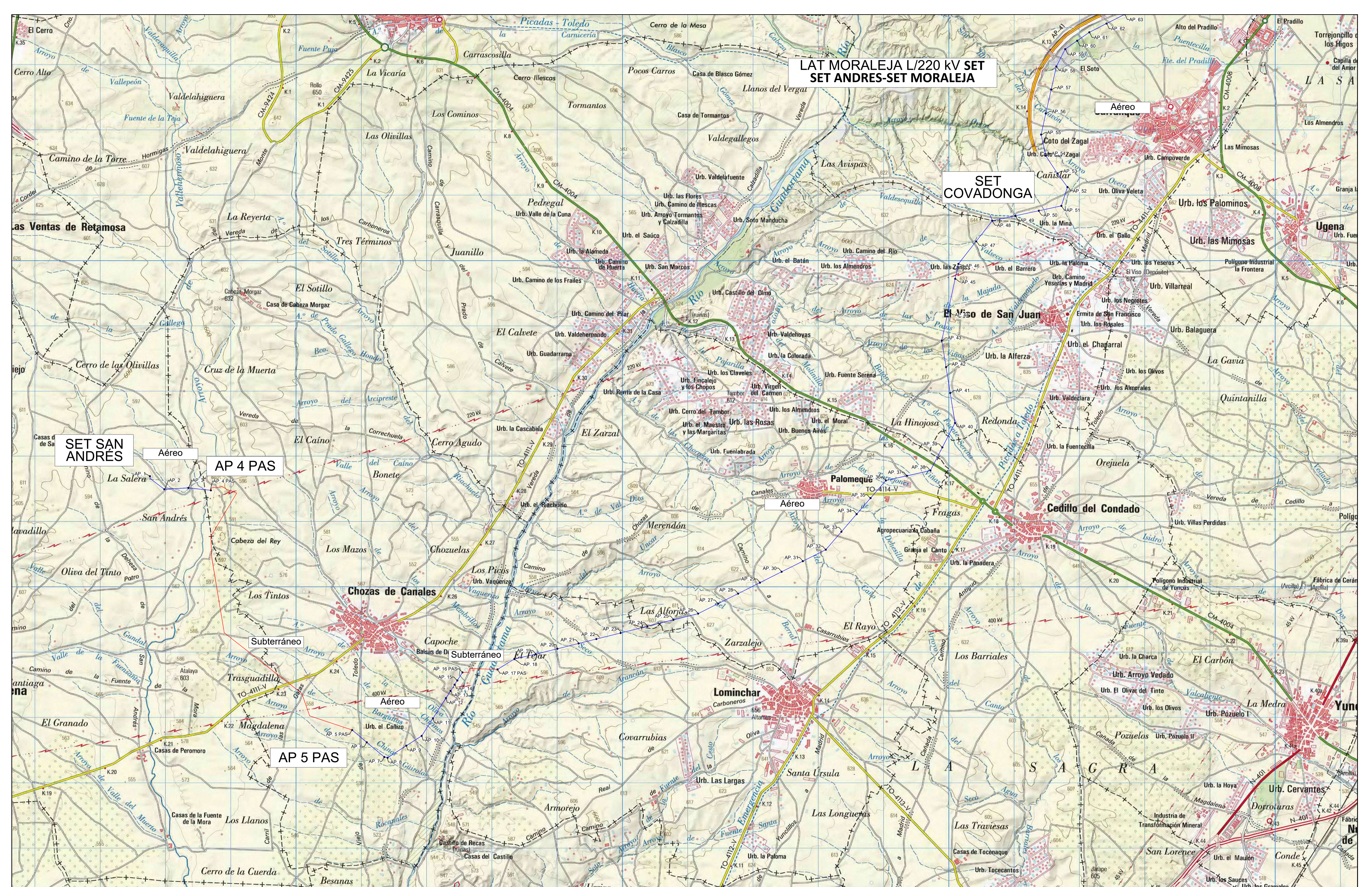
**LAT MORALEJA L/220 KV SET
SET ANDRES-SET MORALEJA**

**SET
COVADONGA**

**SET SAN
ANDRÉS**

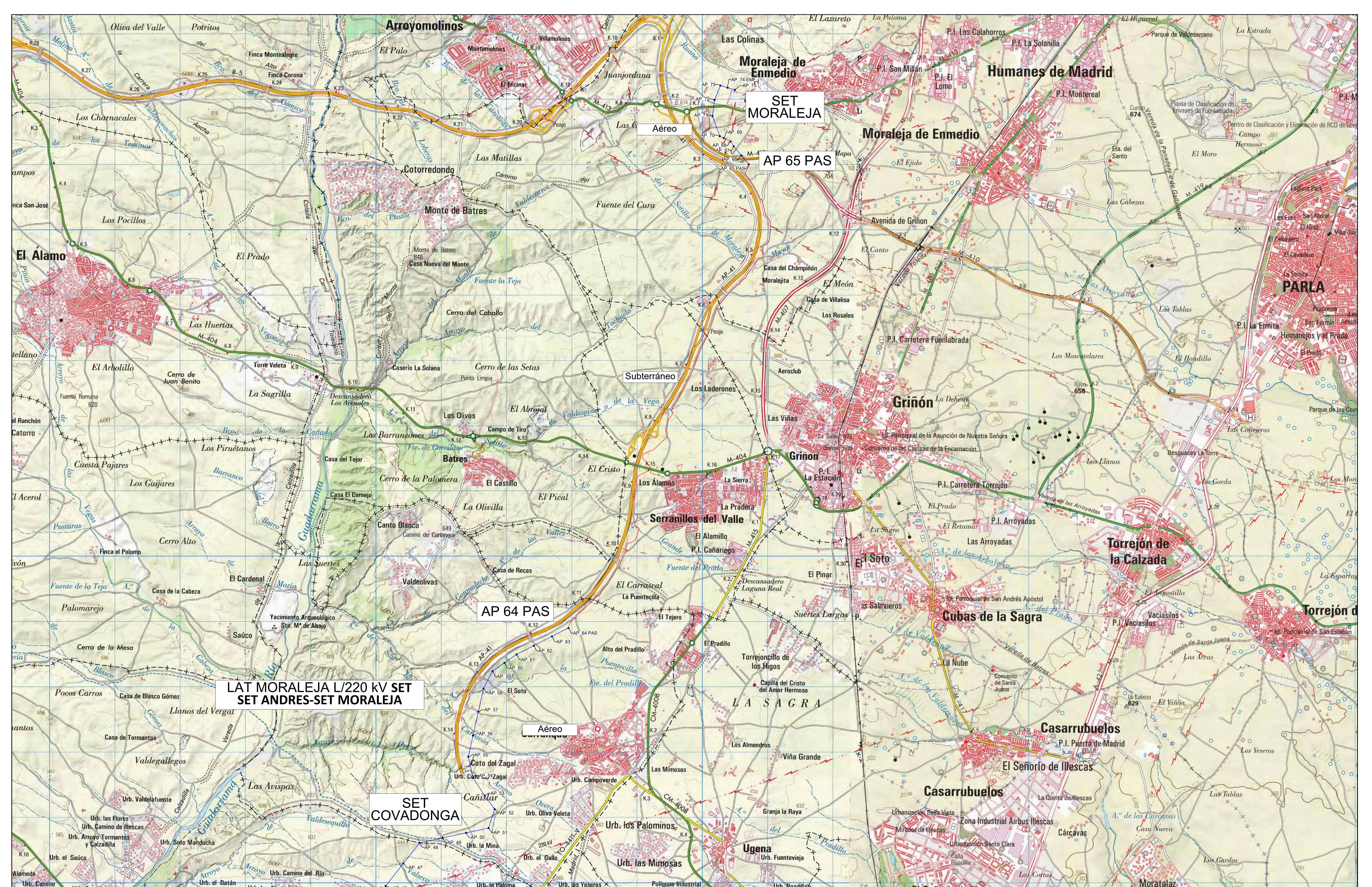
AP 4 PAS

AP 5 PAS



Ingeniería Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

	ESCALA: 1/25000	SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN
	TAMAÑO: A1	TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO
PROMOTOR:		
TÍTULO DEL PROYECTO:	L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
Nº HOJA	Rev.	
1 de 2	R0	
NÚMERO DEL PLANO:		MT-005.045.23_0-1002



