

MODIFICACIÓN DE PROYECTO DE LAT 400 KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS



COLEGIO DE
INGENIEROS
DEL ICAI

VISADO

Visado: 0604/20 - Fecha: 10/05/2021

Documento sellado con firma electrónica



INDICE

1. MEMORIA	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objeto	2
1.3. Peticionario y compañía suministradora	3
1.4. Emplazamiento	3
1.5. Alcance de la modificación de proyecto.....	4
1.6. Descripción del trazado de la línea	4
1.7. Coordenadas de los apoyos de la línea	7
1.8. Descripción de la instalación	11
1.8.1. Características generales	11
1.8.2. Características de los materiales	12
1.8.2.1. Conductores	12
1.8.2.2. Cable tierra	12
1.8.2.3. Aislamiento	13
1.8.2.4. Herrajes	14
1.8.2.5. Apoyos y cimentaciones	14
1.8.2.6. Puesta a tierra	16
1.8.2.7. Numeración y aviso de peligro	16
1.8.2.8. Antivibradores	16
1.8.2.9. Dispositivos salvapájaros	16
1.9. Cálculos	17
1.9.1. Cálculo eléctrico	17
1.9.1.1. Características generales	17
1.9.1.2. Características del conductor	17
1.9.1.3. Condiciones ambientales del proyecto.....	18
1.9.1.4. Resistencia	19
1.9.1.5. Reactancia	20
1.9.1.6. Susceptancia	22
1.9.1.7. Conductancia	23
1.9.1.8. Ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea.....	24
1.9.1.9. Equivalente en π de la línea	27
1.9.1.10. Caída de tensión	27
1.9.1.11. Potencia máxima de transporte	29
1.9.1.12. Efecto corona	31
1.9.1.13. Pérdidas de potencia.....	33

1.9.1.14. Campo Eléctrico en las proximidades de la línea	35
1.9.1.15. Nivel de ruido audible	36
1.9.1.16. Potencia de transporte en función de temperatura	37
1.9.1.17. Potencia máxima de transporte por estaciones del año	43
1.9.1.18. Aislamiento	45
1.9.2. Cálculo mecánico de conductores	51
1.9.2.1. Características de la línea.....	51
1.9.2.2. Características del conductor.....	51
1.9.2.3. Acciones consideradas	52
1.9.2.4. Hipótesis de partida.....	53
1.9.2.5. Hipótesis de cálculo	54
1.9.2.6. Vano ideal de regulación.....	55
1.9.2.7. Comparación de hipótesis.....	58
1.9.2.8. Tabla de regulación.....	62
1.9.2.9. Distancias.....	82
1.9.3. Cálculo mecánico del cable de fibra óptica	96
1.9.3.1. Características de la línea.....	96
1.9.3.2. Características del cable de fibra óptica	96
1.9.3.3. Acciones consideradas	97
1.9.3.4. Hipótesis de partida.....	98
1.9.3.5. Hipótesis de cálculo	99
1.9.3.6. Vano ideal de regulación.....	100
1.9.3.7. Comparación de hipótesis.....	103
1.9.3.8. Tabla de regulación.....	107
1.9.3.9. Distancia de los conductores y el cable de tierra	127
1.9.4. Cálculo mecánico de apoyos.....	130
1.9.4.1. Hipótesis normales.....	130
1.9.4.2. Hipótesis anormales.....	143
1.9.4.3. Tablas de resultados	147
1.9.5. Cálculo mecánico de cimentaciones	181
1.9.5.1. Comprobación al arranque.....	182
1.9.5.2. Comprobación a la compresión	182
1.9.5.3. Cimentaciones fraccionadas	182
1.9.6. Puesta a tierra	187
1.9.6.1. Electrodo de puesta a tierra	187
1.9.6.2. Línea de tierra	190
1.10. Prescripciones especiales	192

1.10.1. Cruzamientos	192
1.10.1.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación.....	192
1.10.1.2. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar	193
1.10.2. Relación de cruzamientos	194
1.11. Paso por zonas	198
1.12. Relación de Organismos afectados	198
1.13. Seguridad y Salud	199
1.14. Relación de Bienes y Derecho Afectados.....	199
1.15. Conclusión	199
2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS	200
2.1. Objeto y campo de aplicación	201
2.2. Normativa aplicable	201
2.3. Replanteo y medición.....	201
2.4. Ejecución del trabajo.....	201
2.4.1. Líneas Aéreas	201
2.4.1.1. Accesos a la situación de los apoyos.....	201
2.4.1.2. Trabajos en los cruzamientos	202
2.4.1.3. Apertura de pozos	202
2.4.1.4. Transporte y acopio a pie de pozo	202
2.4.1.5. Cimentaciones	203
2.4.1.6. Armado de apoyos	204
2.4.1.7. Protección de las superficies metálicas	205
2.4.1.8. Izado de apoyos	205
2.4.1.9. Tendido, empalme, tensado y retencionado	205
2.4.1.10. Reposición del terreno	209
2.4.1.11. Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.....	209
2.4.1.12. Puesta a tierra	209
2.5. Materiales.....	209
2.5.1. Apoyos.....	210
2.5.2. Herrajes	210
2.5.3. Aisladores.....	210
2.5.4. Conductor	210
2.5.5. Salvapájaros.....	210
2.5.6. Señalizaciones diurnas (bolas).....	211
2.6. Recepción de obra.....	211
2.6.1. Calidad de cimentaciones	211
2.6.2. Tolerancias de ejecución.....	211

2.6.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.	211
2.6.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal	211
2.6.2.3. Verticalidad de los apoyos.	212
2.6.2.4. Altura de flechas.....	212
2.6.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes.....	212
2.6.2.6. Distancias a masa	212
2.7. Plan de seguridad y salud de la obra.	212
2.8. Planning de ejecución de la obra.	212
2.9. Dirección de obra.	213
3. PLANOS.....	215
3.1. Lista de planos.....	216
4. PRESUPUESTO	217
4.1. Presupuesto General	218
4.1.1. Suministro.....	218
4.1.2. Montaje	220
4.1.3. Obra Civil.....	221
4.1.4. Resumen presupuesto	222

1. **MEMORIA**

1.1. Antecedentes

En diciembre de 2020 se redactó el proyecto de la Línea Aérea de Alta Tensión 400 kV Doble Circuito de SET EJULVE a SET CÁMARAS, por el Ingeniero Industrial D. Ramón Fernández de Bordons, a petición de RENOVABLES SANTIA, S.L., con CIF B-99530115 y visado en el Colegio Nacional de Ingenieros ICAI el 09/12/2020 con Nº Visado 0604/20. Este proyecto describe las obras e instalaciones para la construcción de la línea de evacuación en doble circuito desde la SET EJULVE hasta la SET CÁMARAS y solo está contemplado el tendido de uno de los circuitos. Dicho proyecto se registró el 16/12/2020 en Dirección General de Energía y Minas con Nº de Expediente IP-PC-0149/2020.

En febrero de 2021, con objeto de reducir la huella medioambiental, y buscar sinergias para la evacuación de la energía de los parques eólicos situados en varios de los municipios de las cuencas mineras, en dialogo con el Servicio Provincial de Teruel, se decide aprovechar parte del trazado de la Línea Aérea a 220 kV SET IBEROS – SET MUDÉJAR propiedad de ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L. para compartir apoyos con la Línea de Alta Tensión 400 kV DC SET EJULVE – SET CÁMARAS, objeto de este proyecto.

Es por ello que se ha desarrollado un Acuerdo entre los promotores de los Parques Eólicos IBEROS, MAJALINOS I, GUADALOPILLO I, GUADALOPILLO II, EL BAILADOR y TOSQUILLA y la mercantil FORESTALIA RENOVABLES, S.L. en el que se recoge el alcance de las Infraestructuras de evacuación compartidas afectado, y se deja un circuito de reserva.

Debido a que durante el proceso de tramitación el estudio de avifauna de los parques eólicos MAJALINOS I, GUADALOPILLO I, GUADALOPILLO II, EL BAILADOR y TOSQUILLA concluyó que la zona escogida para la ubicación de los mismos, tenía restricciones se han modificado los proyectos originales de los Parques Eólicos, y por consiguiente las evacuaciones de los mismos.

En esa misma fecha se produce un cambio en la disposición física de las SET Ejulve y SET Guadalopillo y las evacuaciones de los Parques eólicos en cada una de ellas, lo que hace necesario adaptar el trazado de la línea a las nuevas necesidades.

Por todo ello, se redacta el Modificado de Proyecto Línea de Alta Tensión Doble Circuito 400 kV de SET Ejulve a SET Cámaras que contempla las modificaciones indicadas.

1.2. Objeto

La presente Modificación de Proyecto tiene por objeto la sustitución de la anterior documentación presentada con fecha 16/12/2020 y con Número de Expediente IP-PC-0149/2020 para el Proyecto LAT 400 kV DC SET Ejulve a SET Cámaras, de forma que sea concedida la Autorización Administrativa Previa y Aprobación como Proyecto de Ejecución para la ejecución de la línea eléctrica de 400 kV necesaria para la evacuación de energía de los parques eólicos Guadalopillo II, El Bailador y Tosquilla.

La presente Modificación de Proyecto incluye el estudio, descripción y valoración del tramo final de la línea LAT 400 kV DC SET Ejulve a SET Cámaras comprendido entre el apoyo de derivación de la LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores, no objeto de este proyecto, y la SET Cámaras. También formará parte del ámbito de aplicación de esta Modificación de Proyecto el estudio y cálculo de los parámetros eléctricos de la línea completa. Los restantes tramos que comprenden la totalidad de la línea no se incluyen en el presente documento, siendo objeto de estudio de otros proyectos.

Esta Modificación de Proyecto está de acuerdo con lo dispuesto en la ley 54/1997 de 27 de Noviembre del Sector Eléctrico, para informar a la Administración sobre las características de la línea a fin de obtener las correspondientes autorizaciones.

A tal efecto, esta Modificación de Proyecto tiene en cuenta las normas que el ministerio de Industria y Energía da en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, conforme Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero de 2008 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.

1.3. Peticionario y compañía suministradora

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

RENOVABLES SANTIA, S.L.

C.I.F.: B-99530115

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

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

1.4. Emplazamiento

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

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

1.5. Alcance de la modificación de proyecto

En el presente documento de Modificación de Proyecto se exponen y justifican las modificaciones sufridas por la LAT 400 kV DC SET Ejulve a SET Cámaras. Éstas incluyen la valoración, estudio y cálculos justificativos de la línea desde el apoyo de derivación 62-DERIV de la LAT 400-220 KV SET PE IBEROS - SET MUDEJAR PROMOTORES, con la cual comparte apoyos, hasta la SET Cámaras; así como la justificación de los cálculos eléctricos de la totalidad de la línea desde la SET Ejulve hasta la SET Cámaras.

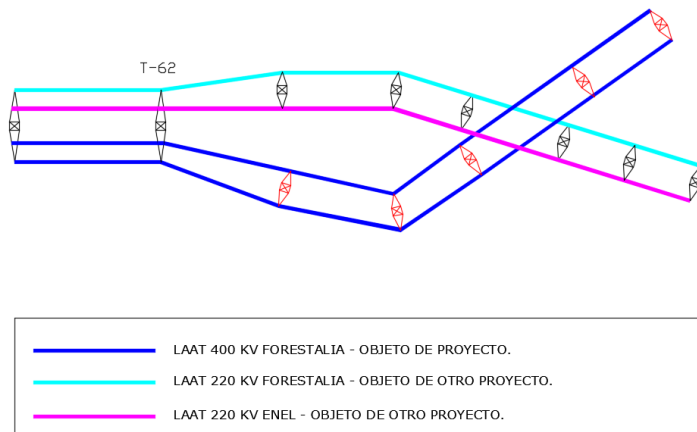
Las variaciones sufridas por el trazado de la línea con respecto al indicado en el Proyecto original en el tramo objeto de este documento comprenden desde el apoyo de derivación 62-DERIV al apoyo 63, y entre los apoyos 75 y 85. Dichas modificaciones suponen una longitud de 2.263 m y de 4.211 m respectivamente.

Las tablas y cálculos justificativos que se incluyen en este documento sustituyen a los presentados anteriormente en el PROYECTO de LAT 400 kV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS.

1.6. Descripción del trazado de la línea

La línea aérea objeto de esta Modificación de Proyecto presenta una longitud total de 70,866 kilómetros desde la SET EJULVE hasta la SET CÁMARAS, siendo la longitud del tramo objeto de este documento de 37,18 km, comprendida entre el apoyo 62-DERIV y la SET CÁMARAS. Su origen es SET EJULVE, ubicada en el término municipal de Aliaga y el final de la línea será SET CÁMARAS, perteneciente al término municipal de Higar.

La línea de evacuación LAT 400 kV DC SET Ejulve a SET Cámaras comparte parte del trazado con la línea de evacuación LAT SET EJULVE - APOYO 1-2 de LAT SET PE IBEROS - SET MUDEJAR PROMOTORES en su tramo inicial y central. Adicionalmente, en su tramo central la LAT 400 kV DC SET Ejulve a SET Cámaras comparte trazado con la LAT 400-220 KV SET PE IBEROS - SET MUDEJAR PROMOTORES.



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

- **TRAMO Nº1:** *SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores*

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

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

- **TRAMO Nº2:** *AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores*

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

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

- **TRAMO Nº3:** *AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras*

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

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

La línea tiene una tensión de 400 kV y parte de la SET EJULVE, con una configuración Triple Circuito, y se conectará al pórtico de llegada del SET CÁMARAS, produ-

ciéndose la llegada a la SET en configuración Doble Circuito. Se ha utilizado un conductor LA-455 Dúplex en el diseño de la línea.

A continuación, se muestran los municipios por los que discurre la línea y los cruza-
mientos que existen en cada municipio por alineaciones:

Provincia: TERUEL

Término municipal: LOS OLMOS Longitud: 982,8m

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
1	62-DERIV	60A	174,52	813,4	Nº 1,ARROYO VAL DE MASCARDA
2	60A	60A	0,0	169,3	

Provincia: TERUEL

Término municipal: ALLOZA Longitud: 7.466,6m

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
2	61A	63	168,29	1.279,6	Nº 2,LAT 220KV PROYECTADA SET ÍBEROS - SET MUDEJAR PROMOTORES Nº 3,LAT 45KV
3	63	72	231,00	3.928,2	Nº 4,ARROYO VAL DE LOS MOLINOS Nº 5,ARROYO VAL DE LOS MOLINOS Nº 6,LMT 15KV Nº 7,LÍNEA TELEFONICA Nº 8,CTRA V. A-1402 PK:4.359 Nº 9,GASEODUCTO NV17-8
4	72	75	156,73	1.567,4	Nº 10,LÍNEA TELEFONICA Nº 11,CTRA V. SC-44025-01 S/PK Nº 12,LMT 15KV Nº 13,ARROYO VAL DE ARIÑO Nº 14,LAT 45KV Nº 15,LÍNEA TELEFONICA Nº 16,LMT 15KV
5	75	76A	0,0	691,3	Nº 17,GASEODUCTO N308V176 Nº 18,LAT 45KV Nº 19,LAT 30KV

Provincia: TERUEL

Término municipal: ANDORRA Longitud: 4.928,6m

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
5	77A	78A	212,91	397,9	Nº 20,LAT 45KV
6	78A	81	218,33	1.437,1	Nº 21,LAT 132KV
7	81	85A	235,70	1.684,6	
8	85A	88	0,0	1.409,1	Nº 22,PASO DESDE VAL DORÍA HASTA EL MAS QUEMADO

Provincia: TERUEL

Término municipal: ALBALATE DEL ARZOBISPO Longitud: 21.420,2m

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
8	89	89	155,63	202,6	
9	89	93	168,50	2.051,7	Nº 23,CAMINO DE SANTIAGO Nº 24,ARROYO Nº 25,CTRA V. A-223 PK:23.738
10	93	96	224,63	898,6	
11	96	102	160,11	2.481,6	Nº 26,ARROYO
12	102	105	219,25	1.358,3	Nº 27,ARROYO Nº 28,CTRA V. A-223 PK:27.677 Nº 29,LAT 220KV ECH-HJR Nº 30,CAMINO DE SANTIAGO Nº 31,RIO MARTÍN Nº 32,CANAL
13	105	106	146,84	480,6	Nº 33,LMT
14	106	113	259,94	2.493,5	Nº 34,LMT Nº 35,CANADA DEL FIGARAL
15	113	131	197,15	6.937,1	Nº 36,ARROYO VAL DE ALACÓN Nº 37,LAT 45KV Nº 38,CTRA V. A-223 PK:38.681
16	131	142	0,0	4.516,1	Nº 39,CAMINO DE SANTIAGO Nº 40,ARROYO BARRANCO DE PEDROGIL

Provincia: TERUEL

Término municipal: HIJAR

Longitud: 2.382,1m

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
16	143	145	244,55	1.008,6	
17	145	148	254,74	966,6	Nº 41,ARROYO BARRANCO DE LOS ESTANCOS
18	148	PÓRTICO	0,0	407,0	

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

Los trabajos han consistido en:

ESTUDIO DE TRAZADO LAT

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

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

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

1.7. Coordenadas de los apoyos de la línea

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

Nº Apoyo	Tipo	X UTM	Y UTM	Z	Longitud	Latitud
62-DERIV	FL	711.662	4.534.506	833,15	0° 29' 9,6"	40° 56' 0,9"
59A	AL-AM	711.899	4.534.852	831,83	0° 28' 59,1"	40° 56' 11,9"
60A	AG-AM	712.121	4.535.177	836,21	0° 28' 49,2"	40° 56' 22,2"
61A	AL-AM	712.205	4.535.588	851,10	0° 28' 45,1"	40° 56' 35,4"
62A	AL-AM	712.298	4.536.052	828,32	0° 28' 40,5"	40° 56' 50,4"
63	AG-AM	712.409	4.536.597	829,49	0° 28' 35,2"	40° 57' 7,9"
64	AL	712.287	4.536.992	806,87	0° 28' 39,9"	40° 57' 20,8"
65	AL	712.132	4.537.496	795,58	0° 28' 45,9"	40° 57' 37,3"
66	AL	711.986	4.537.970	812,79	0° 28' 51,5"	40° 57' 52,8"
67	AL	711.859	4.538.384	799,68	0° 28' 56,4"	40° 58' 6,3"
68	AL	711.715	4.538.853	793,59	0° 29' 2,0"	40° 58' 21,6"
69	AL	711.586	4.539.270	798,28	0° 29' 7,0"	40° 58' 35,3"
70	AL-AM	711.474	4.539.634	825,41	0° 29' 11,4"	40° 58' 47,2"
71	AL-AM	711.340	4.540.071	779,34	0° 29' 16,6"	40° 59' 1,5"
72	AG-AM	711.253	4.540.352	740,82	0° 29' 19,9"	40° 59' 10,6"
73	AL-AM	711.324	4.540.721	685,67	0° 29' 16,4"	40° 59' 22,6"
74	AL-AM	711.381	4.541.022	678,98	0° 29' 13,6"	40° 59' 32,2"
75	AG-AM	711.547	4.541.891	742,12	0° 29' 5,5"	41° 0' 0,3"
76A	AL-AM	711.408	4.542.151	768,76	0° 29' 11,1"	41° 0' 8,8"
77A	AL-AM	711.179	4.542.580	751,23	0° 29' 20,4"	41° 0' 22,9"
78A	AL-AM	711.033	4.542.852	776,44	0° 29' 26,3"	41° 0' 31,9"
79A	AL-AM	710.937	4.543.176	831,68	0° 29' 30,0"	41° 0' 42,4"
80A	AL	710.793	4.543.660	793,13	0° 29' 35,5"	41° 0' 58,3"
81	AG-AM	710.624	4.544.229	771,09	0° 29' 42,1"	41° 1' 16,9"
82A	AL-AM	710.624	4.544.743	719,34	0° 29' 41,4"	41° 1' 33,5"
83A	AL	710.624	4.545.030	702,74	0° 29' 41,1"	41° 1' 42,8"
84A	AL	710.623	4.545.501	650,35	0° 29' 40,5"	41° 1' 58,1"
85A	AG-AM	710.623	4.545.914	663,65	0° 29' 40,0"	41° 2' 11,4"
86	AL	710.848	4.546.273	648,22	0° 29' 30,0"	41° 2' 22,9"
87	AL	711.097	4.546.670	651,57	0° 29' 18,8"	41° 2' 35,5"
88	AL	711.337	4.547.053	647,22	0° 29' 8,1"	41° 2' 47,7"
89	AG-AM	711.479	4.547.279	648,38	0° 29' 1,7"	41° 2' 54,9"
90	AL-AM	711.422	4.547.697	606,01	0° 29' 3,6"	41° 3' 8,5"

Nº Apoyo	Tipo	X UTM	Y UTM	Z	Longitud	Latitud
91	AL-AM	711.335	4.548.329	488,62	0° 29' 6,6"	41° 3' 29,0"
92	AL	711.269	4.548.805	467,57	0° 29' 8,8"	41° 3' 44,5"
93	AG-AM	711.200	4.549.312	464,87	0° 29' 11,2"	41° 4' 1,0"
94	AL	711.028	4.549.546	454,32	0° 29' 18,2"	41° 4' 8,7"
95	AL	710.829	4.549.819	428,78	0° 29' 26,4"	41° 4' 17,7"
96	AG-AM	710.669	4.550.037	419,46	0° 29' 33,0"	41° 4' 25,0"
97	AL	710.569	4.550.439	407,95	0° 29' 36,8"	41° 4' 38,1"
98	AL	710.463	4.550.863	409,95	0° 29' 40,8"	41° 4' 51,9"
99	AL	710.360	4.551.275	397,81	0° 29' 44,7"	41° 5' 5,4"
100	AL	710.264	4.551.659	391,43	0° 29' 48,3"	41° 5' 17,9"
101	AL	710.166	4.552.052	373,47	0° 29' 52,0"	41° 5' 30,7"
102	AG-AM	710.068	4.552.445	370,83	0° 29' 55,8"	41° 5' 43,5"
103	AL-AM	709.737	4.552.723	359,84	0° 30' 9,6"	41° 5' 52,9"
104	AL-AM	709.265	4.553.120	336,61	0° 30' 29,3"	41° 6' 6,2"
105	AG-AM	709.029	4.553.319	389,70	0° 30' 39,2"	41° 6' 12,8"
106	AG-AM	708.770	4.553.724	387,29	0° 30' 49,8"	41° 6' 26,2"
107	AL	708.528	4.553.765	391,27	0° 31' 0,1"	41° 6' 27,7"
108	AL	708.170	4.553.826	361,49	0° 31' 15,4"	41° 6' 30,0"
109	AL	707.776	4.553.892	370,08	0° 31' 32,2"	41° 6' 32,5"
110	AL	707.372	4.553.960	373,88	0° 31' 49,4"	41° 6' 35,1"
111	AL	707.019	4.554.020	386,82	0° 32' 4,4"	41° 6' 37,4"
112	AL	706.661	4.554.080	403,51	0° 32' 19,7"	41° 6' 39,7"
113	AG-AM	706.311	4.554.139	447,86	0° 32' 34,6"	41° 6' 41,9"
114	AL	706.212	4.554.338	449,89	0° 32' 38,6"	41° 6' 48,4"
115	AL	706.048	4.554.666	449,87	0° 32' 45,2"	41° 6' 59,2"
116	AL	705.875	4.555.015	449,22	0° 32' 52,2"	41° 7' 10,7"
117	AL	705.697	4.555.372	445,63	0° 32' 59,4"	41° 7' 22,4"
118	AL	705.515	4.555.737	442,70	0° 33' 6,8"	41° 7' 34,4"
119	AL	705.311	4.556.145	451,35	0° 33' 15,0"	41° 7' 47,8"
120	AL	705.130	4.556.510	456,18	0° 33' 22,4"	41° 7' 59,8"
121	AL	704.933	4.556.906	458,36	0° 33' 30,3"	41° 8' 12,8"
122	AL	704.766	4.557.239	432,85	0° 33' 37,0"	41° 8' 23,7"
123	AL	704.593	4.557.587	427,32	0° 33' 44,1"	41° 8' 35,2"
124	AL	704.429	4.557.916	425,99	0° 33' 50,7"	41° 8' 46,0"

Nº Apoyo	Tipo	X UTM	Y UTM	Z	Longitud	Latitud
125	AL	704.263	4.558.250	423,76	0° 33' 57,4"	41° 8' 57,0"
126	AL	704.077	4.558.623	410,51	0° 34' 4,9"	41° 9' 9,2"
127	AL	703.914	4.558.951	410,93	0° 34' 11,5"	41° 9' 20,0"
128	AL	703.703	4.559.373	405,94	0° 34' 20,1"	41° 9' 33,8"
129	AL	703.528	4.559.725	418,59	0° 34' 27,1"	41° 9' 45,4"
130	AL	703.367	4.560.048	410,73	0° 34' 33,7"	41° 9' 56,0"
131	AG-AM	703.218	4.560.348	410,21	0° 34' 39,7"	41° 10' 5,9"
132	AL	703.040	4.560.667	404,22	0° 34' 46,9"	41° 10' 16,4"
133	AL	702.853	4.561.005	398,33	0° 34' 54,6"	41° 10' 27,5"
134	AL	702.669	4.561.336	398,99	0° 35' 2,1"	41° 10' 38,4"
135	AL	702.496	4.561.648	396,32	0° 35' 9,1"	41° 10' 48,6"
136	AL	702.305	4.561.992	391,13	0° 35' 16,9"	41° 10' 60,0"
137	AL	702.120	4.562.325	390,33	0° 35' 24,4"	41° 11' 10,9"
138	AL	701.939	4.562.650	391,47	0° 35' 31,8"	41° 11' 21,6"
139	AL	701.757	4.562.978	390,24	0° 35' 39,2"	41° 11' 32,4"
140	AL	701.558	4.563.336	385,84	0° 35' 47,3"	41° 11' 44,2"
141	AL	701.366	4.563.683	384,43	0° 35' 55,2"	41° 11' 55,6"
142	AL	701.142	4.564.086	381,12	0° 36' 4,3"	41° 12' 8,8"
143	AL	700.948	4.564.434	377,49	0° 36' 12,2"	41° 12' 20,3"
144	AL	700.733	4.564.823	376,58	0° 36' 21,0"	41° 12' 33,1"
145	AG-AM	700.535	4.565.178	375,36	0° 36' 29,0"	41° 12' 44,8"
146	AL	700.602	4.565.519	370,15	0° 36' 25,8"	41° 12' 55,7"
147	AL	700.663	4.565.832	366,26	0° 36' 22,8"	41° 13' 5,8"
148	AG-AM	700.721	4.566.127	363,20	0° 36' 19,9"	41° 13' 15,3"
149	FL	701.031	4.566.304	359,46	0° 36' 6,4"	41° 13' 20,8"
150	PORTICO	701.074	4.566.328	358,99	0° 36' 4,5"	41° 13' 21,5"

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

1.8. Descripción de la instalación

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

1.8.1. Características generales

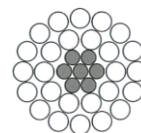
Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	400
Tensión más elevada de la red (KV)	420,0
Categoría	Especial
Nº de circuitos	2
Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-455
Tipo de cable de tierra	OPGW-24
Número de cables de tierra	2
Potencia máxima de transporte en aéreo por circuito (MVA)	1.300
Número de apoyos	91
Longitud (km)	37,180
Zona de aplicación	ZONAS A y B
Tipo de aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio
Apoyos	IME-SUS-DC-400, IME-AN-DC-400, IME-AN2-DC-400 y IME-FL1-DC-400
Cimentaciones	Hormigón
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra doble
Nº Apoyos alineación/Tipo	58 / IME-SUS-DC-400
Nº Apoyos ángulo/Tipo	16 / IME-AN2-DC-400
Nº Apoyos amarre/Tipo	16 / IME-AN-DC-400
Nº Apoyos fin de línea/Tipo	1 / IME-FL1-DC-400

1.8.2. Características de los materiales

1.8.2.1. Conductores

Las características del conductor aéreo son las siguientes:

Son cables de aluminio con alma de acero de conductores cableados concéntricos, compuestos de un alma de acero del tipo ST₁A y una o más capas de hilos de aluminio del tipo AL₁.



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

1.8.2.2. Cable tierra

Las características del cable de guarda son las siguientes:

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

1.8.2.3. Aislamiento

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

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

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

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

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

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

Las cadenas de aisladores serán:

Suspensión:

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

Amarre:

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

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

1.8.2.4. Herrajes

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

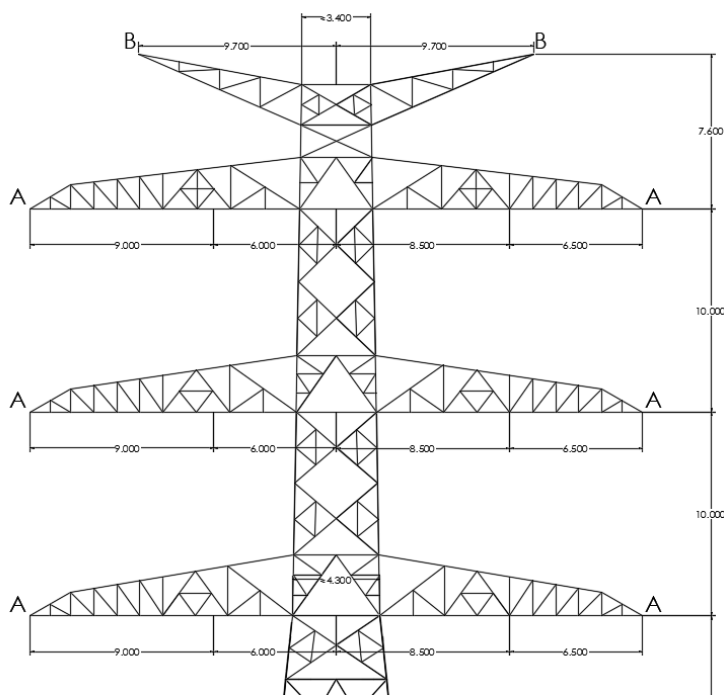
Los herrajes estarán dimensionados para que la cadena cinemática que soporta cada cable soporte los esfuerzos máximos descritos en la Norma UNE 21 006, superando los coeficientes de seguridad reglamentarios.

1.8.2.5. Apoyos y cimentaciones

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

1.8.2.5.1. Apoyos IME-SUS-DC-400

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

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

1.8.2.5.2. Apoyos IME-AN-DC-400

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

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

1.8.2.5.3. Apoyos IME-AN2-DC-400

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

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

1.8.2.5.4. Apoyos IME-FL1-DC-400

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

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

1.8.2.6. Puesta a tierra

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

1.8.2.7. Numeración y aviso de peligro

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

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

1.8.2.8. Antivibradores

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

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

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

1.8.2.9. Dispositivos salvapájaros

En caso de ser necesaria la instalación, se instalarán dispositivos salvapájaros homologados para evitar riesgos de choques contra los cables de la línea de evacuación.

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

1.9. Cálculos

Seguidamente se justifican los elementos que componen las instalaciones proyectadas.

1.9.1. Cálculo eléctrico

Para la realización de los cálculos eléctricos se ha tenido en cuenta la longitud total de la línea, diferenciando en cada tramo la configuración y disposición de los conductores.

La potencia máxima prevista de transporte de la línea es de 148,2 MVA, por lo que todos los cálculos eléctricos se realizarán con esta potencia. Bajo estas condiciones, la potencia transporte máxima que puede circular en las condiciones de diseño tiene un valor de 1.300 MVA por circuito.