SET MORALEJA

AP 65 PAS

Subterráneo

AP 64 PAS

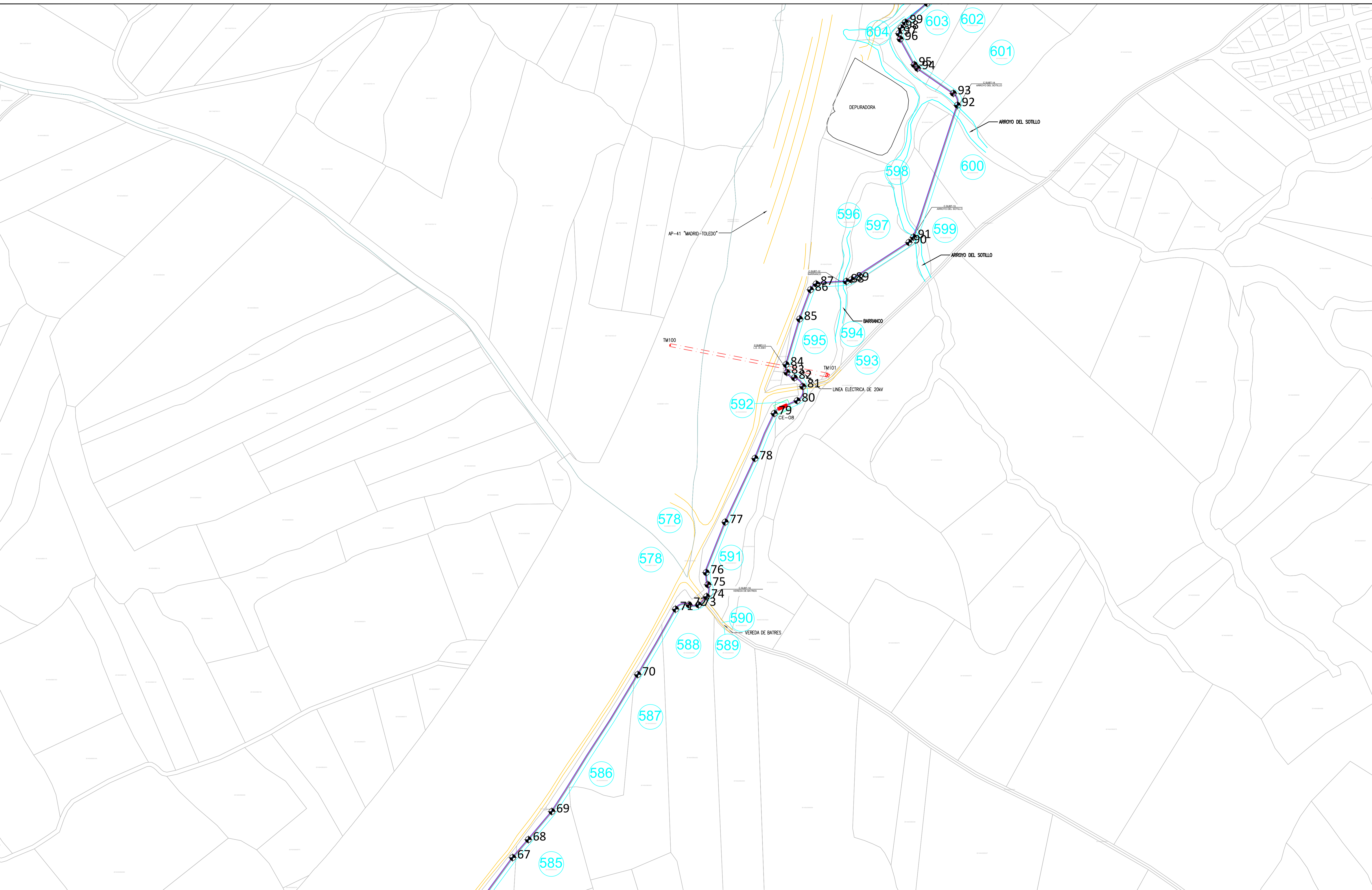
LAT MORALEJA L/220 KV SET ANDRES-SET MORALEJA

Aéreo

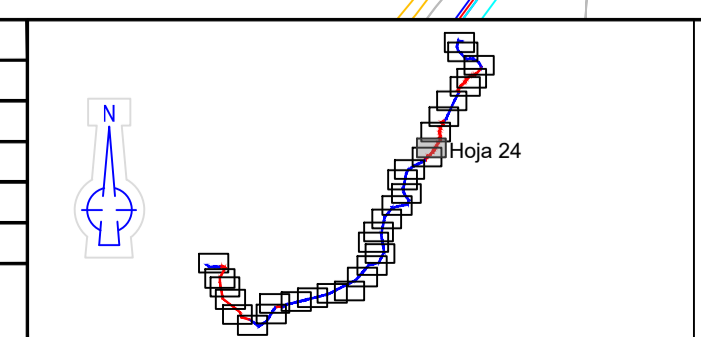
SET COVADONGA

Ingeniería Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

	ESCALA:	1/25000	SITUACIÓN:	PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	TAMAÑO:	A1	TÍTULO DEL PLANO:	EMPLAZAMIENTO	
PROMOTOR:			TÍTULO DEL PROYECTO:	L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
			Nº HOJA	Rev.	
			2 de 2	R0	
			NÚMERO DEL PLANO:		MT-005.045.23_0-1002



Ingeniera Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



LLAMADAS NUMERACIÓN CRUZAM. Y PARALEL.

C-##	CRUZAMIENTO ORGANISMO AFECTADO
P-##	PARALELISMO ORGANISMO AFECTADO

REFERENCIAS CATASTRALES:

SUELO RÚSTICO:
PROYECTO DEL PLAN DE PARALELISMO
PROYECTO DEL PLAN DE CRUZAMIENTO

SUELO URBANO:
PROYECTO DEL PLAN DE PARALELISMO
PROYECTO DEL PLAN DE CRUZAMIENTO

LEYENDA TRAZADO:

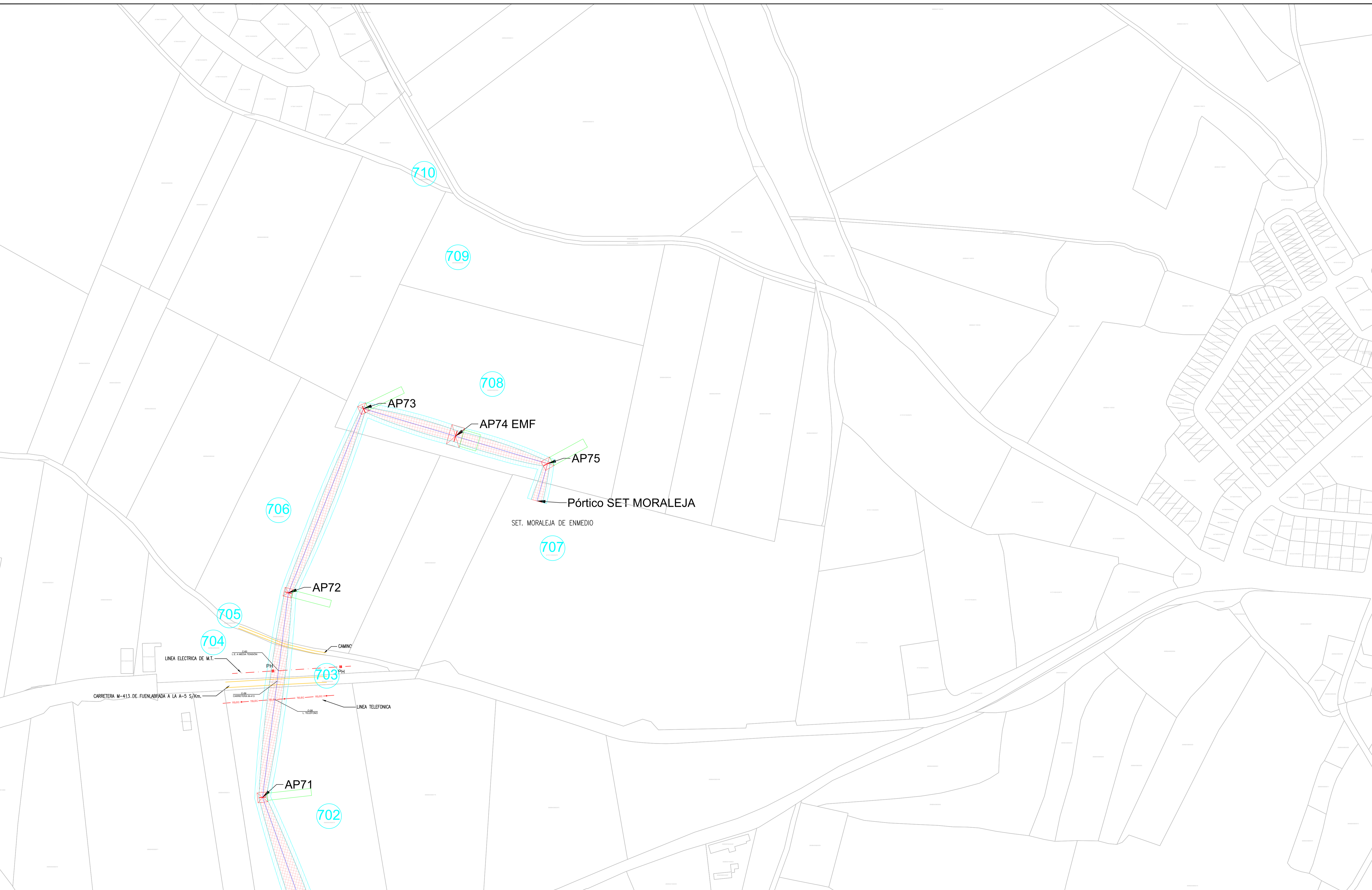
	Ocupación Temporal-Lárea
	Ocupación Permanente-Lárea
	Trazado Aéreo en Proyección
	Zona de Seguridad
	Ocupación Temporal-L.Subst.
	Ocupación Permanente-L.Subst.
	Trazado Subst. en Proyección