1.9.1.1. Características generales

Tensión nominal (kV).....	U = 400
Longitud aproximada de la línea (km).....	L = 70
Número de circuitos.....	n = 2
Número de conductores por fase	n' = 2
Distancia entre conductores del haz (mm).....	D = 400
Frecuencia (Hz)	f = 50
Zonas de aplicación.....	ZONAS A y B

1.9.1.2. Características del conductor

Material.....	Aluminio-acero
Sección total (mm ²)	S _a = 454,5
Composición.....	C = 54+7
Diámetro total (mm).....	d _a = 27,72
Resistencia eléctrica en c.c. a 20 °C (Ω/km).....	R ₂₀ = 0,0718
Densidad de corriente Aluminio (A/mm ²)	d _c = 1,866

1.9.1.3. Condiciones ambientales del proyecto

Los factores ambientales que influyen en la capacidad de transporte son: temperatura, radiación solar y velocidad del viento.

Como condiciones ambientales se han tomado las registradas en estaciones meteorológicas ubicadas en Teruel.

Radiación verano (W/m ²)	392
Radiación invierno (W/m ²)	191
Temperatura Máxima Verano (°C)	30
Temperatura Máxima Invierno (°C)	8
Mínima Velocidad del Viento (m/s)	0,6

Las condiciones ambientales que se han tomado son las siguientes:

Temperatura de Operación (°C)	85
Coeficiente de rugosidad del conductor	0,85
Coeficiente meteorológico	0,95

1.9.1.4. Resistencia

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R_{\theta} = R'_{\theta} \cdot (1 + y_s) \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

R_{θ} : Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura θ °C (Ω/km)

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω/km)

y_s : Factor de efecto pelicular

El cálculo del factor de efecto pelicular se realiza según la teoría de Kelvin con la ecuación:

$$y_s = \frac{x_s^2}{192 + 0.8x_s^2}$$

Siendo:

$$x_s = \frac{8\pi f 10^{-7}}{R'_{\theta}}$$

Donde:

f : Frecuencia (50Hz)

R'_{θ} : Resistencia a la temperatura θ

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a la temperatura θ vendrá dado por la siguiente expresión:

$$R'_{\theta} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)]$$

donde:

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω/km)

R'_{20} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C (Ω/km)

α_{20} : Coeficiente de variación a 20 °C de la resistividad en función de la temperatura (°C)

θ : Temperatura de servicio (°C)

Se obtiene:

$$R'_0 = 0,0451 \, \Omega/\text{km}$$

$$y_s = 0,0100$$

Se obtiene un valor unitario de:

$$R_0 = 0,0456 \, \Omega/\text{km}$$

Para la longitud total de la línea (70,866 km)

$$R_0 = 3,231 \, \Omega$$

1.9.1.5. Reactancia

1.9.1.5.1. Distancia media geométrica entre conductores:

La distancia media geométrica de los conductores en la línea es variable a lo largo de ella. Para calcular una distancia media aproximada se utiliza la distancia media geométrica de las crucetas ponderadas con el vano a ambos lados:

$$\overline{DMG} = \frac{\sum_i DMG_i e_{o_i}}{L}$$

donde:

DMG_i : Distancia media geométrica de la cruceta i (m)

e_{o_i} : Eolovano del apoyo i (m)

L : Longitud total de la línea (m)

Dadas las diferentes configuraciones de cada uno de los tramos descritos la distancia media geométrica será diferente para cada uno de los mismos. Así, se calcula la distancia media geométrica para cada uno de los tramos.

1.9.1.5.1.1. **TRAMO N°1:** SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores

Se determina la DMG para un triple circuito trifásico:

$$DMG_1 = 18,709 \, \text{m}$$

1.9.1.5.1.2. **TRAMO N°2:** AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores

Se determina la DMG para un cuádruple circuito trifásico:

$$DMG_2 = 18,225 \, \text{m}$$

1.9.1.5.1.3. **TRAMO N°3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**

Se determina la DMG para un doble circuito trifásico, con disposición de circuitos en triángulo superior e inferior:

$$DMG_3 = 19,331 \text{ m}$$

1.9.1.5.2. Reactancia kilométrica:

La reactancia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a las condiciones de diseño indicadas vendrá dada por la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot n'} + 4,6 \cdot \log \left(\frac{D_m}{r_{eq}} \right) \right] \cdot 10^{-4}$$

➤ **TRAMO N°1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

Se obtiene un valor unitario de:

$$X = 0,3551 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (14,20 km)

$$X = 5,0422 \text{ } \Omega$$

siendo $r_{eq} = \sqrt[n']{\frac{d_a}{2} \Delta^{(n'-1)}} = 0,074 \text{ m}$

➤ **TRAMO N°2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

Se obtiene un valor unitario de:

$$X = 0,3534 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (18,484 km)

$$X = 6,5329 \text{ } \Omega$$

siendo $r_{eq} = \sqrt[n']{\frac{d_a}{2} \Delta^{(n'-1)}} = 0,074 \text{ m}$

➤ **TRAMO Nº3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**

Se obtiene un valor unitario de:

$$X = 0,3571 \, \Omega/\text{km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (37,181 km)

$$X = 13,2787 \, \Omega$$

$$\text{siendo } r_{eq} = \sqrt[n]{\frac{d_a}{2} \Delta^{(n-1)}} = 0,074 \, \text{m}$$

1.9.1.6. Susceptancia

La susceptancia de la línea por unidad de longitud y por fase se calcula según la expresión:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot n \cdot \left[\frac{24,2}{\log\left(\frac{D_m}{r_{eq}}\right)} \right] \cdot 10^{-9}$$

➤ **TRAMO Nº1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

Se obtiene un valor unitario de:

$$B = 3,1676 \, \mu\text{S}/\text{km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (14,20 km)

$$B = 44,9798 \, \mu\text{S}$$

➤ **TRAMO Nº2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

Se obtiene un valor unitario de:

$$B = 3,1827 \, \mu\text{S}/\text{km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (18,484 km)

$$B = 58,8287 \, \mu\text{S}$$

➤ **TRAMO N°3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**

Se obtiene un valor unitario de:

$$B = 3,1490 \mu\text{S/km}$$

Para la longitud del tramo de la línea (37,181 km)

$$B = 117,0813 \mu\text{S}$$

1.9.1.7. Conductancia

La susceptancia de la línea por unidad de longitud y por fase se calcula según la expresión:

$$G = \frac{P_1}{\frac{U^2}{3}} \cdot 10^{-3} \text{ S/km}$$

En donde:

- P_1 : Pérdida de potencia por fase debida a la conductancia de los aisladores (kW/km)
 U : Tensión nominal compuesta de la línea (kV)

Se obtiene un valor unitario de:

$$G = 1,1825 \cdot 10^{-3} \mu\text{S/km}$$

Para la longitud total de la línea (70,866 km)

$$G = 0,0838 \mu\text{S}$$

1.9.1.8. Ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea

Las ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\frac{U_1}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_2 \quad (\text{kV})$$

$$I_1 = \frac{1}{Z_c} \text{sh}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_2 \quad (\text{kA})$$

$$\frac{U_2}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_1}{\sqrt{3}} - (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_1 \quad (\text{kV})$$

$$I_2 = -\frac{1}{Z_c} \text{sh}(\gamma l) \frac{U_1}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_1 \quad (\text{kA})$$

siendo:

$$Z_c = \sqrt{\frac{(R + Xj)}{(G + Bj)}} \quad \text{impedancia característica de la línea } (\Omega)$$

$$\gamma = \sqrt{(R + Xj)(G + Bj)} \quad \text{constante de propagación de la línea } (\text{km})^{-1}$$

U_1 Tensión compuesta en el extremo generador (kV).

U_2 Tensión compuesta en el extremo receptor (kV).

I_1 Intensidad de línea en el extremo generador (kA).

I_2 Intensidad de línea en el extremo receptor (kA).

l Longitud de la línea (km).

Los valores de Z_c y γ obtenidos son:

➤ **TRAMO Nº1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

$$\gamma = (0,0681 + j1,063) 10^{-3} \text{ km}^{-1}$$

$$Z_c = (335,501 - j21,378) \Omega$$

- **TRAMO Nº2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

$$\gamma = (0,0684 + j1,063) 10^{-3} \text{ km}^{-1}$$

$$Z_c = (333,934 - j21,378) \Omega$$

- **TRAMO Nº3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**

$$\gamma = (0,0677 + j1,063) 10^{-3} \text{ km}^{-1}$$

$$Z_c = (337,457 - j21,380) \Omega$$

1.9.1.8.1. Impedancias secuenciales

El cálculo de las impedancias secuenciales se calcula mediante la teoría de Carson.

Se considerará un conductor ficticio que representará el terreno con un radio equivalente de 1m.

La resistencia de este conductor ficticio por unidad de longitud y la distancia equivalente entre conductores y cable de tierra y este conductor ficticio vendrán dados por las siguientes expresiones:

$$R_d = 9.86910^{-4} f \quad (\Omega/\text{km})$$

$$D_d = 25.6587 \left(\frac{p}{f} \right)^{0.25} (m)$$

Siendo f la frecuencia (50 Hz), p la resistividad del terreno (100 Ω/m) y $k = 2 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Para el cálculo de la matriz de impedancias de secuencia, se evalúa la siguiente ecuación matricial:

$$Z_{012} = A^{-1} Z_{abc} A$$

Debido a que los circuitos son independientes la matriz A es la siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -0.5 - 0.866j & -0.5 + 0.866j & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -0.5 + 0.866j & -0.5 - 0.866j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -0.5 - 0.866j & -0.5 + 0.866j \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -0.5 + 0.866j & -0.5 - 0.866j \end{pmatrix}$$

La matriz de impedancias es:

$$Z_{abc_{ii}} = R_i + R_{terr} + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{D_e}{r_{eq}} \right)$$

$$Z_{abc_{ij}} = R_{terr} + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{D_e}{d_{ij}} \right)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.299j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.259j & 0.049 + 0.253j & 0.049 + 0.236j & 0.049 + 0.228j \\ 0.049 + 0.299j & 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.299j & 0.049 + 0.253j & 0.049 + 0.264j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.25j \\ 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.299j & 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.236j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.264j & 0.049 + 0.274j \\ 0.049 + 0.259j & 0.049 + 0.253j & 0.049 + 0.236j & 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.299j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.233j \\ 0.049 + 0.253j & 0.049 + 0.264j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.299j & 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.299j & 0.049 + 0.26j \\ 0.049 + 0.236j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.264j & 0.049 + 0.255j & 0.049 + 0.299j & 0.095 + 0.593j & 0.049 + 0.303j \\ 0.049 + 0.228j & 0.049 + 0.25j & 0.049 + 0.274j & 0.049 + 0.233j & 0.049 + 0.26j & 0.049 + 0.303j & 0.445 + 0.735j \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{km}$$

La matriz de impedancias de secuencia es:

$$Z_{012} = A^{-1} Z_{abc} A$$

$$Z_{012} = \begin{pmatrix} 0.229 + 0.936i & 0.015 + 0.004i & -0.022 + 0.000i & 0.188 + 0.521i & 0.010 + 0.013i & -0.020 + 0.005i \\ -0.022 + 0.000i & 0.046 + 0.308i & -0.024 + 0.015i & -0.015 + 0.003i & 0.000 + 0.013i & -0.009 + 0.005i \\ 0.015 + 0.004i & 0.025 + 0.014i & 0.046 + 0.308i & 0.007 + 0.008i & 0.009 + 0.004i & 0.001 + 0.013i \\ 0.188 + 0.521i & 0.007 + 0.008i & -0.015 + 0.003i & 0.239 + 0.911i & 0.018 + 0.011i & -0.029 + 0.003i \\ -0.020 + 0.005i & 0.001 + 0.013i & -0.009 + 0.005i & -0.029 + 0.003i & 0.046 + 0.307i & -0.024 + 0.015i \\ 0.010 + 0.013i & 0.009 + 0.004i & 0.000 + 0.013i & 0.018 + 0.011i & 0.024 + 0.014i & 0.046 + 0.307i \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{km}$$

Dada la longitud de la línea:

Impedancia de secuencia directa (Ω) **3,2126 + j 21,5529**

Impedancia de secuencia inversa (Ω)..... **3,2126 + j 21,5529**

Impedancia de secuencia homopolar (Ω) **16,0428 + j 65,5175**

Para el cálculo de las admitancias de secuencia se recurre a la matriz de capacidades de línea. Esta matriz es inversa a la matriz de coeficientes de potencial que se estudia más adelante en este proyecto.

$$C_{abc} = \lambda^{-1}$$

Y para la matriz de capacidades de secuencia se recurre a la misma matriz A.

$$C_{012} = A^{-1} C_{abc} A$$

Para la matriz de admitancias de secuencia se multiplica por la pulsación y el complejo j:

$$Y_{012} = j 2 \pi f C_{012}$$

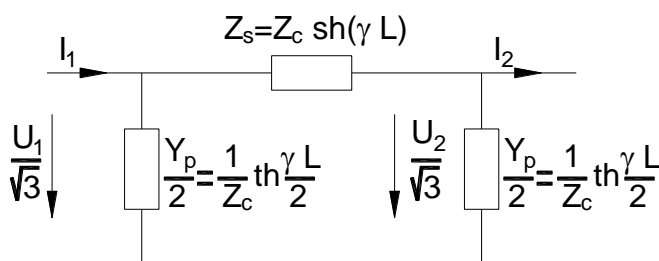
$$Y_{012} = \begin{pmatrix} 2.045i & -0.07 + 0.066i & 0.07 + 0.066i & -0.698i & -0.007 + 0.024i & 0.007 + 0.024i \\ 0.07 + 0.066i & 3.629i & 0.273 - 0.154i & 0.002 + 0.026i & 0.001 - 0.115i & 0.07 - 0.036i \\ -0.07 + 0.066i & -0.273 - 0.154i & 3.629i & -0.002 + 0.026i & -0.07 - 0.036i & -0.001 - 0.115i \\ -0.698i & -0.002 + 0.026i & 0.002 + 0.026i & 2.097i & -0.092 + 0.047i & 0.092 + 0.047i \\ 0.007 + 0.024i & -0.001 - 0.115i & 0.07 - 0.036i & 0.092 + 0.047i & 3.644i & 0.257 - 0.156i \\ -0.007 + 0.024i & -0.07 - 0.036i & 0.001 - 0.115i & -0.092 + 0.047i & -0.257 - 0.156i & 3.644i \end{pmatrix} \frac{\mu S}{km}$$

Dada la longitud de la línea:

Susceptancia de secuencia directa (μS) 254,001
Susceptancia de secuencia inversa (μS) 254,001
Susceptancia de secuencia homopolar (μS) 143,126

1.9.1.9. Equivalente en π de la línea

Las ecuaciones de parámetros distribuidos de la línea se representarán físicamente mediante el siguiente cuadripolo eléctrico en π :



1.9.1.10. Caída de tensión

Los cálculos de caída de tensión se realizan utilizando el equivalente en π de la línea. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{|U_1| - |U_2|}{|U_2|} 100 \text{ (\%)}$$

siendo:

$$U_2 = U_2 \angle 0 \text{ (kV)}$$

$$\frac{U_1}{\sqrt{3}} = \text{ch}(\gamma l) \frac{U_2}{\sqrt{3}} + (Z_c \text{sh}(\gamma l)) I_2 \quad (\text{kV})$$

donde :

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} |U_2| \cos(\varphi)} \angle \varphi \quad (\text{kA})$$

$$I_1 = \frac{\text{sh}(\gamma l)}{Z_c} \frac{U_2}{\sqrt{3}} + \text{ch}(\gamma l) I_2 \quad (\text{kA})$$

siendo:

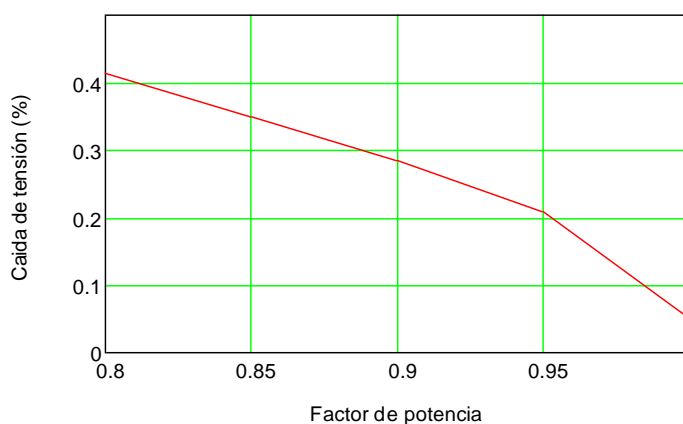
P: Potencia activa que transporta la línea (MW).