ESCALA: 1/2.000

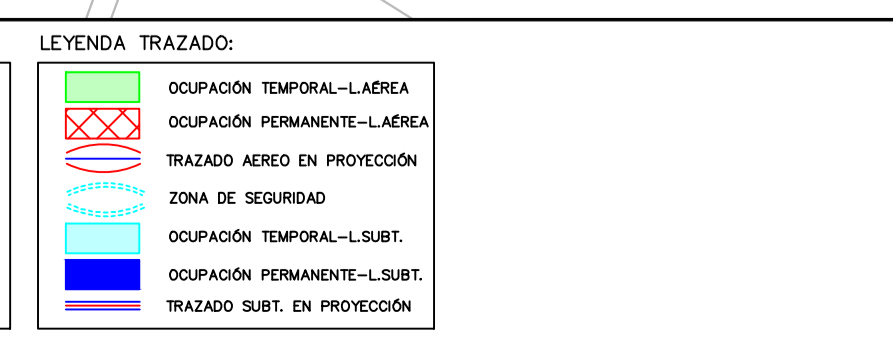
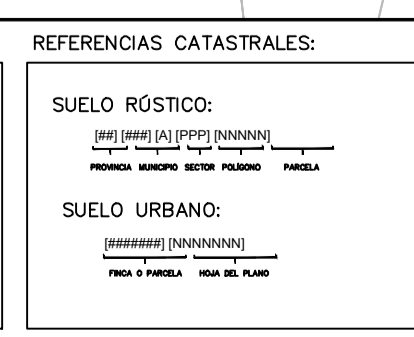
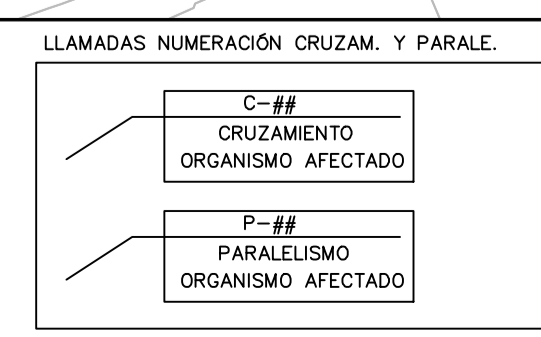
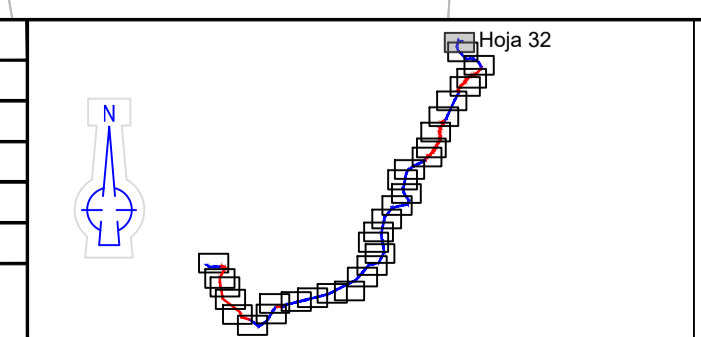
TAMAÑO: A1

PROMOTOR: **ospräl**
Verbund

SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL	
TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
Nº HOJA: 24 de 32	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: MT-005.045.23_0-1003	