$\cos\varphi$: Factor de potencia de la carga receptora.

U_2 : Tensión compuesta de la línea en el extremo receptor (kV).

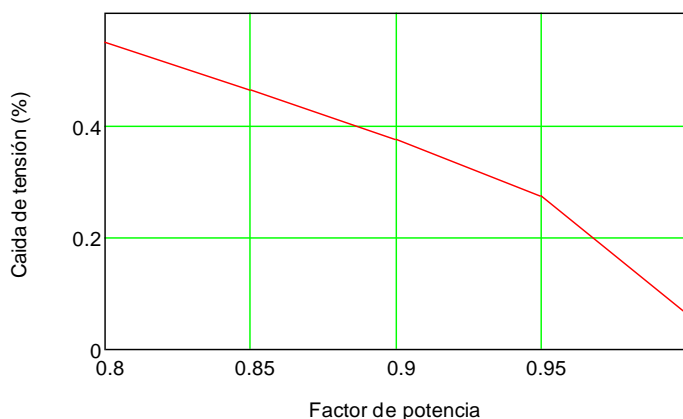
Los resultados obtenidos para los distintos factores de potencia por tramo son:

➤ **TRAMO N°1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**



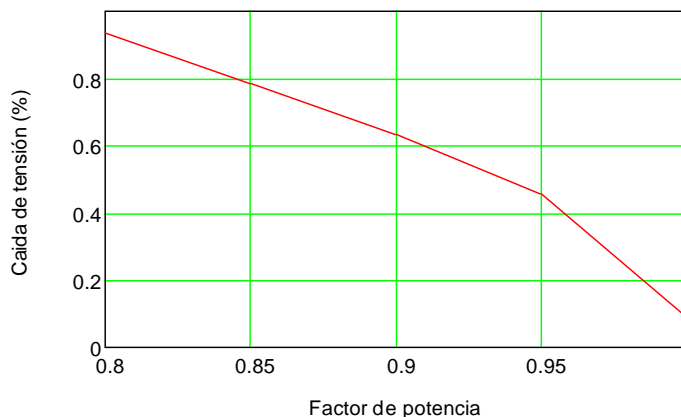
$\cos\varphi$	$\Delta U\%$
0,80	0,400
0,85	0,339
0,90	0,276
0,95	0,203
1,00	0,050

➤ **TRAMO N°2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**



$\cos\varphi$	$\Delta U\%$
0,80	0,514
0,85	0,435
0,90	0,353
0,95	0,259
1,00	0,061

➤ **TRAMO N°3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**



cosφ	ΔU%
0,80	1,008
0,85	0,848
0,90	0,681
0,95	0,490
1,00	0,087

Así, la caída de tensión de la línea completa se obtiene del resultado de la suma algebraica de las caídas de tensión de cada uno de los tramos en que se compone la totalidad de la línea:

cosφ	ΔU%
0,80	1,922
0,85	1,622
0,90	1,310
0,95	0,952
1,00	0,198

1.9.1.11. Potencia máxima de transporte

Se ha estudiado la potencia máxima de transporte según el RLAT (2008). No obstante, tal y como contempla el reglamento de líneas, en apartados posteriores, se ha estudiado también la capacidad de transporte, según el límite térmico, para las condiciones climáticas consideradas en este proyecto.

1.9.1.11.1. Densidad de corriente

La densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla 11 del RLAT y de los coeficientes de reducción contenidos en el artículo 4.2.1 del mismo.

CONDUCTOR	LA-455 DUPLEX
DENSIDAD DE CORRIENTE (A/mm ²)	1,866 × 2
CORRIENTE MÁXIMA (A)	1.596

1.9.1.11.2. Potencia máxima admisible de transporte

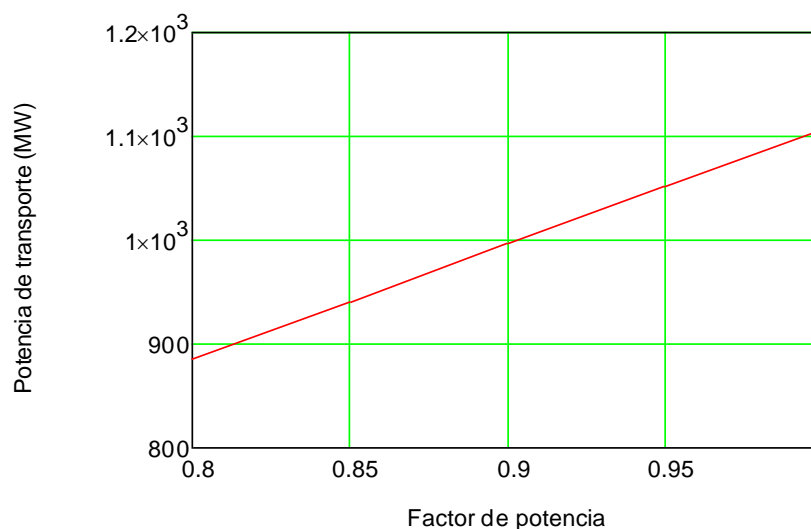
La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor o por la caída de tensión máxima que se fije y que, en general, no deberá exceder del 5 %.

La máxima potencia de transporte de la línea se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{\max} = n' \cdot n \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{adm}} \cdot \cos\varphi \text{ (MW)}$$

siendo:

- n: Número de circuitos
- n': Número de conductores por fase
- U: Tensión nominal compuesta de la línea (kV)
- I_{adm}: Intensidad máxima admisible del conductor (kA)
- cosφ: Factor de potencia de la carga receptora



La potencia máxima de transporte en función del factor de potencia se muestra a continuación:

Cosφ	P _{MAX} (MW)
0,80	885,73
0,85	941,08
0,90	996,44
0,95	1,05 x 10³
1,00	1,11 x 10³

1.9.1.12. Efecto corona

De acuerdo con el apartado 4 de la ITC-LAT 07, en líneas de tensión nominal superior a 66 kV debe comprobarse el comportamiento de los conductores frente al efecto corona. Por ello, en el presente apartado se determina la tensión crítica disruptiva de aparición del *efecto corona* al objeto de verificar que los resultados obtenidos son inferiores a los valores a partir de los cuales se produce dicha perturbación.

La tensión crítica de aparición del efecto corona, se determina para la línea en estudio y con la suficiente aproximación a partir de la ley empírica establecida por *F.W. Peek*, que para fases simples se corresponde con la siguiente expresión:

$$U_c = 84 \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \log \left(\frac{DMG}{RMG} \right)$$

Siendo:

- U_c : Tensión crítica disruptiva
- m_c : Coeficiente de rugosidad del conductor, comprendido entre 0,83 y 0,87 para el caso de conductores cableados. En el presente proyecto se considera un valor de 0,85.
- m_t : Coeficiente meteorológico o “factor de mal tiempo”, que toma en consideración el efecto de la humedad sobre la tensión crítica disruptiva, U_c . En el caso más desfavorable, en verano, se supone un valor de 0,95.
- RMG: Radio Medio Geométrico del conductor, en cm. Se puede tomar con la suficiente aproximación igual al radio del conductor en circuitos simples.
- DMG: Distancia Media Geométrica entre ejes de fases, en cm.
- r : Radio del conductor en cm
- δ : factor corrector de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar y la temperatura. Este factor resulta directamente proporcional a la presión barométrica e inversamente proporcional a la temperatura absoluta del aire. Se determina a través de la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{273 + 25}{76} \cdot \frac{h}{273 + t} = \frac{3,921 \cdot h}{273 + t}$$

donde:

- t = Temperatura máxima correspondiente a la altitud del punto considerado, en °C (en el presente proyecto se considera la temperatura medida en verano de 30 °C).
- h = Presión barométrica en cm de columna de mercurio a la altura (media) de la línea. Esta presión, dependiente de la altitud sobre el nivel del mar en el punto considerado, habitualmente se determina a través de la fórmula de Halley:

$$\log h = \log 76 - \frac{y}{18.336} \Rightarrow h = 10^{\log 76 - \frac{y}{18.336}}$$

considerando “y” a la altitud sobre el nivel del mar, en m.

En el caso de haces múltiples, el valor obtenido para un conductor único se divide por un factor β :

$$\beta = \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R}}{n}$$

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$U_c = 451,399 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 420 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones no se producirán pérdidas apreciables por el efecto corona.

➤ **TRAMO N°1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

La altura máxima aproximada de tramo es de 1.450 metros, por lo que se aplica dicho valor para el cálculo del factor corrector de la densidad del aire.

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$\delta = 0,833$$

$$U_c = 451,399 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 420 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones “**no se producirá efecto corona**”.

Las pérdidas de potencia debidas al efecto corona serán, por tanto, nulas.

➤ **TRAMO N°2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**

La altura máxima aproximada de tramo es de 1.200 metros, por lo que se aplica dicho valor para el cálculo del factor corrector de la densidad del aire.

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$\delta = 0,846$$

$$U_c = 464,106 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 420 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones **“no se producirá efecto corona”**.

Las pérdidas de potencia debidas al efecto corona serán, por tanto, nulas.

➤ **TRAMO Nº3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**

La altura máxima aproximada de tramo es de 850 metros, por lo que se aplica dicho valor para el cálculo del factor corrector de la densidad del aire.

Con todo, se obtiene el siguiente resultado:

$$\delta = 0,884$$

$$U_c = 488,945 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 420 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones **“no se producirá efecto corona”**.

Las pérdidas de potencia debidas al efecto corona serán, por tanto, nulas.

1.9.1.13. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia en la línea son debidas al efecto Joule.

Las pérdidas por efecto Joule dependen de la intensidad de corriente de la línea y del estado de los aisladores y vendrán dadas por la siguiente expresión:

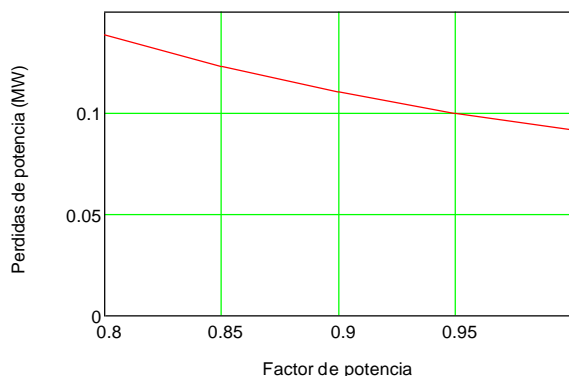
$$P_j = \sqrt{3} \cdot \text{Re} |U_1 \cdot I_1^* - U_2 \cdot I_2^*| \text{ (MW)}$$

siendo:

- U_1 : Tensión en el extremo emisor (kV)
- I_1 : Intensidad en el extremo emisor (kA)
- U_2 : Tensión en el extremo receptor (kV)
- I_2 : Intensidad en el extremo receptor (kA)

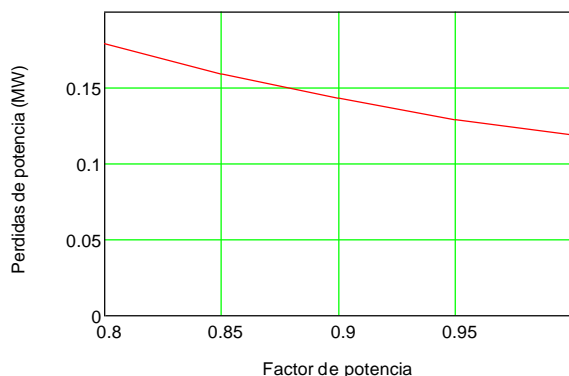
Las pérdidas de potencia totales en la línea serán la suma de las dos:

➤ **TRAMO N°1: SET Ejulve – AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**



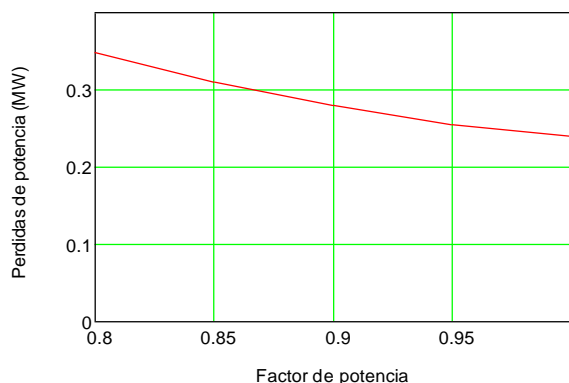
Cosφ	ΔP (MW)	ΔP (%)
0,80	0,14	0,093
0,85	0,12	0,083
0,90	0,11	0,075
0,95	0,10	0,067
1,00	0,09	0,062

➤ **TRAMO N°2: AP2 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores**



Cosφ	ΔP (MW)	ΔP (%)
0,80	0,18	0,121
0,85	0,16	0,107
0,90	0,14	0,096
0,95	0,13	0,087
1,00	0,12	0,080

➤ **TRAMO N°3: AP62 LAT SET Íberos a SET Mudéjar Promotores – SET Cámaras**



Cosφ	ΔP (MW)	ΔP (%)
0,80	0,35	0,236
0,85	0,31	0,210
0,90	0,28	0,190
0,95	0,26	0,173
1,00	0,24	0,162

Así, las pérdidas de potencia de la línea completa se obtiene del resultado de la suma algebraica de las pérdidas de cada uno de los tramos en que se compone la totalidad de la línea:

Cosφ	ΔP (MW)	ΔP (%)
0,80	0,67	0,450
0,85	0,59	0,400
0,90	0,53	0,361
0,95	0,49	0,327
1,00	0,45	0,304

1.9.1.14. Campo Eléctrico en las proximidades de la línea

El cálculo del campo eléctrico se efectúa a partir del método de simulación de cargas. En este método se simula cada conductor con una carga lineal en el centro del mismo.

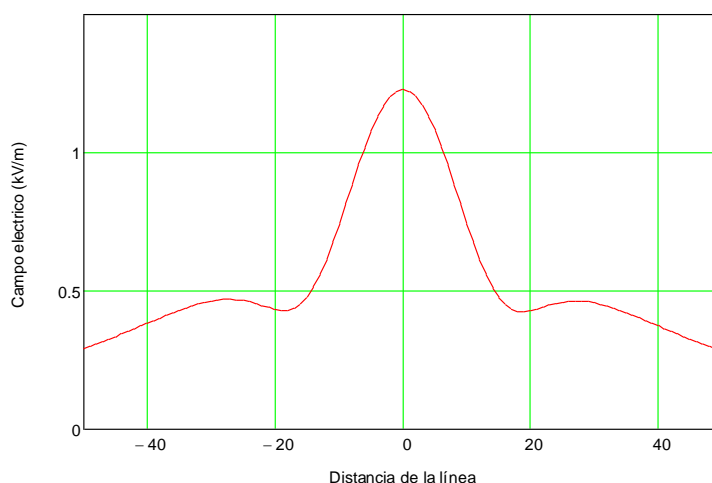
El campo eléctrico vectorial en cualquier punto del espacio es la resultante de las contribuciones de las cargas de los conductores:

$$\vec{E}_T = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i} \vec{r}_i$$

Donde

- ϵ_0 Es la permitividad relativa del aire
- q_i Es la carga del conductor i
- r_i Es la distancia entre el conductor y el punto considerado

El módulo del campo eléctrico a 50metros a cada lado del eje de la línea y a 1 metro por encima del suelo se representa en la siguiente gráfica:



Como se puede observar el máximo valor de campo eléctrico es inferior al recomendado para la exposición de personas, para campos eléctricos de 50 Hz que se puede establecer en 5kV/m.

1.9.1.15. Nivel de ruido audible

Se ha implementado la metodología desarrollada por el Electric Power Research Institute, la cual permite llevar en consideración tanto la propagación como la absorción de las ondas esféricas de sonido en el aire, y además llevar incluido el rango de frecuencias concebidas al umbral auditivo humano, permitiendo así, la contrastación de los valores teóricos con mediciones realizadas en la escala de ponderación A (dB(A)).

La metodología permite evaluar el ruido audible total, como una superposición del ruido audible producido por cada conductor, para condiciones de lluvia.

Primero se ha de obtener la potencia acústica en el periodo de lluvia por medio de:

$$A1 = 20 \log(n') + 44 \log(100d) - \frac{655}{E_n} + K_{nn} \quad (dB)$$

Donde

- n' Es el número de subconductores por haz
- d Es el diámetro del conductor en metros
- E_n Es el gradiente máximo de potencial en la superficie del conductor (kV/cm)
- K_{nn} Es un factor de corrección que depende del número de subconductores

Posteriormente se incluyen los efectos tanto de propagación como de absorción en el aire, dando como resultado:

$$P(20\mu Pa)_i = A1 - 10 \log(r_i) - 0.02r_i$$

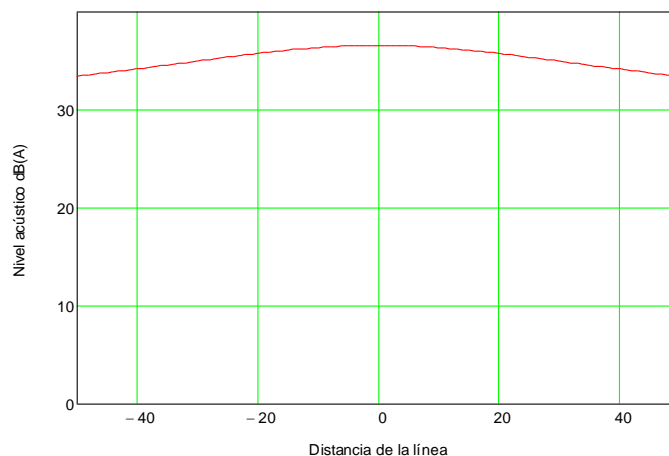
Donde

- $P(20\mu Pa)_i$ Es la referencia tomada para el nivel de presión sonora
- r_i Es la distancia entre el punto considerado y el conductor en metros

Por último se suman las contribuciones de todos los conductores, mediante la siguiente ecuación:

$$P_{total} (dB) = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{P_i}{10}}$$

En la siguiente gráfica se puede observar el nivel de ruido que se puede presentar en la línea con lluvia, en posiciones que van desde los 50metros a un lado de la línea hasta el otro.



Como se puede ver en la gráfica los valores de ruido audible son inferiores a los 52,5 dB (A) a 30 metros de la línea, valor considerado como límite para resultar molestas a las personas.

1.9.1.16. Potencia de transporte en función de temperatura

La potencia que puede transportar la línea se puede calcular, además, con el balance térmico en el conductor, dadas las temperaturas ambiente y temperatura máxima del cable.

Para realizar el cálculo se ha utilizado un método desarrollado en el CIGRE del grupo de trabajo 12 denominado "THERMAL BEHAVIOUR OF OVERHEAD CONDUCTORS".

Para la resolución del problema se cuenta con el balance térmico en el conductor, esto es que el calor generado sea igual al calor evacuado en régimen permanente

$$Q_{\text{gen}} = Q_{\text{ced}}$$

El calor es generado por cuatro motivos: El efecto Joule en el conductor, efectos magnéticos (como efecto pelicular), radiación solar sobre el conductor y las pérdidas por efecto corona. En cuanto al calor cedido se estudia la radiación al medio ambiente, la convección ya sea natural o forzada y por último efecto de evaporación de agua.

$$Q_J + Q_M + Q_S + Q_i = Q_c + Q_r + Q_w$$

1.9.1.16.1. Calor aportado por radiación solar

La radiación solar sobre el cable tiene en cuenta tanto la directa como la difusa. Se puede escribir:

$$Q_S = \alpha_s S D_c$$

siendo:

α_s Absorbidad del conductor con un valor de 0,5

- S Radiación solar global, se estima un valor de 980 W/m^2 para verano, 800 W/m^2 para primavera y otoño y un valor de 700 W/m^2 en invierno.
- D_c Diámetro del conductor en m

por lo tanto el calor aportado por el sol al cable es:

$$Q_S = \begin{pmatrix} 5.4 \\ 4.4 \\ 2.6 \\ 3.6 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

1.9.1.16.2. Calor aportado por efecto corona

El aporte de calor por efecto corona es solamente significativa con los altos gradientes superficiales del tensión que están presentes durante la precipitación suele haber vientos y existe mucha refrigeración por evaporación del agua. Debido a este hecho, y al hecho de que el cálculo se realiza para evaluar la potencia máxima de las líneas no se considera necesario incluir las fórmulas para el cálculo del calentamiento por efecto corona.

$$Q_i = 0 \text{ W/m}$$

1.9.1.16.3. Calor cedido por radiación

Debido al hecho de que la pérdida de radiación es una pequeña fracción del total de la pérdida de calor, especialmente con convección forzada, a menudo es suficientemente preciso escribir:

$$Q_r = \pi D_c \varepsilon \sigma_b (T_c^4 - T_{amb}^4)$$

siendo:

- ε_s Emisividad del conductor con un valor de 0,5
- σ_b Constante de Stefan-Boltzmann de valor $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$
- T_c Es la temperatura del conductor en régimen permanente 85°C
- T_{amb} Es la temperatura ambiente máxima en función de la época del año.

Para los siguientes valores de temperatura ambiente:

$$\theta_l = \begin{pmatrix} 30 \\ 20 \\ 8 \\ 18 \end{pmatrix} \cdot ^\circ\text{C}$$

Se obtiene un valor de calor cedido por radiación para cada una de las estaciones del año de:

$$Q_r = \begin{pmatrix} 19.7 \\ 22.4 \\ 25.2 \\ 22.9 \end{pmatrix} \cdot \frac{W}{m}$$

1.9.1.16.4. Enfriamiento por evaporación

El enfriamiento por evaporación no se altera significativamente con el vapor de agua que está presente en el aire o con las gotitas de agua que va arrastrado en la corriente de aire alrededor del conductor. Los efectos del enfriamiento por evaporación son generalmente ignorados, y por lo tanto no son tratadas en el presente documento.

$$Q_w = 0 \text{ W/m}$$

1.9.1.16.5. Calor cedido por convección

La superficie caliente del conductor calienta el aire adyacente, y la densidad del aire caliente se reduce, por lo tanto, provocando el ascenso de este aire en el caso de convección natural ($V = 0$), o que será arrastrado en caso de convección forzada ($V \neq 0$). Aire frío reemplaza el aire caliente, refrigerando el conductor.

En el caso que nos ocupa donde las velocidades de viento son pequeñas, se calculará tanto la convección forzada como la natural y se elegirá el mayor valor del coeficiente de transmisión del calor por convección dado por ambos casos.

En cualquier caso la forma de calcular será:

$$Q_c = \pi \lambda_f (T_c - T_{amb}) Nu$$

donde:

- λ_f Conductividad térmica del aire que se encuentra en las proximidades del conductor
- Nu Número de Nusselt, que se calculará en función del tipo de convección, forzada o natural

1.9.1.16.5.1. Convección forzada

En rangos de operación normales se puede decir:

$$Nu = B_1 Re^n$$

Los valores de B_1 y n están en función de la rugosidad del conductor, y esta se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Rf = \frac{d}{2(D_c - d)}$$

Siendo:

d El diámetro del hilo exterior al cable 3,08 mm

El valor obtenido de la rugosidad es 0,063, y por tanto los valores obtenidos son

$$B_1 = 0,641$$

$$n = 0,471$$

El número de Reynolds para una corriente de aire se puede calcular como:

$$Re = \frac{\rho_r D_c v}{\nu_f}$$

Donde:

- ρ_r La densidad relativa del aire
- v La velocidad del viento 0,6 m/s para el caso de estudio
- ν_f La viscosidad cinemática del aire en m²/s

Los valores obtenidos son diferentes para distintas estaciones del año, ya que las propiedades del aire son función de la temperatura, de este modo se tienen valores del número de Reynolds para las cuatro estaciones:

$$Re_i = \begin{pmatrix} 753.2 \\ 772.9 \\ 797.9 \\ 777.0 \end{pmatrix}$$

Los valores del número de Nusselt para el flujo de aire perpendicular al cable son:

$$Nu_f = \begin{pmatrix} 14.517 \\ 14.695 \\ 14.917 \\ 14.731 \end{pmatrix}$$

La dirección del viento juega un papel importante en la eficacia de la refrigeración por convección forzada. El número de Nusselt varía en función del ángulo de ataque δ , respecto al eje del conductor, de la siguiente manera:

$$Nu_{\delta} = Nu_{90} (A_1 + B_2 \sin \delta^{m_1})$$

Donde:

- δ El ángulo de ataque del viento respecto al cable, normalmente se emplean 45° cuando no hay una dirección específica de viento
- A_1 Valor adimensional igual a 0,42
- B_2 Valor adimensional igual a 0,58
- m_1 Valor adimensional igual a 0,90

Por tanto los valores del número de Nusselt para el flujo de aire real son:

$$Nu_{\delta} = \begin{pmatrix} 12.261 \\ 12.411 \\ 12.599 \\ 12.442 \end{pmatrix}$$

1.9.1.16.5.2. Convección natural

El número de Nusselt para enfriamiento por convección natural depende del producto de los números de Grashof y Prandtl:

$$Nu = A_2 (Gr Pr)^{m_2}$$

El número de Prandtl es:

$$Pr = \frac{c\mu}{\lambda_f}$$

Donde:

- c Es el calor específico del aire a presión constante en J/kg K
- μ Es la viscosidad dinámica del aire en kg/m s
- λ_f Conductividad térmica del aire que se encuentra en las proximidades del conductor

Por tanto el número es únicamente función de la temperatura y de este modo se obtienen cuatro valores para las cuatro estaciones del año:

$$Pr = \begin{pmatrix} 0.7006 \\ 0.7019 \\ 0.7034 \\ 0.7021 \end{pmatrix}$$

Y se define el número de Grashof:

$$Gr = \frac{D_c^3 (T_c - T_{amb}) g}{T_{av} \nu_f}$$

Donde:

- g Es la aceleración de la gravedad 9,91m/s²
- T_{av} Es la temperatura del aire que rodea al cable, en K
- ν_f La viscosidad cinemática del aire en m²/s
- D_c Es el diámetro exterior del conductor
- T_c Es la temperatura del conductor en régimen permanente 85°C
- T_{amb} Es la temperatura ambiente que es función de la estación del año

Los valores obtenidos son:

$$Gr = \begin{pmatrix} 26832 \\ 31710 \\ 37565 \\ 32686 \end{pmatrix}$$

Los valores de las constantes A₂ y m₂ están en función del rango del producto GrPr y para los valores del proyecto:

$$A_2 = 0,48$$

$$m_2 = 0,25$$

El número de Nusselt para enfriamiento por convección natural es:

$$Nu_n = \begin{pmatrix} 5.621 \\ 5.863 \\ 6.12 \\ 5.908 \end{pmatrix}$$

Como se expuso anteriormente para el calor cedido por convección natural se utilizará el máximo valor del número de Nusselt de convección natural y forzada, para el caso del proyecto que nos ocupa los valores son:

$$Nu = \begin{pmatrix} 12.261 \\ 12.411 \\ 12.599 \\ 12.442 \end{pmatrix}$$

$$Q_C = \begin{pmatrix} 60.041 \\ 70.912 \\ 83.956 \\ 73.086 \end{pmatrix} \cdot \frac{W}{m}$$

1.9.1.17. Potencia máxima de transporte por estaciones del año

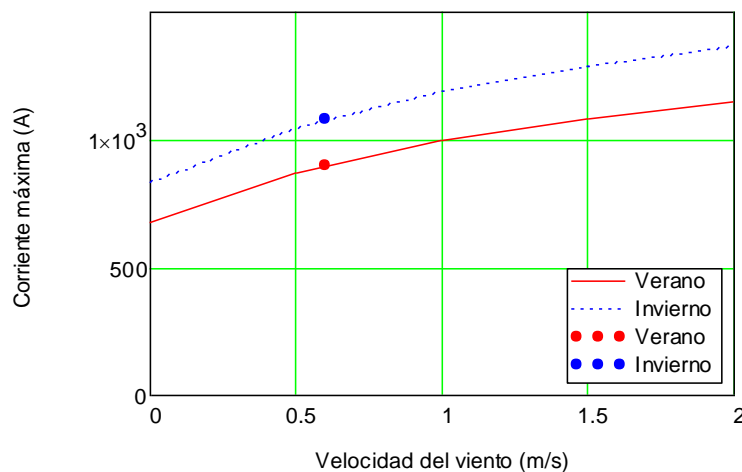
La corriente máxima obtenida del balance térmico y teniendo en cuenta los efectos magnéticos sobre el conductor se puede poner como:

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{Q_r + Q_C - Q_S}{R_{\theta_{ca}}}}$$

Dados los valores del proyecto, para cada una de las estaciones del año:

$$I_{in} = \begin{pmatrix} 903.2 \\ 987.3 \\ 1.1 \times 10^3 \\ 1 \times 10^3 \end{pmatrix} A$$

Invierno: 903,2 A / Verano 1.100 A.



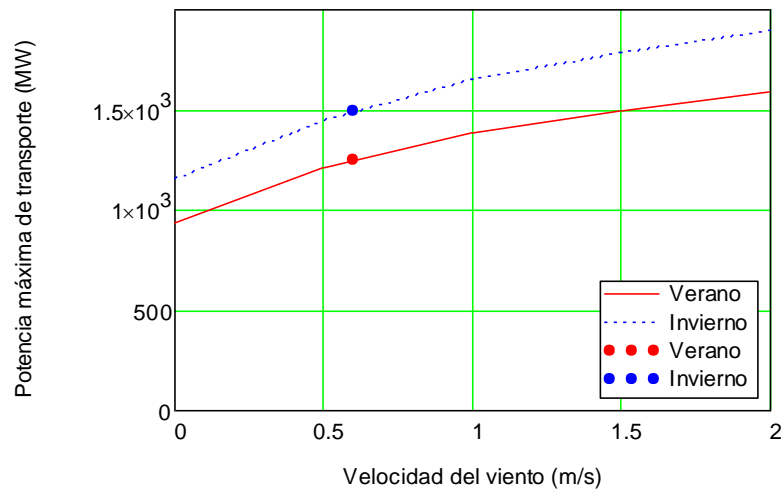
Y dada la tensión de la línea, la potencia máxima de transporte (para las condiciones estudiadas como más desfavorables, para un factor de potencia $\cos\phi = 1$ y para las estaciones de invierno y verano) es:

$$P_{MAX} = \begin{pmatrix} 1.3 \times 10^3 \\ 1.4 \times 10^3 \\ 1.5 \times 10^3 \\ 1.4 \times 10^3 \end{pmatrix} \cdot MW$$

Invierno: 1.300 MVA / Verano 1.500 MVA.

Estos valores están calculados para una velocidad del viento de 0,6 m/s.

En la tabla adjunta, se indica la variación de la potencia máxima de transporte, en las estaciones de invierno y verano en función de la variación de la velocidad del viento.