Ingeniera Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



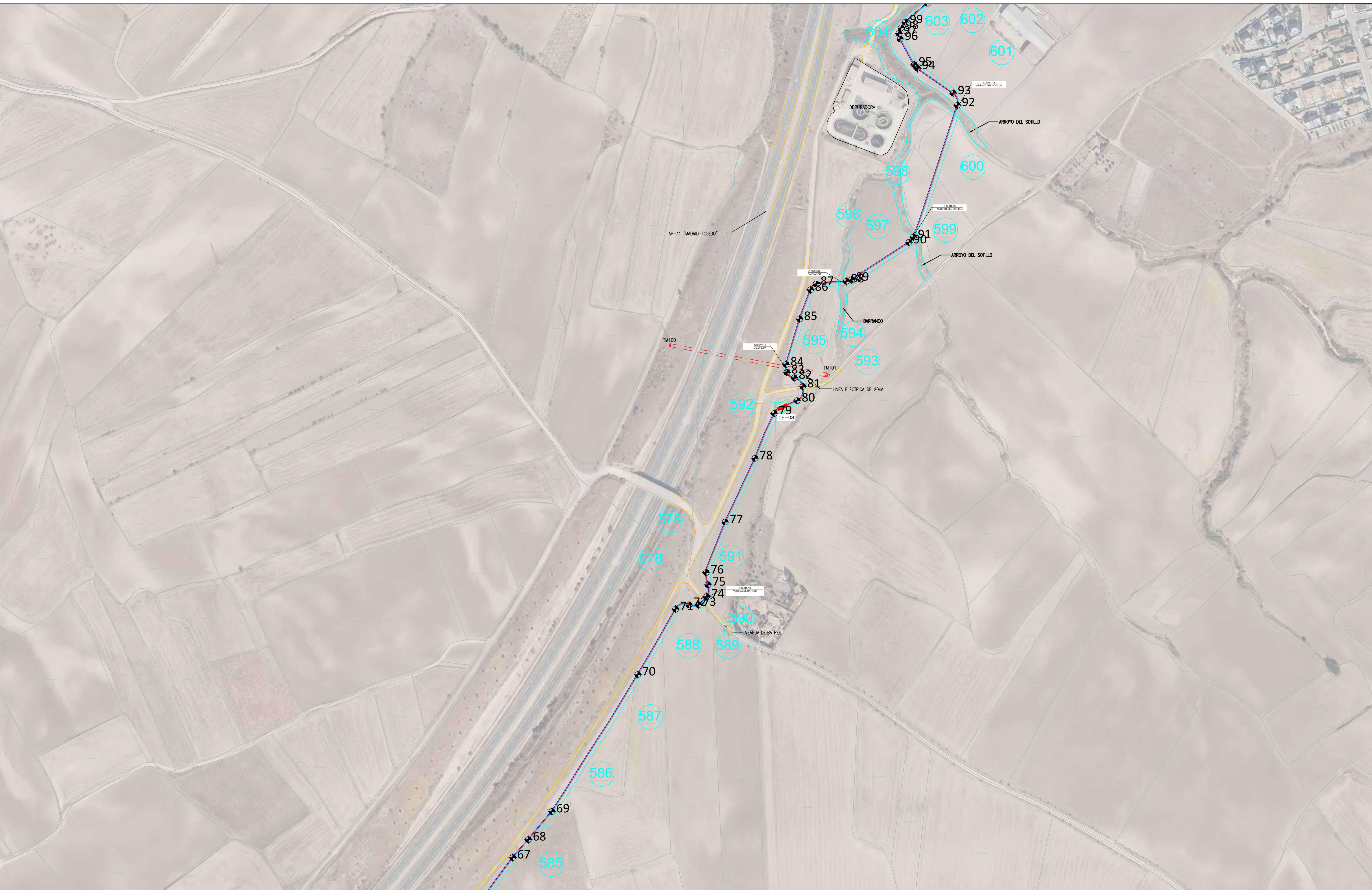
ospräl

ESCALA: 1/2.000

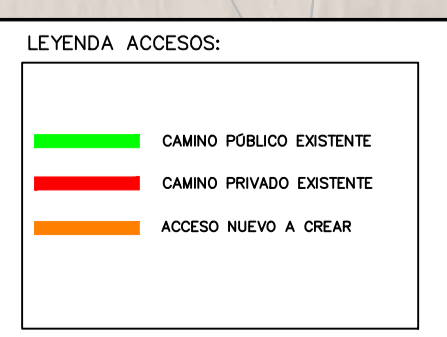
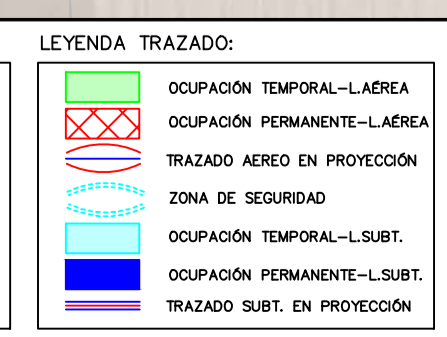
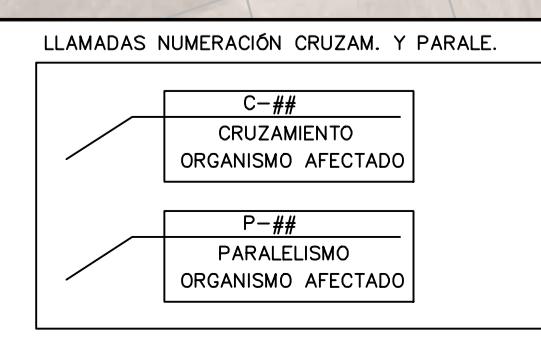
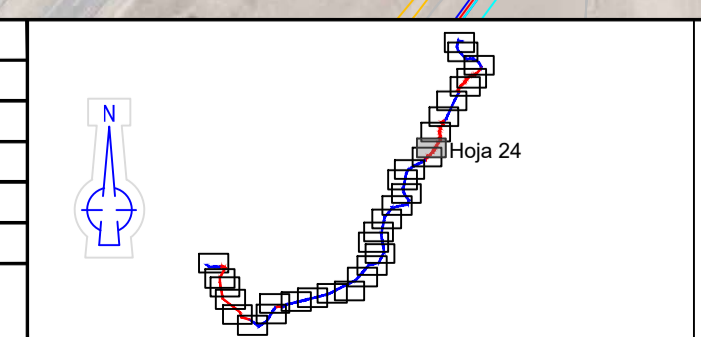
TAMAÑO: A1

PROMOTOR: **Verbund**

SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL	
TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
Nº HOJA: 32 de 32	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: MT-005.045.23_0-1003	



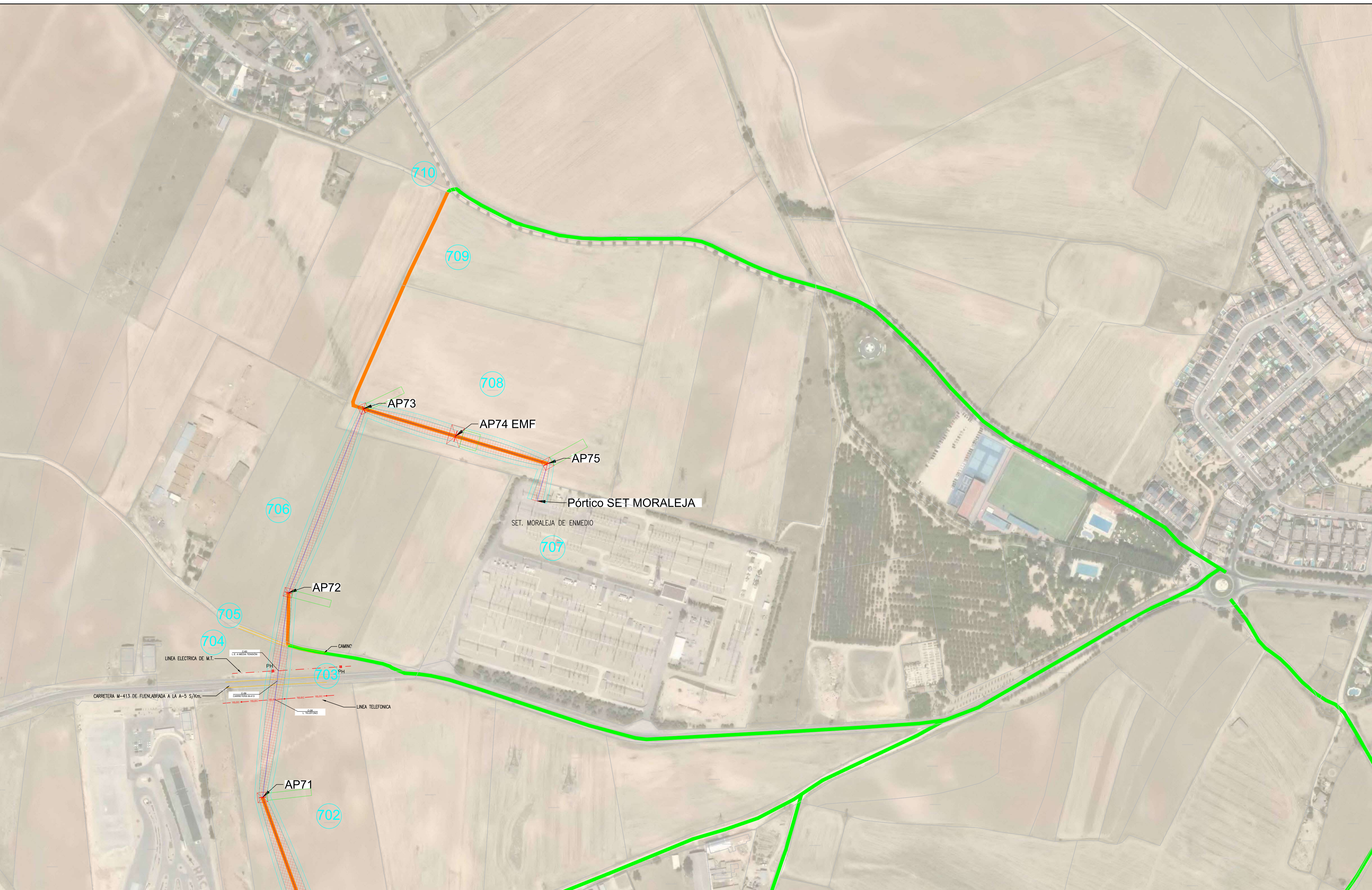
Ingeniera Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