1.9.1.18. Aislamiento

Se establece un nivel de aislamiento mínimo, tal como se indica en la Tabla 12 del apartado 4.4 Coordinación de aislamiento dentro de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de Alta tensión, que se recoge en la siguiente tabla:

Tensión nominal (kV)	400
Tensión más elevada (kV eficaces)	420
Aislamiento longitudinal (kV cresta)	950
Fase-tierra (KV cresta)	1.050
Tensión de ensayo a impulso tipo rayo (kV cresta)	1.300-1.425

Este nivel de aislamiento se tomará como base para la determinación de los niveles de aislamiento de las cadenas de aisladores utilizadas en el proyecto.

Se considera un nivel de contaminación medio (II), con lo que la línea de fuga nominal se considera de 20,0 mm/kV. Dada la tensión más elevada de la línea (420,0 kV), la línea de fuga mínima en la línea será de 8.400,0 mm. Esta longitud será inferior a la línea de fuga que presentan los aislamientos utilizados en este proyecto.

El aislamiento se realizará mediante cadenas de aisladores de vidrio del tipo caperuza y vástago con la siguiente composición, tal y como se muestra en los planos:

TENSIÓN (kV)	CONDUCTOR	SUSPENSIÓN	AMARRE
400	LA-455	23	2x23

Las características de los elementos de aislador son:

DENOMINACIÓN	U-160-BS
Carga de rotura electromecánica (daN)	16.000
Diámetro nominal (mm)	280
Paso nominal (mm)	146
Línea de fuga (mm)	380
Acoplamiento (UNE 21 009)	20
Peso aproximado (kg)	5,90

Las características eléctricas de las cadenas de aisladores se ajustarán a lo establecido en las normas UNE-EN 60305, UNE-EN 60433, CEI 383 y CEI 815 y se indican en la siguiente tabla:

Tensión (kV)	Tipo aislador	Nº Aisladores	Tensión soportada 50 Hz seco (kV)	Tensión soportada 50 Hz bajo lluvia (kV)	Tensión soportada Impulso tipo rayo 1,2/50µs (kV)	Línea de fuga (m)
400	U 160-BS	23	1.030	790	1.710	8,740

Las características mecánicas de las cadenas de suspensión utilizadas son las reflejadas en la siguiente tabla:

Tensión (kV)	Tipo aislador	Nº Aisladores	Carga de rotura (daN)	Longitud aprox. (mm)	Peso aprox. (daN)
400	U 160-BS	23	16.000	3.928	163,96

Las características mecánicas de las cadenas de amarre utilizadas son las reflejadas en la siguiente tabla:

Tensión (kV)	Tipo aislador	Nº Aisladores	Carga de rotura (daN)	Longitud aprox. (mm)	Peso aprox. (daN)
400	U 160-BS	2x23	32.000	4.739	320,79

El esfuerzo que soporta cada una de las cadenas del proyecto, así como el coeficiente de seguridad que tiene, se muestra en la siguiente tabla:

Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena (daN)	Esfuerzo admisible (daN)	C.S.
59A-A	AL-AM	8.319	32.000	3,85
59A-B	AL-AM	8.309	32.000	3,85
60A-A	AG-AM	8.348	32.000	3,83
60A-B	AG-AM	8.271	32.000	3,87
61A-A	AL-AM	8.472	32.000	3,78
61A-B	AL-AM	8.474	32.000	3,78
62A-A	AL-AM	8.284	32.000	3,86
62A-B	AL-AM	8.400	32.000	3,81
63-A	AG-AM	8.371	32.000	3,82

Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena (daN)	Esfuerzo admisible (daN)	C.S.
63-B	AG-AM	8.464	32.000	3,78
64	AL	2.629	16.000	6,09
65	AL	2.768	16.000	5,78
66	AL	3.301	16.000	4,85
67	AL	2.821	16.000	5,67
68	AL	2.682	16.000	5,97
69	AL	2.586	16.000	6,19
70-A	AL-AM	8.391	32.000	3,81
70-B	AL-AM	8.531	32.000	3,75
71-A	AL-AM	8.269	32.000	3,87
71-B	AL-AM	8.449	32.000	3,79
72-A	AG-AM	8.271	32.000	3,87
72-B	AG-AM	8.531	32.000	3,75
73-A	AL-AM	8.269	32.000	3,87
73-B	AL-AM	8.342	32.000	3,84
74-A	AL-AM	8.278	32.000	3,87
74-B	AL-AM	8.420	32.000	3,80
75-A	AG-AM	8.767	32.000	3,65
75-B	AG-AM	8.268	32.000	3,87
76A-A	AL-AM	8.372	32.000	3,82
76A-B	AL-AM	8.358	32.000	3,83
77A-A	AL-AM	8.356	32.000	3,83
77A-B	AL-AM	8.273	32.000	3,87
78A-A	AL-AM	8.359	32.000	3,83
78A-B	AL-AM	8.286	32.000	3,86
79A-A	AL-AM	8.579	32.000	3,73
79A-B	AL-AM	8.512	32.000	3,76
80A	AL	2.907	16.000	5,50
81-A	AG-AM	8.373	32.000	3,82
81-B	AG-AM	8.592	32.000	3,72
82A-A	AL-AM	8.271	32.000	3,87
82A-B	AL-AM	8.358	32.000	3,83
83A	AL	3.034	16.000	5,27



Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena (daN)	Esfuerzo admisible (daN)	C.S.
84A	AL	2.307	16.000	6,93
85A-A	AG-AM	8.382	32.000	3,82
85A-B	AG-AM	8.373	32.000	3,82
86	AL	2.643	16.000	6,05
87	AL	3.035	16.000	5,27
88	AL	2.403	16.000	6,66
89-A	AG-AM	8.308	32.000	3,85
89-B	AG-AM	8.470	32.000	3,78
90-A	AL-AM	8.272	32.000	3,87
90-B	AL-AM	8.858	32.000	3,61
91-A	AL-AM	8.267	32.000	3,87
91-B	AL-AM	8.409	32.000	3,81
92	AL	2.794	16.000	5,73
93-A	AG-AM	8.362	32.000	3,83
93-B	AG-AM	8.384	32.000	3,82
94	AL	2.680	16.000	5,97
95	AL	2.285	16.000	7,00
96-A	AG-AM	8.289	32.000	3,86
96-B	AG-AM	8.298	32.000	3,86
97	AL	2.334	16.000	6,86
98	AL	2.418	16.000	6,62
99	AL	2.290	16.000	6,99
100	AL	2.385	16.000	6,71
101	AL	2.316	16.000	6,91
102-A	AG-AM	8.268	32.000	3,87
102-B	AG-AM	8.303	32.000	3,85
103-A	AL-AM	8.308	32.000	3,85
103-B	AL-AM	8.473	32.000	3,78
104-A	AL-AM	8.343	32.000	3,84
104-B	AL-AM	8.160	32.000	3,92
105-A	AG-AM	8.429	32.000	3,80
105-B	AG-AM	8.351	32.000	3,83
106-A	AG-AM	8.339	32.000	3,84



Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena (daN)	Esfuerzo admisible (daN)	C.S.
106-B	AG-AM	8.234	32.000	3,89
107	AL	2.306	16.000	6,94
108	AL	2.242	16.000	7,14
109	AL	2.307	16.000	6,94
110	AL	2.297	16.000	6,96
111	AL	2.285	16.000	7,00
112	AL	2.255	16.000	7,10
113-A	AG-AM	8.401	32.000	3,81
113-B	AG-AM	8.277	32.000	3,87
114	AL	2.464	16.000	6,49
115	AL	2.599	16.000	6,16
116	AL	2.686	16.000	5,96
117	AL	2.658	16.000	6,02
118	AL	2.648	16.000	6,04
119	AL	2.739	16.000	5,84
120	AL	2.749	16.000	5,82
121	AL	3.066	16.000	5,22
122	AL	2.577	16.000	6,21
123	AL	2.482	16.000	6,45
124	AL	2.611	16.000	6,13
125	AL	2.788	16.000	5,74
126	AL	2.555	16.000	6,26
127	AL	2.719	16.000	5,88
128	AL	2.678	16.000	5,98
129	AL	2.732	16.000	5,86
130	AL	2.456	16.000	6,51
131-A	AG-AM	8.311	32.000	3,85
131-B	AG-AM	8.276	32.000	3,87
132	AL	2.305	16.000	6,94
133	AL	2.281	16.000	7,01
134	AL	2.292	16.000	6,98
135	AL	2.307	16.000	6,94
136	AL	2.279	16.000	7,02

Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena (daN)	Esfuerzo admisible (daN)	C.S.
137	AL	2.303	16.000	6,95
138	AL	2.276	16.000	7,03
139	AL	2.342	16.000	6,83
140	AL	2.293	16.000	6,98
141	AL	2.370	16.000	6,75
142	AL	2.346	16.000	6,82
143	AL	2.356	16.000	6,79
144	AL	2.334	16.000	6,86
145-A	AG-AM	8.276	32.000	3,87
145-B	AG-AM	8.240	32.000	3,88
146	AL	2.223	16.000	7,20
147	AL	2.212	16.000	7,23
148-A	AG-AM	8.185	32.000	3,91
148-B	AG-AM	8.233	32.000	3,89
149-A	FL	8.234	32.000	3,89
149-B	FL	527	32.000	60,69

1.9.2. Cálculo mecánico de conductores

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que deben tenderse los conductores y los esfuerzos que estos provocan en los apoyos.

1.9.2.1. Características de la línea

Tensión nominal (kV).....	U = 400
Categoría.....	Especial
Zona de aplicación	ZONAS A y B
Longitud de la línea (km)	L = 37,139
Velocidad del viento (km/h)	v = 140
Longitud cadena aisladores (m).....	l = 3,928
Peso de la cadena de aisladores (daN)	P = 163,96

1.9.2.2. Características del conductor

Las características mecánicas del conductor son:

Tipo	LA – 455
Material.....	Aluminio – Acero
Sección total (mm ²)	S _a = 454,5
Composición.....	C = 54 + 7
Diámetro total (mm).....	d _a = 27,72
Peso (daN/m)	p = 1,491
Carga de rotura (daN)	C _r = 12.400
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	E = 6.900
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	α = 19,3 10 ⁻⁶

1.9.2.3. Acciones consideradas

1.9.2.3.1. Cargas permanentes

Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del conductor.

Peso del conductor (daN/m) $p_c = 1,491$

1.9.2.3.2. Acción del viento

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el conductor en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 140km/h.

Acción del viento horizontal (daN/m) $p_v = 1,887$

1.9.2.3.3. Sobrecarga de hielo

Según el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la sobrecarga de un manguito de hielo sobre el conductor. Esta sobrecarga no es aplicable a ZONA A.

Sobrecarga de hielo (daN/m)..... $p_h = 0,948$

También se ha considerado una acción de viento de 60km/h actuando sobre el conductor en la hipótesis de hielo. Esta velocidad hace una presión sobre los conductores de 25,00daN/m².

El espesor del manguito de hielo, calculado con densidad de hielo 750daN/m³ para las condiciones de hielo reglamentarias es de 10,52 mm. Esto hace que el diámetro expuesto al viento sea de 48,76 mm. Por tanto la sobrecarga horizontal:

Sobrecarga horizontal de hielo (daN/m) $h_h = 0,609$

La sobrecarga vertical será la de hielo actuando sobre el conductor:

Sobrecarga vertical de hielo incluyendo peso (daN/m) $h_v = 2,439$

La sobrecarga total será la composición de ambas:

Sobrecarga de hielo más viento (daN/m)..... $h_t = 2,514$

1.9.2.4. Hipótesis de partida

1.9.2.4.1. Límite estático

La tensión máxima de los conductores es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
LA-455	12.400	3,00	4.133
LA-455	12.400	0,00	0

1.9.2.4.2. Límite dinámico

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

1.9.2.4.2.1. Hipótesis CHS (Cold Hours Stress)

La hipótesis de carga CHS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de tensión más elevada que es probable que ocurra periódicamente (0°C y -5°C en zona A y B respectivamente) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura en estas condiciones.

El valor de tense CHS empleado en las tablas de cálculo mecánico es el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE CHS (daN)	% ROTURA
LA-455	12.400	2.852	23,00

1.9.2.4.2.2. Hipótesis EDS (Every Day Stress)

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
LA-455	12.400	2.604	21,00

1.9.2.5. Hipótesis de cálculo

1.9.2.5.1. Tracción máxima admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los conductores deberán resistir las sobrecargas siguientes:

ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 140km/h a -5°C

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_{v140}^2} \quad p_v = 2,405 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -5^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Peso propio, sobrecarga de hielo y viento de 60km/h a -15°C

$$p_H = \sqrt{(p_c + p_h)^2 + p_v^2} \quad p_H = 2,514 \text{ daN/m}$$

$$\theta_h = -15^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis adicional: Peso propio y sobrecarga de viento de 140km/h a -10°C

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_{v140}^2} \quad p_v = 2,405 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -10^{\circ}\text{C}$$

1.9.2.5.2. Hipótesis de flecha máxima

Según la ITC-07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Apartado 3.2.3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento de 120km/h a la temperatura de 15°C .

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2} \quad p_{2v} = 2,036 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de 85°C .

$$p_{2t} = p_c \quad p_{2t} = 1,491 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de hielo: Acción del peso propio, una sobrecarga de hielo a la temperatura de 0°C . Esta hipótesis no es aplicable a ZONA A.

$$p_{2t} = p_h + p_c \quad p_{2h} = 2,439 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2h} = 0^{\circ}\text{C}$$

1.9.2.5.3. Hipótesis de flecha mínima

La hipótesis de flecha mínima es:

ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2C} = p_c$$

$$p_{2C} = 1,491 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Peso propio sin sobrecarga a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2C} = p_c$$

$$p_{2C} = 1,491 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

1.9.2.6. Vano ideal de regulación

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (\text{m})$$

donde:

a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

b_i : Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (\text{m})$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:

VANOS IDEALES DE REGULACION CONDUCTOR LA-455

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)	Tense Flecha mínima (daN)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)
1	62-DERIV	59A	419,2	419,2	2.026,6	2.691,4	1.358,3	1.803,9
2	59A	60A	394,2	394,2	1.989,1	2.721,4	1.333,2	1.824,0
3	60A	61A	419,6	419,6	2.025,3	2.694,0	1.357,4	1.805,6
4	61A	62A	473,5	473,5	2.093,8	2.642,6	1.403,4	1.771,2
5	62A	63	555,8	555,8	2.172,8	2.589,8	1.456,3	1.735,8
6	63	70	3.177,4	461,6	2.081,0	2.651,1	1.394,7	1.776,9
7	70	71	456,7	456,7	2.073,0	2.658,5	1.389,4	1.781,8
8	71	72	294,1	294,1	1.782,2	2.922,4	1.194,5	1.958,7
9	72	73	376,3	376,3	1.955,1	2.754,2	1.310,4	1.846,0
10	73	74	306,1	306,1	1.815,2	2.883,4	1.216,6	1.932,5
11	74	75	885,0	885,0	2.325,0	2.507,3	1.558,3	1.680,5
12	75	76A	294,7	294,7	1.786,2	2.914,9	1.197,2	1.953,7
13	76A	77A	485,9	485,9	2.108,5	2.631,6	1.413,2	1.763,8
14	77A	78A	308,6	308,6	1.821,0	2.877,8	1.220,5	1.928,8
15	78A	79A	337,9	337,9	1.879,6	2.826,7	1.259,8	1.894,6
16	79A	81	1.099,2	555,0	2.171,5	2.591,0	1.455,4	1.736,6

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)	Tense Flecha mínima (daN)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)
17	81	82A	513,1	513,1	2.133,0	2.617,0	1.429,6	1.754,0
18	82A	85A	1.171,5	411,7	2.014,6	2.701,7	1.350,3	1.810,8
19	85A	89	1.611,7	424,6	2.034,0	2.685,7	1.363,3	1.800,1
20	89	90	421,5	421,5	2.028,0	2.691,8	1.359,3	1.804,1
21	90	91	637,7	637,7	2.223,8	2.562,3	1.490,5	1.717,4
22	91	93	992,5	497,0	2.119,9	2.624,0	1.420,8	1.758,7
23	93	96	898,6	303,4	1.808,1	2.891,8	1.211,8	1.938,2
24	96	102	2.481,6	414,3	2.119,2	2.803,7	1.420,4	1.879,1
25	102	103	431,9	431,9	2.146,2	2.788,8	1.438,4	1.869,2
26	103	104	616,8	616,8	2.324,7	2.682,5	1.558,1	1.797,9
27	104	105	309,5	309,5	1.899,4	2.942,2	1.273,0	1.972,0
28	105	106	480,6	480,6	2.210,4	2.755,4	1.481,5	1.846,8
29	106	113	2.493,5	365,8	2.033,2	2.854,3	1.362,7	1.913,1
30	113	131	6.937,1	395,3	1.990,7	2.720,1	1.334,2	1.823,1
31	131	145	5.524,7	397,7	2.092,2	2.819,0	1.402,3	1.889,4
32	145	148	966,6	323,9	1.943,5	2.912,4	1.302,6	1.952,0
33	148	149	357,0	357,0	2.016,5	2.864,7	1.351,5	1.920,1
34	149	PÓRTICO	50,0	50,0	142,9	155,3	95,8	104,1

1.9.2.7. Comparación de hipótesis

1.9.2.7.1. Tensión mecánica

Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

T_1	Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
q_1	Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
p_1	Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
T_2, q_2, p_2	Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
a	Vano de cálculo en m
A	$\frac{S_a \cdot E}{24}$
B	$S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

1.9.2.7.2. Flecha

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left(\cosh \left(\frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

p_a	Peso aparente del cable (daN/m).
T_0	Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).
a	Longitud del vano (m).

Con los valores de p_a y T de cada vano de regulación obtenidos en las siguientes hipótesis:

Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura $\theta_2 = 85\text{ °C}$ sin sobrecarga
- Temperatura $\theta_2 = 0\text{ °C}$ y sobrecarga de hielo
- Temperatura $\theta_2 = 15\text{ °C}$ y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura $\theta_2 = -15\text{ °C}$ sin sobrecarga

Se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

ZONA B

Nº Cantón	Tensión inicial	Vano reg. (m)	-15°C		85°C		-10°C + V (140km/h)		-5°C + V (140km/h)		15°C + V (140km/h)		-10°C + V/2		-15°C + H + V		0°C + H + V		CHS a -5°C		EDS a 15°C		Ten. máxima	
			T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.
1	4.133,3	419,2	2.691	12,19	2.027	16,20	3.930	13,46	3.875	13,65	3.672	14,41	2.997	12,95	4.133	13,38	3.965	13,95	2.599	20,96	2.436	19,64	4.133	3,00
2	4.133,3	394,2	2.721	10,66	1.989	14,60	3.928	11,91	3.867	12,10	3.645	12,84	3.007	11,41	4.133	11,83	3.948	12,39	2.616	21,10	2.434	19,63	4.133	3,00
3	4.133,3	419,6	2.694	12,20	2.025	16,25	3.930	13,49	3.875	13,68	3.671	14,44	2.998	12,97	4.133	13,41	3.964	13,98	2.601	20,97	2.436	19,65	4.133	3,00
4	4.133,3	473,5	2.643	15,85	2.094	20,02	3.935	17,16	3.889	17,36	3.719	18,16	2.979	16,63	4.133	17,08	3.994	17,68	2.570	20,73	2.439	19,67	4.133	3,00
5	4.133,3	555,8	2.590	22,29	2.173	26,60	3.939	23,63	3.905	23,84	3.774	24,67	2.958	23,09	4.133	23,55	4.027	24,17	2.538	20,47	2.442	19,70	4.133	3,00
6	4.133,3	461,6	2.651	15,01	2.081	19,14	3.934	16,31	3.886	16,51	3.710	17,29	2.982	15,79	4.133	16,23	3.988	16,82	2.575	20,76	2.438	19,66	4.133	3,00
7	4.133,3	456,7	2.659	14,65	2.073	18,81	3.933	15,97	3.885	16,17	3.704	16,96	2.985	15,44	4.133	15,89	3.984	16,48	2.580	20,80	2.439	19,67	4.133	3,00
8	4.133,3	294,1	2.922	5,52	1.782	9,06	3.915	6,65	3.821	6,81	3.490	7,46	3.077	6,21	4.133	6,58	3.852	7,06	2.734	22,04	2.425	19,55	4.133	3,00
9	4.133,3	376,3	2.754	9,60	1.955	13,53	3.926	10,86	3.860	11,04	3.620	11,78	3.020	10,36	4.133	10,78	3.932	11,34	2.636	21,26	2.434	19,63	4.133	3,00
10	4.133,3	306,1	2.883	6,06	1.815	9,64	3.916	7,20	3.828	7,36	3.515	8,02	3.063	6,75	4.133	7,13	3.868	7,62	2.710	21,86	2.424	19,55	4.133	3,00
11	4.133,3	885,0	2.507	58,60	2.325	63,25	3.947	60,02	3.932	60,25	3.874	61,17	2.925	59,44	4.133	59,93	4.087	60,62	2.487	20,06	2.448	19,74	4.133	3,00
12	4.133,3	294,7	2.915	5,56	1.786	9,08	3.915	6,68	3.822	6,84	3.493	7,48	3.074	6,24	4.133	6,61	3.854	7,09	2.728	22,00	2.423	19,54	4.133	3,00
13	4.133,3	485,9	2.632	16,76	2.109	20,93	3.935	18,07	3.892	18,27	3.729	19,07	2.974	17,54	4.133	17,98	4.000	18,59	2.563	20,67	2.439	19,67	4.133	3,00
14	4.133,3	308,6	2.878	6,18	1.821	9,77	3.917	7,32	3.830	7,48	3.520	8,14	3.062	6,87	4.133	7,25	3.871	7,74	2.707	21,83	2.425	19,56	4.133	3,00
15	4.133,3	337,9	2.827	7,54	1.880	11,34	3.921	8,76	3.843	8,94	3.563	9,64	3.046	8,27	4.133	8,69	3.897	9,22	2.679	21,61	2.432	19,61	4.133	3,00
16	4.133,3	555,0	2.591	22,22	2.172	26,54	3.939	23,57	3.904	23,78	3.773	24,61	2.959	23,02	4.133	23,48	4.026	24,11	2.539	20,47	2.442	19,70	4.133	3,00
17	4.133,3	513,1	2.617	18,80	2.133	23,08	3.937	20,15	3.897	20,36	3.746	21,18	2.969	19,60	4.133	20,06	4.010	20,68	2.555	20,60	2.442	19,69	4.133	3,00
18	4.133,3	411,7	2.702	11,71	2.015	15,72	3.930	12,98	3.873	13,18	3.663	13,93	3.001	12,48	4.133	12,91	3.959	13,47	2.605	21,01	2.436	19,64	4.133	3,00
19	4.133,3	424,6	2.686	12,53	2.034	16,56	3.931	13,81	3.877	14,00	3.677	14,76	2.995	13,30	4.133	13,73	3.968	14,30	2.595	20,93	2.436	19,64	4.133	3,00
20	4.133,3	421,5	2.692	12,32	2.028	16,37	3.931	13,61	3.875	13,80	3.672	14,57	2.997	13,10	4.133	13,53	3.965	14,11	2.599	20,96	2.436	19,65	4.133	3,00
21	4.133,3	637,7	2.562	29,68	2.224	34,23	3.942	31,11	3.914	31,34	3.808	32,22	2.948	30,53	4.133	31,02	4.047	31,69	2.522	20,34	2.446	19,73	4.133	3,00
22	4.133,3	497,0	2.624	17,58	2.120	21,78	3.936	18,90	3.894	19,11	3.737	19,91	2.972	18,37	4.133	18,82	4.005	19,43	2.559	20,63	2.440	19,68	4.133	3,00
23	4.133,3	303,4	2.892	5,94	1.808	9,51	3.916	7,07	3.827	7,24	3.510	7,89	3.066	6,63	4.133	7,01	3.864	7,50	2.715	21,90	2.424	19,55	4.133	3,00
...
30	4.133,3	395,3	2.720	10,72	1.991	14,66	3.928	11,97	3.867	12,16	3.646	12,90	3.007	11,48	4.133	11,90	3.949	12,45	2.616	21,09	2.434	19,63	4.133	3,00

CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

ZONA A

Nº Cantón	Tensión inicial	Vano reg. (m)	-5°C		85°C		-5°C + V (140km/h)		15°C + V (140km/h)		-5°C + V/2		CHS a 0°C		EDS a 15°C		Ten. máxima	
			T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.
24	4.133,3	414,3	2.804	11,43	2.119	15,13	4.115	12,56	3.876	13,33	3.215	11,79	2.750	22,18	2.604	21,00	4.115	3,01
25	4.133,3	431,9	2.789	12,49	2.146	16,24	4.120	13,63	3.895	14,42	3.205	12,86	2.740	22,09	2.604	21,00	4.120	3,01
26	4.133,3	616,8	2.683	26,52	2.325	30,62	4.133	27,75	4.006	28,63	3.129	26,90	2.659	21,44	2.590	20,89	4.133	3,00
27	4.133,3	309,5	2.942	6,08	1.899	9,42	4.064	7,09	3.711	7,77	3.297	6,42	2.849	22,98	2.604	21,00	4.064	3,05
28	4.133,3	480,6	2.755	15,66	2.210	19,53	4.132	16,83	3.940	17,66	3.184	16,03	2.715	21,90	2.604	21,00	4.132	3,00
29	4.133,3	365,8	2.854	8,75	2.033	12,29	4.097	9,83	3.814	10,56	3.246	9,10	2.786	22,47	2.604	21,00	4.097	3,03
...
31	4.133,3	397,7	2.819	10,47	2.092	14,12	4.109	11,58	3.857	12,34	3.224	10,83	2.761	22,27	2.604	21,00	4.109	3,02
32	4.133,3	323,9	2.912	6,72	1.944	10,08	4.079	7,74	3.748	8,42	3.281	7,06	2.828	22,81	2.604	21,00	4.079	3,04
33	4.133,3	357,0	2.865	8,30	2.017	11,80	4.094	9,37	3.802	10,09	3.252	8,65	2.794	22,53	2.604	21,00	4.094	3,03
34	0,0	50,0	155	3,02	143	3,28	250	3,02	245	3,08	184	3,02	155	1,25	152	1,23	250	49,60

1.9.2.8. Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{arsh} \left[\frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- T_m Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x_m Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[\operatorname{ch} \left(\frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (m)$$

donde:

- f: Flecha (m).
- T_{mi} : Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H: Parámetro de la catenaria (m).
- p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

Cantón N°: 1 ZONA B
APOYO INICIAL: 62-DERIV
VANO DE REGULACIÓN: 419,2m
APOYO FINAL N°: 59A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		419,2
0	2.555,3	12,843
5	2.513,7	13,056
10	2.473,8	13,267
15	2.435,6	13,476
20	2.398,8	13,682
25	2.363,5	13,887
30	2.329,5	14,091
35	2.296,9	14,292
40	2.265,4	14,491
45	2.235,0	14,688
50	2.205,7	14,884

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 2 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 59A
VANO DE REGULACIÓN: 394,2m
APOYO FINAL N°: 60A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		394,2
0	2.567,4	11,304
5	2.520,8	11,513
10	2.476,3	11,721
15	2.433,7	11,926
20	2.393,0	12,130
25	2.354,0	12,331
30	2.316,6	12,531
35	2.280,8	12,728
40	2.246,3	12,924
45	2.213,3	13,117
50	2.181,5	13,309

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 3 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 60A

VANO DE REGULACIÓN: 419,6m

APOYO FINAL N°: 61A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		419,6
		39,9
		60-61
0	2.556,9	12,916
5	2.515,0	13,131
10	2.474,9	13,345
15	2.436,4	13,556
20	2.399,4	13,766
25	2.363,9	13,973
30	2.329,7	14,179
35	2.296,9	14,382
40	2.265,2	14,584
45	2.234,7	14,784
50	2.205,3	14,982

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 4 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 61A

VANO DE REGULACIÓN: 473,5m

APOYO FINAL N°: 62A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		473,5
		-37,8
		61-62
0	2.535,5	16,570
5	2.502,3	16,791
10	2.470,2	17,009
15	2.439,3	17,226
20	2.409,3	17,441
25	2.380,3	17,654
30	2.352,2	17,866
35	2.325,1	18,075
40	2.298,7	18,283
45	2.273,2	18,489
50	2.248,4	18,694

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 5 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 62A
VANO DE REGULACIÓN: 555,8m
APOYO FINAL N°: 63

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		555,8
		-5,8
		62-63
0	2.513,0	22,978
5	2.488,8	23,203
10	2.465,2	23,426
15	2.442,2	23,648
20	2.419,8	23,868
25	2.398,0	24,086
30	2.376,7	24,303
35	2.355,9	24,519
40	2.335,6	24,733
45	2.315,8	24,945
50	2.296,5	25,156

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 6 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 63
VANO DE REGULACIÓN: 461,6m
APOYO FINAL N°: 70

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)						
		Longitud del vano (m)						
		Desnivel (m)						
		Apoyos del vano						
		413,3	527,5	495,9	432,4	490,6	437,0	380,8
		-38,3	-2,3	23,1	-13,1	-9,0	4,7	21,9
		63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70
0	2.538,8	12,618	20,481	18,115	13,761	17,714	14,046	10,679
5	2.504,1	12,793	20,767	18,367	13,952	17,960	14,241	10,828
10	2.470,6	12,967	21,049	18,617	14,142	18,204	14,434	10,975
15	2.438,3	13,139	21,329	18,864	14,330	18,446	14,626	11,120
20	2.407,1	13,310	21,607	19,110	14,516	18,686	14,816	11,265
25	2.377,0	13,480	21,882	19,353	14,701	18,924	15,005	11,408
30	2.347,8	13,647	22,155	19,594	14,884	19,160	15,192	11,550
35	2.319,6	13,814	22,426	19,833	15,066	19,394	15,377	11,691
40	2.292,3	13,979	22,694	20,071	15,246	19,626	15,561	11,830
45	2.265,9	14,142	22,960	20,306	15,424	19,856	15,743	11,969
50	2.240,3	14,304	23,224	20,539	15,601	20,084	15,924	12,106

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 7 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 70
VANO DE REGULACIÓN: 456,7m
APOYO FINAL N°: 71

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		456,7
		-52,1
		70-71
0	2.542,5	15,421
5	2.506,7	15,642
10	2.472,2	15,861
15	2.438,9	16,078
20	2.406,8	16,293
25	2.375,8	16,506
30	2.345,9	16,717
35	2.317,0	16,927
40	2.289,0	17,135
45	2.261,9	17,341
50	2.235,7	17,545

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 8 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 71
VANO DE REGULACIÓN: 294,1m
APOYO FINAL N°: 72

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		294,1
		-35,5
		71-72
0	2.648,4	6,139
5	2.568,8	6,330
10	2.494,4	6,519
15	2.424,7	6,706
20	2.359,4	6,892
25	2.298,1	7,077
30	2.240,5	7,259
35	2.186,3	7,439
40	2.135,2	7,617
45	2.087,0	7,793
50	2.041,5	7,968

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 9 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 72

VANO DE REGULACIÓN: 376,3m

APOYO FINAL N°: 73

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		376,3
		-52,2
		72-73
0	2.582,1	10,337
5	2.530,3	10,549
10	2.481,1	10,759
15	2.434,3	10,966
20	2.389,6	11,172
25	2.346,9	11,375
30	2.306,2	11,577
35	2.267,3	11,776
40	2.230,0	11,973
45	2.194,3	12,169
50	2.160,1	12,362

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 10 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 73