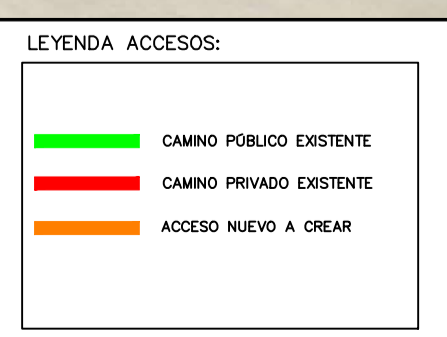
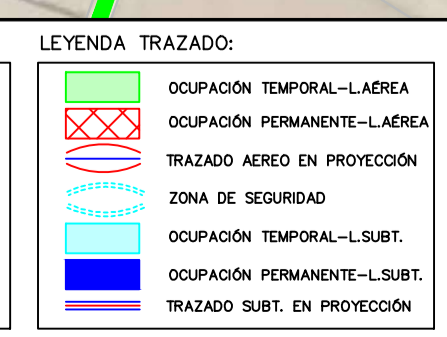
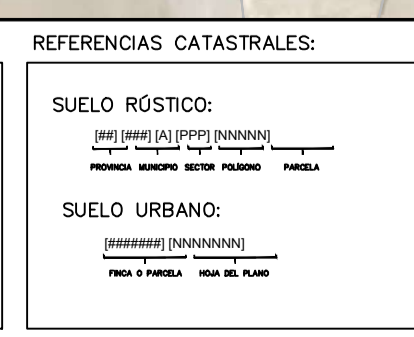
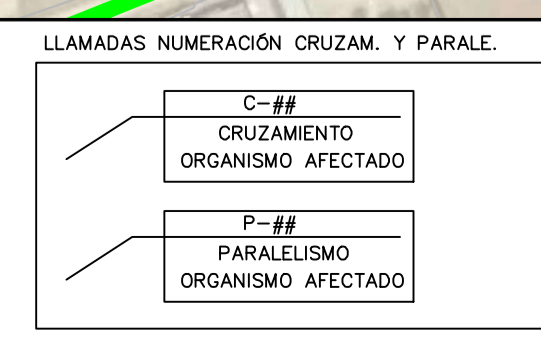
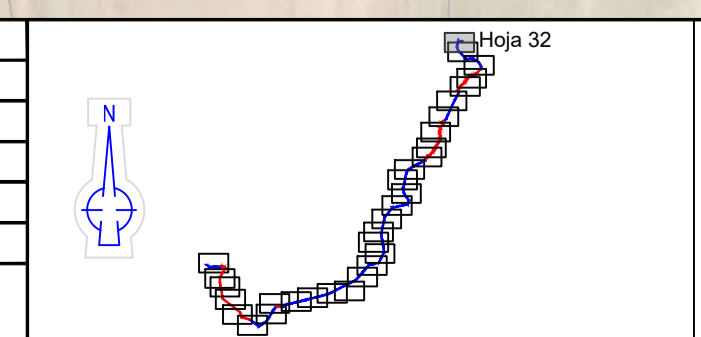
ESCALA: 1/2.000
TAMAÑO: A1

PROMOTOR: **osprál**
Verbund

SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA CATASTRAL Y ACCESOS	
TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
Nº HOJA: 24 de 32	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: MT-005.045.23_0-1004	



Ingeniera Industrial y del ICAI					
00	Junio 2023	MIBG	MIBG	MIBG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

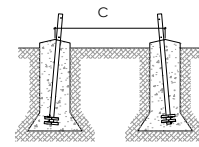
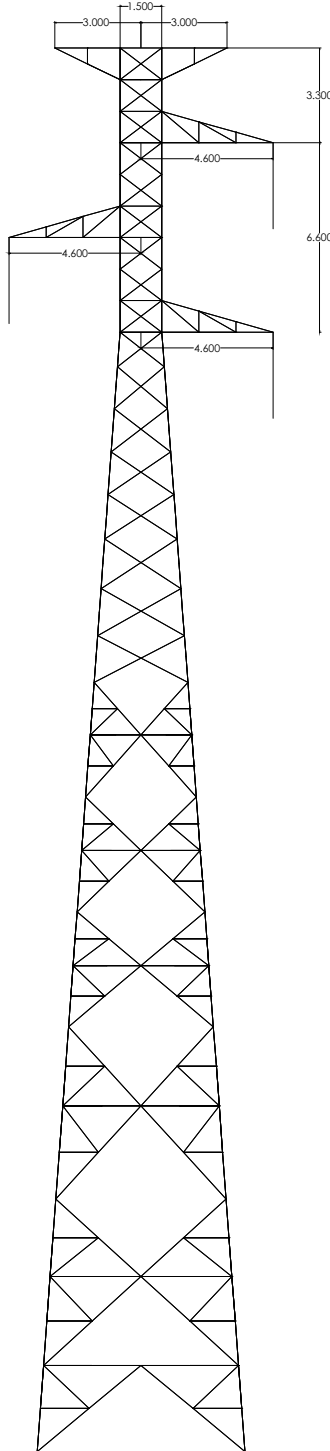


ESCALA: 1/2.000
 TAMAÑO: A1
 PROMOTOR: **ospräl**
Verbund

SITUACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA CATASTRAL Y ACCESOS	
TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA	
Nº HOJA: 32 de 32	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: MT-005.045.23_0-1004	

Nombre del Apoyo	Altura Total (m)	Altura Máx (m)	GEOMETRÍA DEL APORO (m)						CIMENTACIONES							
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
CO-18000-50-S1666	50,4	41,6	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,75	2,00	6,95	1,10	3,25	3,88	13,82	16,15
CO-18000-34-S1666	34,4	25,6	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,60	1,80	5,92	1,10	3,25	3,62	14,45	15,32
CO-18000-27-S1666	27,2	18,2	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,60	1,80	5,40	1,10	3,40	3,67	14,68	15,51
CO-18000-45-S1666	45	36	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,75	1,85	9,00	1,10	3,65	4,07	16,22	17,12
CO-18000-21-S1666	24,2	14,2	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,55	1,75	5,35	1,10	3,35	3,55	14,21	15,04
CO-18000-18-S1666	18,2	10,2	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,55	1,75	4,85	1,10	3,35	3,55	14,21	15,04
CO-18000-39-S1666	39,2	30,2	1,1	4,2	1,5		4,3	1	0,60	1,80	8,50	1,10	3,50	3,89	15,56	16,49

CO-18000-S1666



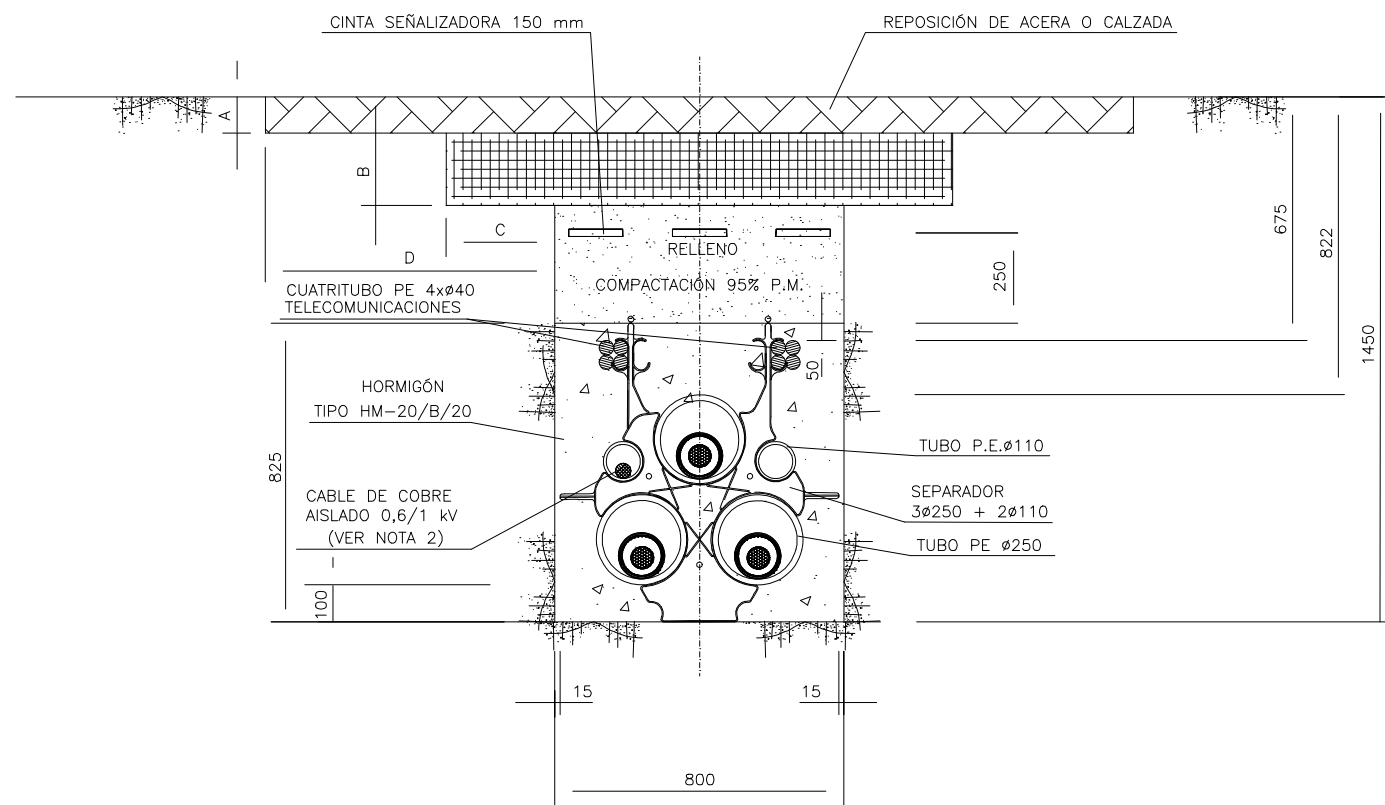
CO-7000-S1775		
Denominación Torre	Hu (m)	Separación entre centro de Cimentaciones "C" (m)
CO-7000-12	12	3,49
CO-7000-15	15	3,93
CO-7000-18	18	4,38
CO-7000-21	21	4,83
CO-7000-24	24	5,30
CO-7000-27	27	5,72
CO-7000-30	30	6,20
CO-7000-33	33	6,61
CO-7000-36	36	7,06
CO-7000-39	39	7,51

Consideraciones Particulares Torres		
MATERIALES	Características Mecánicas	S355J0 y S275JR según UNE-EN-10025
	Características Dimensionales	Perfiles de alas iguales según UNE-EN-10056 / Chapas de acero laminadas en caliente UNE-EN-10029
	Galvanización	EN-1461 / EN-10684
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	ASCE 10-15	
TORNILLOS	R.D. 223 / 08	
SOFTWARE DE CÁLCULO	TOWER & PLS-CADD version 16.20 (Power Line Systems, Inc.)	

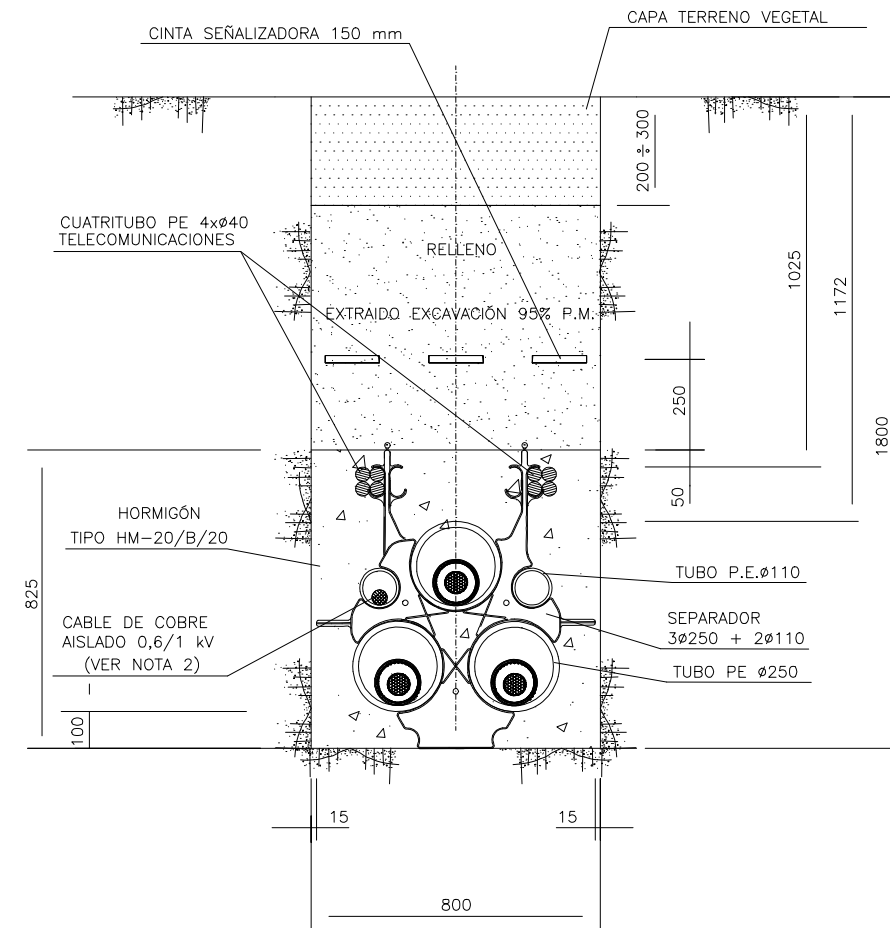
	01	Junio 2023	IEG	DMM	IEG MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

Ingeniería Industrial y del ICAI	ESCALA:	S/E	SITUACIÓN:	PROYECTO DE EJECUCIÓN		
	TAMAÑO:	A4	TÍTULO DEL PLANO:	APOYOS Y CIMENTACIONES		
PROMOTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:			Nº HOJA	Rev.	
Verbund	L220KV SET ANDRÉS - SET MORALEJA			7 de 11	R1	
				NÚMERO DEL PLANO:		
				MT-005.045.23_0-1006		

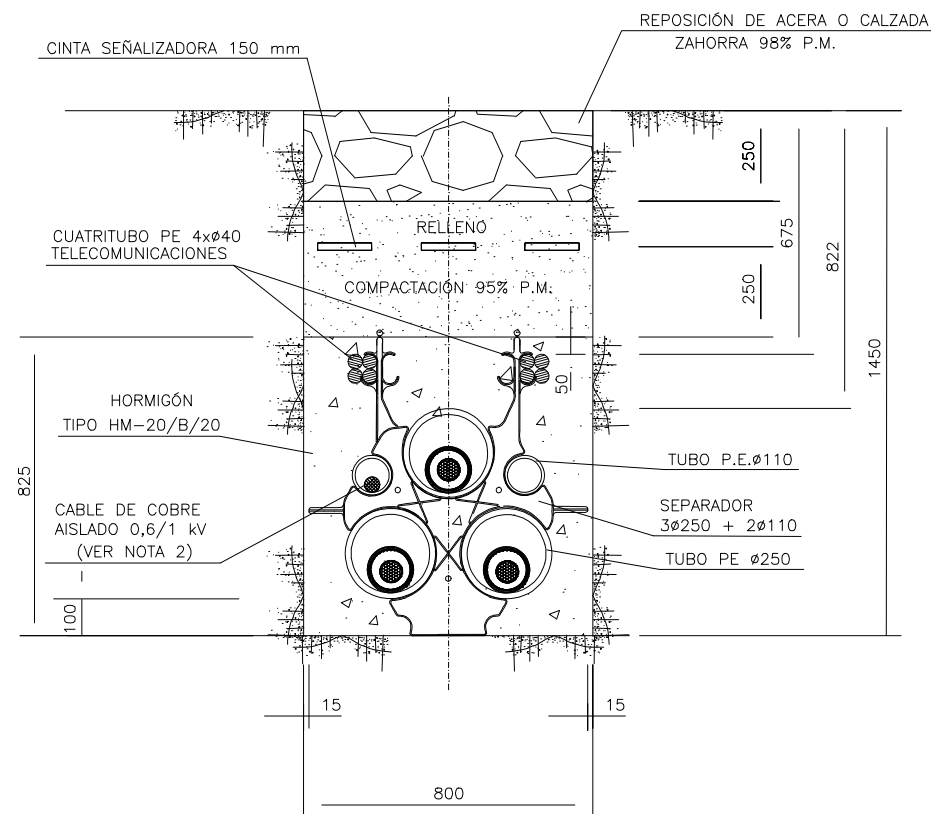
CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA

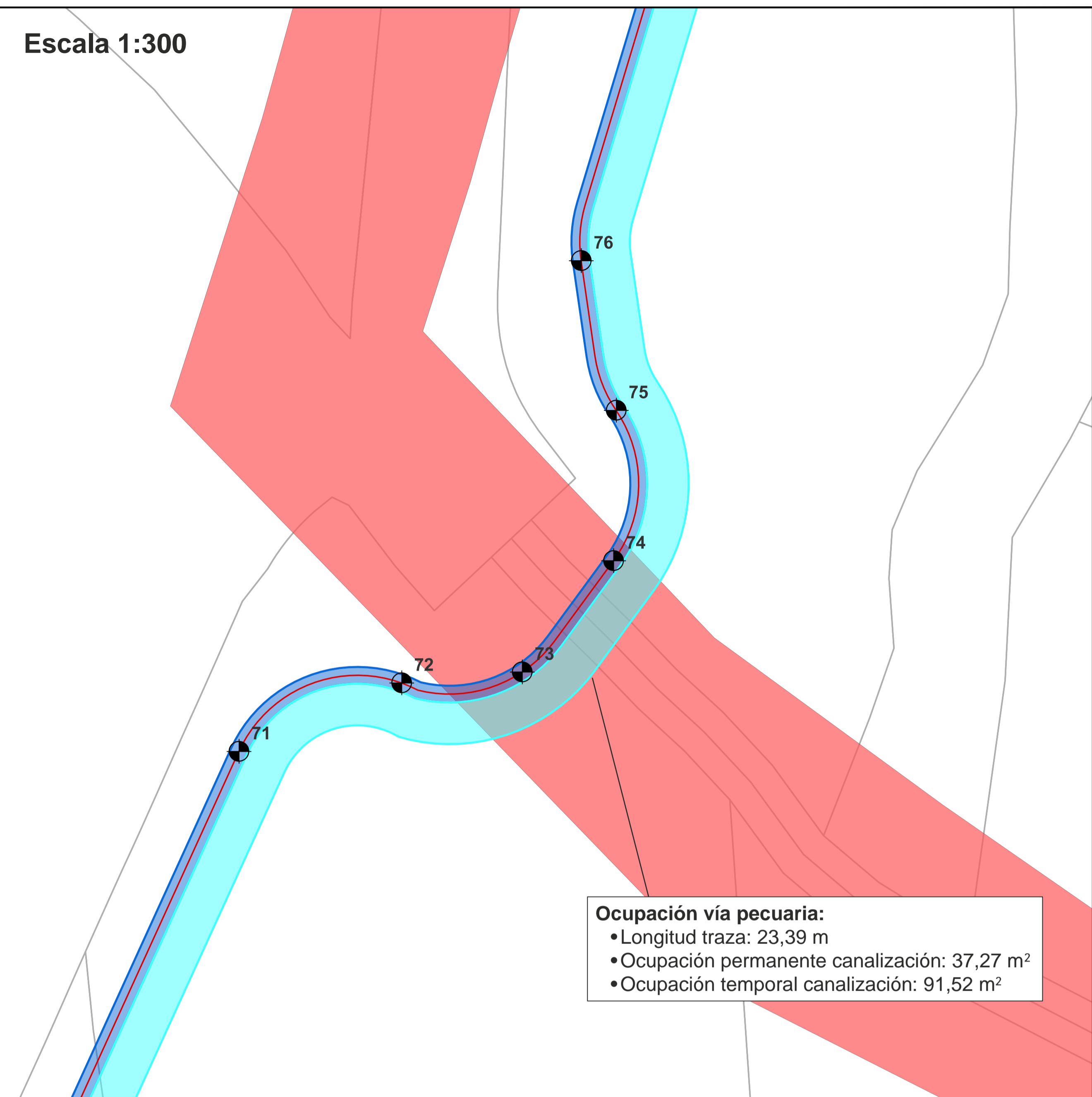
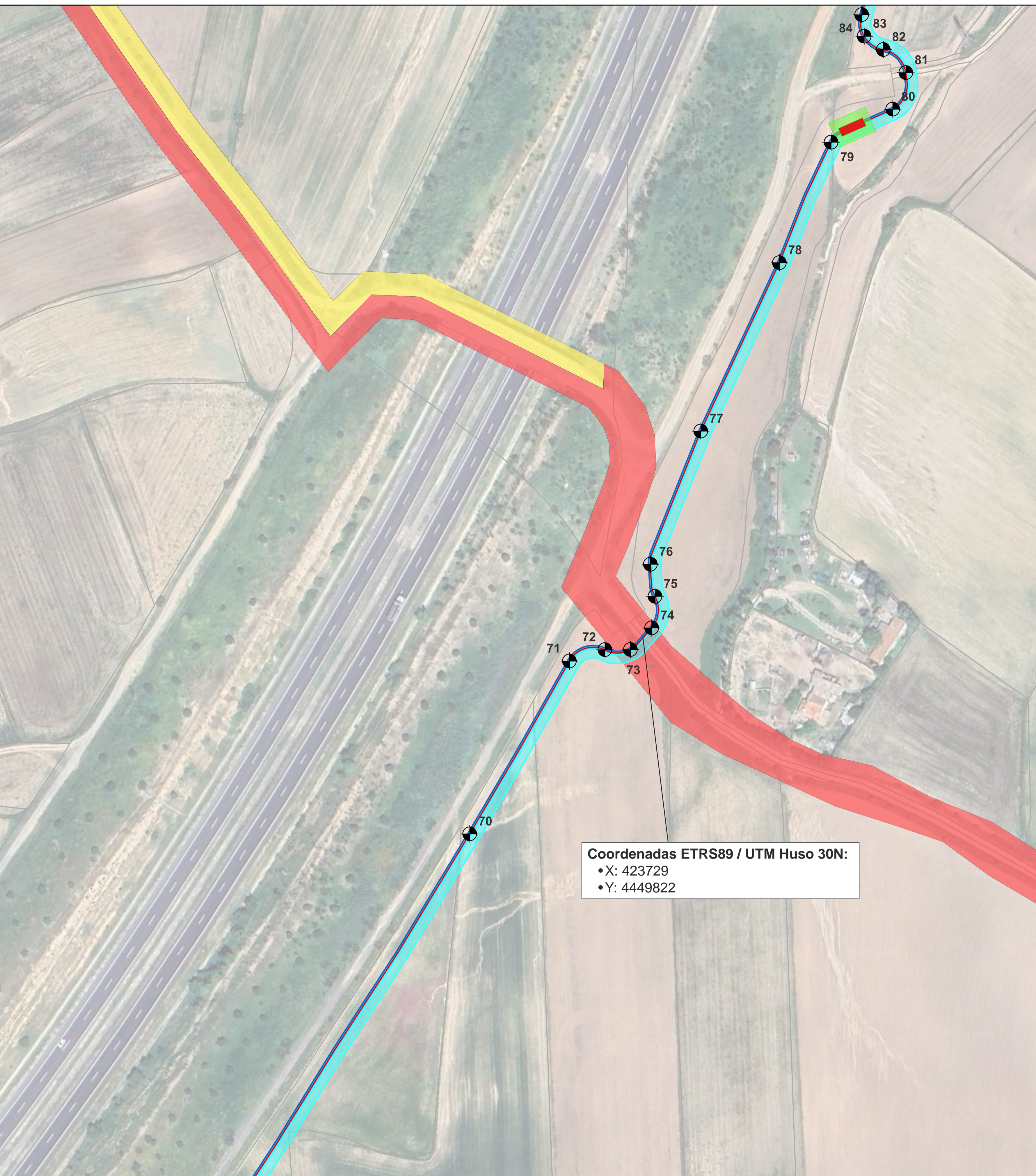


NOTAS:

- 1.- La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demas organismos afectados definiendose las cotas "A", "B", "C" y "D"
- 2.- En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point" se realizará la transposición de los dos tubos ø110 mm en el 50% del recorrido, por encima del tubo de ø250 mm en una longitud de 6 m.
- 3.- Radio de curvatura mínimo de la canalización 12,5 m.
- 4.- En el interior de cada tubo se intalará una cuerda de nylon de ø10 mm. y carga de rotura ≥10 kN. En cada tubo del cuatritubo de telecomunicaciones la cuerda de nylon será de ø6 mm. y carga de rotura ≥ 7,5 kN.
- 5.- El separador de los conductores de fase se instalará cada 1 m. cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma, que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.
- 6.- El cuatritubo de telecomunicaciones será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente rozamiento menor 0,08.
- 7.- El cuatritubo de telecomunicaciones se instalará en una única pieza (sin empalmes) entre las arquetas dobles de telecomunicaciones, siendo pasante en las arquetas sencillas.
- 8.- El corte del cuatritubo de telecomunicaciones en el interior de las arquetas dobles de telecomunicaciones se realizará a 30 cm. de la pared interior.

Ingeniera Industrial y del ICAI					
01	Junio 2023	IEG	DMM	IEG	MIBG
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

	ESCALA:	S/E	SITUACIÓN:	PROYECTO DE EJECUCIÓN	
	TAMAÑO:	A3	TÍTULO DEL PLANO:	ZANJAS TIPO	
PROMOTOR:				TÍTULO DEL PROYECTO:	L220KV SET ANDRÉS - SET MORALEJA
Nº HOJA 1 de 2					Rev. R1
NÚMERO DEL PLANO: MT-005.045.23_0-1018					

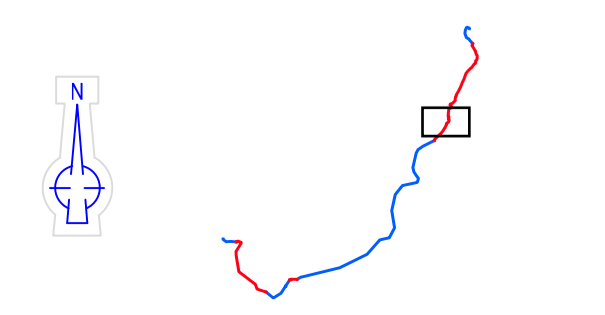


Escala 1:300

Coordenadas ETRS89 / UTM Huso 30N:
 • X: 423729
 • Y: 4449822

Ocupación vía pecuaria:
 • Longitud traza: 23,39 m
 • Ocupación permanente canalización: 37,27 m²
 • Ocupación temporal canalización: 91,52 m²

00	Octubre 2024				
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



LEYENDA TRAZADO:

	Ocupación temporal-LADREA
	Ocupación permanente-LADREA
	Trazado aéreo en proyección
	Zona de seguridad
	Ocupación temporal-L.SUBT.
	Ocupación permanente-L.SUBT.
	Trazado subt. en protección

LEYENDA ACCESOS:

	Camino público existente
	Camino privado existente
	Acceso nuevo a crear

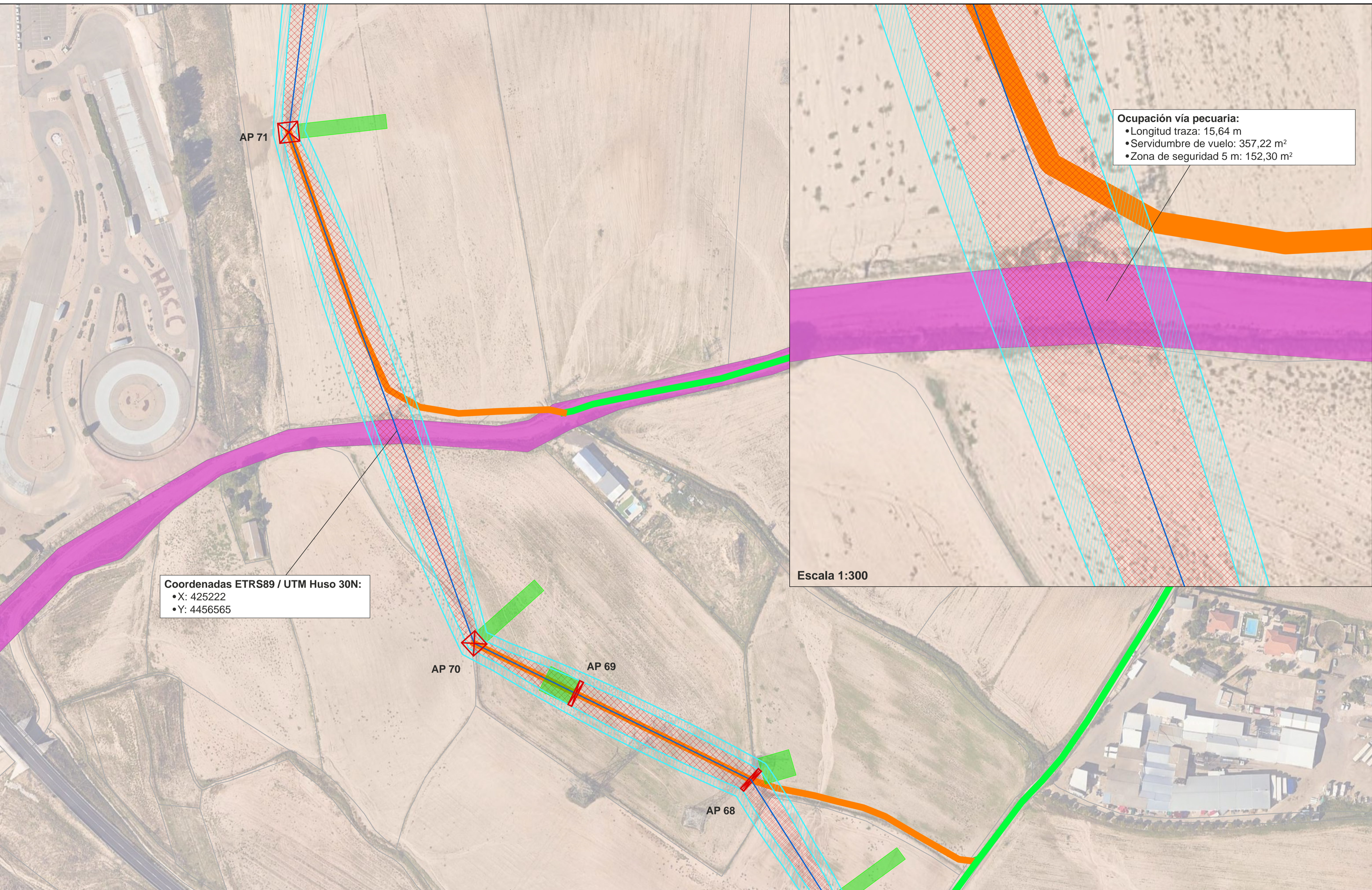
LEYENDA VÍAS PECUARIAS:

	Colada del Camino del Monte de Batres
	Vereda de Batres
	Vereda de Cubas

ospräl

Verbund

ESCALA: 1/1.000	SITUACIÓN: TM SERRANILLOS DEL VALLE
TAMAÑO: A1	TÍTULO DEL PLANO: CRUZAMIENTOS VÍAS PECUARIAS COMUNIDAD DE MADRID
PROMOTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA
Nº HOJA: 01 de 02	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: WVPP-CAM	

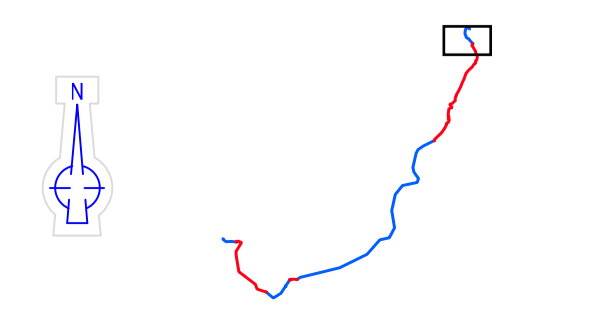


Coordenadas ETRS89 / UTM Huso 30N:
 • X: 425222
 • Y: 4456565

Ocupación vía pecuaria:
 • Longitud traza: 15,64 m
 • Servidumbre de vuelo: 357,22 m²
 • Zona de seguridad 5 m: 152,30 m²

Escala 1:300

00	Octubre 2024				
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado



LEYENDA TRAZADO:

- Ocupación temporal-LADREA
- Ocupación permanente-LADREA
- Trazado aéreo en proyección
- Zona de seguridad
- Ocupación temporal-L.SUBT.
- Ocupación permanente-L.SUBT.
- Trazado SUBT. EN PROYECCIÓN

LEYENDA ACCESOS:

- CAMINO PÚBLICO EXISTENTE
- CAMINO PRIVADO EXISTENTE
- ACCESO NUEVO A CREAR

LEYENDA VÍAS PECUARIAS:

- COLADA DEL CAMINO DEL MONTE DE BATRES
- VEREDA DE BATRES
- VEREDA DE CUBAS

ospräl

Verbund

ESCALA: 1/1.000	SITUACIÓN: TM MORALEJA DE ENMEDIO
TAMAÑO: A1	TÍTULO DEL PLANO: CRUZAMIENTOS VÍAS PECUARIAS COMUNIDAD DE MADRID
PROMOTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO: L220KV SET SAN ANDRÉS - SET MORALEJA
Nº HOJA: 02 de 02	Rev. R0
NÚMERO DEL PLANO: WVPP-CAM	