VANO DE REGULACIÓN: 306,1m

APOYO FINAL N°: 74

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		306,1
		-12,7
		73-74
0	2.631,6	6,649
5	2.558,1	6,840
10	2.489,1	7,030
15	2.424,3	7,218
20	2.363,4	7,404
25	2.306,1	7,589
30	2.252,0	7,771
35	2.201,0	7,952
40	2.152,8	8,130
45	2.107,1	8,307
50	2.063,9	8,481

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 11 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 74

VANO DE REGULACIÓN: 885,0m

APOYO FINAL N°: 75

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		885,0
		69,1
		74-75
0	2.477,3	59,494
5	2.467,5	59,732
10	2.457,9	59,970
15	2.448,3	60,207
20	2.438,9	60,443
25	2.429,5	60,678
30	2.420,3	60,912
35	2.411,1	61,146
40	2.402,1	61,378
45	2.393,2	61,611
50	2.384,3	61,842

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 12 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 75

VANO DE REGULACIÓN: 294,7m

APOYO FINAL N°: 76A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		294,7
		20,6
		75-76
0	2.644,3	6,145
5	2.565,7	6,333
10	2.492,1	6,521
15	2.423,2	6,706
20	2.358,5	6,890
25	2.297,9	7,072
30	2.240,8	7,253
35	2.187,2	7,431
40	2.136,6	7,607
45	2.088,8	7,782
50	2.043,7	7,954

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 13 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 76A

VANO DE REGULACIÓN: 485,9m

APOYO FINAL N°: 77A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		485,9
		-0,5
		76-77
0	2.530,6	17,427
5	2.499,2	17,647
10	2.468,8	17,865
15	2.439,4	18,081
20	2.410,9	18,295
25	2.383,3	18,508
30	2.356,6	18,718
35	2.330,7	18,928
40	2.305,5	19,135
45	2.281,1	19,341
50	2.257,3	19,545

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 14 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 77A

VANO DE REGULACIÓN: 308,6m

APOYO FINAL N°: 78A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		308,6
		17,2
		77-78
0	2.629,6	6,770
5	2.557,0	6,963
10	2.488,9	7,154
15	2.424,9	7,343
20	2.364,7	7,530
25	2.307,9	7,715
30	2.254,4	7,899
35	2.203,9	8,080
40	2.156,1	8,260
45	2.110,9	8,437
50	2.068,0	8,612

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 15 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 78A

VANO DE REGULACIÓN: 337,9m

APOYO FINAL N°: 79A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		337,9	
		58,2	
		78-79	
0	2.612,1	8,276	
5	2.548,7	8,483	
10	2.488,8	8,687	
15	2.432,2	8,890	
20	2.378,6	9,090	
25	2.327,9	9,289	
30	2.279,8	9,485	
35	2.234,1	9,680	
40	2.190,7	9,872	
45	2.149,4	10,062	
50	2.110,0	10,250	

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 16 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 79A

VANO DE REGULACIÓN: 555,0m

APOYO FINAL N°: 81

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		505,1	594,1
		-45,5	-12,1
		79-80	80-81
0	2.513,7	19,042	26,263
5	2.489,3	19,229	26,522
10	2.465,5	19,415	26,779
15	2.442,4	19,600	27,034
20	2.419,9	19,783	27,287
25	2.397,9	19,965	27,538
30	2.376,5	20,146	27,788
35	2.355,6	20,325	28,036
40	2.335,2	20,504	28,282
45	2.315,3	20,681	28,527
50	2.295,8	20,856	28,770

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 17 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 81

VANO DE REGULACIÓN: 513,1m

APOYO FINAL N°: 82A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		513,1		
		-63,7		
		81-82		
0	2.525,2	19,631		
5	2.496,5	19,857		
10	2.468,6	20,082		
15	2.441,6	20,305		
20	2.415,4	20,527		
25	2.389,9	20,746		
30	2.365,2	20,964		
35	2.341,1	21,180		
40	2.317,7	21,395		
45	2.295,0	21,608		
50	2.272,8	21,820		

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 18 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 82A

VANO DE REGULACIÓN: 411,7m

APOYO FINAL N°: 85A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		287,7	470,5	413,2
		-17,5	-46,2	17,0
		82-83	83-84	84-85
0	2.559,8	6,047	16,233	12,463
5	2.516,6	6,151	16,513	12,678
10	2.475,2	6,254	16,790	12,890
15	2.435,5	6,356	17,065	13,101
20	2.397,5	6,457	17,336	13,309
25	2.360,9	6,557	17,605	13,516
30	2.325,8	6,656	17,872	13,720
35	2.292,1	6,754	18,136	13,923
40	2.259,6	6,852	18,398	14,124
45	2.228,4	6,948	18,657	14,322
50	2.198,3	7,043	18,913	14,519

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 19 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 85A
VANO DE REGULACIÓN: 424,6m
APOYO FINAL N°: 89

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud del vano (m)			
		Desnivel (m)			
		Apoyos del vano			
		423,5	469,1	452,0	267,2
		-13,2	3,3	-16,5	5,1
0	2.553,0	13,126	16,099	14,954	5,218
5	2.512,4	13,338	16,360	15,196	5,302
10	2.473,4	13,549	16,619	15,436	5,386
15	2.436,0	13,758	16,875	15,674	5,469
20	2.400,0	13,965	17,129	15,910	5,551
25	2.365,4	14,169	17,380	16,143	5,632
30	2.332,1	14,372	17,629	16,374	5,713
35	2.300,1	14,573	17,876	16,603	5,792
40	2.269,1	14,772	18,120	16,830	5,871
45	2.239,3	14,970	18,362	17,055	5,950
50	2.210,5	15,165	18,602	17,278	6,027

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 20 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 89
VANO DE REGULACIÓN: 421,5m
APOYO FINAL N°: 90

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud del vano (m)			
		Desnivel (m)			
		Apoyos del vano			
		421,5			
		-39,4			
0	2.555,9	13,037			
5	2.514,5	13,252			
10	2.474,7	13,466			
15	2.436,5	13,678			
20	2.399,8	13,887			
25	2.364,6	14,095			
30	2.330,7	14,301			
35	2.298,0	14,504			
40	2.266,6	14,706			
45	2.236,3	14,906			
50	2.207,0	15,104			

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 21 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 90

VANO DE REGULACIÓN: 637,7m

APOYO FINAL N°: 91

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		637,7	
		-117,4	
		90-91	
0	2.502,2	30,906	
5	2.483,1	31,145	
10	2.464,3	31,384	
15	2.446,0	31,621	
20	2.428,0	31,857	
25	2.410,4	32,091	
30	2.393,1	32,324	
35	2.376,2	32,555	
40	2.359,6	32,785	
45	2.343,3	33,014	
50	2.327,4	33,242	

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 22 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 91

VANO DE REGULACIÓN: 497,0m

APOYO FINAL N°: 93

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		480,7	511,8
		-18,8	-2,0
		91-92	92-93
0	2.527,5	17,094	19,362
5	2.497,4	17,301	19,596
10	2.468,2	17,506	19,829
15	2.440,0	17,709	20,059
20	2.412,6	17,911	20,288
25	2.386,0	18,111	20,514
30	2.360,3	18,310	20,739
35	2.335,2	18,507	20,963
40	2.310,9	18,702	21,184
45	2.287,3	18,896	21,404
50	2.264,4	19,088	21,622

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 23 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 93
VANO DE REGULACIÓN: 303,4m
APOYO FINAL N°: 96

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		290,6	337,2	270,8
		-23,3	-28,5	-2,6
		93-94	94-95	95-96
0	2.635,3	6,001	8,081	5,192
5	2.560,4	6,176	8,317	5,344
10	2.490,3	6,350	8,552	5,495
15	2.424,4	6,523	8,785	5,644
20	2.362,6	6,694	9,015	5,792
25	2.304,4	6,863	9,243	5,939
30	2.249,5	7,031	9,469	6,084
35	2.197,8	7,197	9,692	6,227
40	2.149,0	7,361	9,913	6,369
45	2.102,8	7,522	10,131	6,509
50	2.059,1	7,683	10,347	6,647

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 24 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 96
VANO DE REGULACIÓN: 414,3m
APOYO FINAL N°: 102

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)					
		Longitud del vano (m)					
		Desnivel (m)					
		Apoyos del vano					
		414,0	437,7	424,3	395,3	405,9	404,5
		-3,2	2,0	-18,3	-0,2	-18,0	-7,9
		96-97	97-98	98-99	99-100	100-101	101-102
0	2.750,2	11,633	13,008	12,233	10,606	11,192	11,108
5	2.699,2	11,853	13,254	12,465	10,807	11,404	11,318
10	2.650,5	12,072	13,498	12,694	11,006	11,614	11,526
15	2.604,0	12,288	13,740	12,921	11,203	11,822	11,733
20	2.559,5	12,502	13,979	13,147	11,398	12,028	11,937
25	2.516,9	12,714	14,217	13,370	11,591	12,232	12,140
30	2.476,1	12,924	14,452	13,591	11,783	12,434	12,340
35	2.436,9	13,132	14,684	13,810	11,972	12,634	12,539
40	2.399,4	13,338	14,915	14,026	12,160	12,833	12,736
45	2.363,3	13,543	15,143	14,241	12,346	13,029	12,931
50	2.328,7	13,745	15,370	14,454	12,531	13,223	13,124

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 25 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 102

VANO DE REGULACIÓN: 431,9m

APOYO FINAL N°: 103

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		431,9
		1,0
		102-103
0	2.739,5	12,716
5	2.692,4	12,939
10	2.647,3	13,160
15	2.604,0	13,380
20	2.562,5	13,597
25	2.522,7	13,812
30	2.484,5	14,025
35	2.447,8	14,236
40	2.412,4	14,445
45	2.378,4	14,652
50	2.345,7	14,858

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 26 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 103

VANO DE REGULACIÓN: 616,8m

APOYO FINAL N°: 104

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		616,8
		-26,2
		103-104
0	2.658,5	26,781
5	2.635,1	27,021
10	2.612,2	27,258
15	2.589,9	27,495
20	2.568,1	27,729
25	2.546,8	27,962
30	2.526,0	28,194
35	2.505,6	28,424
40	2.485,8	28,653
45	2.466,3	28,880
50	2.447,3	29,106

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 27 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 104
VANO DE REGULACIÓN: 309,5m
APOYO FINAL N°: 105

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		309,5
		50,1
		104-105
0	2.849,1	6,357
5	2.762,0	6,558
10	2.680,4	6,758
15	2.604,0	6,956
20	2.532,3	7,153
25	2.465,0	7,349
30	2.401,7	7,543
35	2.342,2	7,735
40	2.286,2	7,925
45	2.233,3	8,113
50	2.183,3	8,299

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 28 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 105
VANO DE REGULACIÓN: 480,6m
APOYO FINAL N°: 106

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		480,6
		-2,4
		105-106
0	2.715,4	15,888
5	2.676,9	16,117
10	2.639,8	16,344
15	2.604,0	16,569
20	2.569,5	16,793
25	2.536,1	17,014
30	2.503,9	17,234
35	2.472,8	17,452
40	2.442,7	17,667
45	2.413,6	17,882
50	2.385,3	18,094

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 29 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 106
VANO DE REGULACIÓN: 365,8m
APOYO FINAL N°: 113

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)						
		Longitud del vano (m)						
		Desnivel (m)						
		Apoyos del vano						
		244,8	363,8	399,4	410,0	358,0	362,1	355,4
		-6,0	-23,6	2,4	6,8	12,9	16,7	39,3
		106-107	107-108	108-109	109-110	110-111	111-112	112-113
0	2.786,5	4,015	8,883	10,687	11,262	8,590	8,793	8,514
5	2.722,3	4,109	9,092	10,939	11,527	8,793	9,001	8,715
10	2.661,6	4,203	9,300	11,189	11,791	8,994	9,206	8,914
15	2.604,0	4,296	9,506	11,437	12,052	9,193	9,410	9,111
20	2.549,4	4,388	9,710	11,683	12,311	9,391	9,612	9,307
25	2.497,5	4,479	9,912	11,926	12,568	9,586	9,812	9,501
30	2.448,2	4,570	10,112	12,167	12,822	9,780	10,010	9,692
35	2.401,2	4,659	10,310	12,405	13,073	9,971	10,207	9,882
40	2.356,5	4,748	10,506	12,641	13,322	10,161	10,401	10,070
45	2.313,9	4,835	10,700	12,875	13,568	10,348	10,593	10,256
50	2.273,2	4,922	10,892	13,106	13,811	10,534	10,783	10,440

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 30 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 113
VANO DE REGULACIÓN: 395,3m
APOYO FINAL N°: 131

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)									
		Longitud del vano (m)									
		Desnivel (m)									
		Apoyos del vano									
		222,0	367,3	389,1	399,0	407,8	456,5	407,5	442,0	372,5	388,8
		4,1	3,0	2,6	-3,6	-2,9	5,5	8,0	5,2	-25,5	-11,7
		113-114	114-115	115-116	116-117	117-118	118-119	119-120	120-121	121-122	122-123
0	2.566,9	3,581	9,811	11,013	11,582	12,097	15,164	12,081	14,213	10,113	10,998
5	2.520,5	3,647	9,992	11,217	11,796	12,320	15,444	12,304	14,475	10,300	11,201
10	2.476,2	3,713	10,171	11,418	12,008	12,541	15,721	12,525	14,735	10,485	11,402
15	2.433,8	3,777	10,348	11,617	12,217	12,760	15,996	12,744	14,993	10,668	11,601
20	2.393,2	3,841	10,524	11,815	12,425	12,977	16,268	12,960	15,247	10,849	11,798
25	2.354,4	3,905	10,698	12,010	12,630	13,192	16,537	13,175	15,500	11,028	11,994
30	2.317,2	3,968	10,870	12,203	12,834	13,404	16,803	13,387	15,750	11,206	12,187
35	2.281,5	4,030	11,041	12,395	13,035	13,614	17,067	13,597	15,997	11,382	12,378
40	2.247,2	4,091	11,210	12,585	13,235	13,823	17,329	13,805	16,242	11,556	12,567
45	2.214,2	4,152	11,377	12,772	13,432	14,029	17,588	14,011	16,485	11,728	12,755
50	2.182,5	4,213	11,543	12,958	13,628	14,233	17,844	14,215	16,725	11,899	12,941

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 30 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 113
VANO DE REGULACIÓN: 395,3m
APOYO FINAL N°: 131

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)							
		Longitud del vano (m)							
		Desnivel (m)							
		Apoyos del vano							
		367,1	373,8	415,9	366,6	471,7	393,1	361,7	334,9
		1,9	-2,2	-13,3	-2,8	-1,8	6,4	-7,9	0,4
		123-124	124-125	125-126	126-127	127-128	128-129	129-130	130-131
0	2.566,9	9,801	10,162	12,587	9,774	16,190	11,239	9,515	8,157
5	2.520,5	9,982	10,350	12,819	9,954	16,489	11,446	9,691	8,307
10	2.476,2	10,161	10,536	13,049	10,132	16,786	11,651	9,865	8,456
15	2.433,8	10,338	10,719	13,277	10,309	17,079	11,855	10,037	8,604
20	2.393,2	10,514	10,901	13,503	10,484	17,369	12,056	10,207	8,750
25	2.354,4	10,688	11,082	13,726	10,658	17,657	12,256	10,376	8,894
30	2.317,2	10,860	11,260	13,947	10,829	17,942	12,453	10,543	9,038
35	2.281,5	11,030	11,437	14,166	10,999	18,224	12,648	10,708	9,179
40	2.247,2	11,199	11,612	14,383	11,167	18,503	12,842	10,872	9,320
45	2.214,2	11,366	11,785	14,598	11,334	18,779	13,034	11,034	9,459
50	2.182,5	11,531	11,957	14,811	11,499	19,053	13,223	11,195	9,596

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 31 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 131
VANO DE REGULACIÓN: 397,7m
APOYO FINAL N°: 145

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)							
		Longitud del vano (m)							
		Desnivel (m)							
		Apoyos del vano							
		364,6	386,2	379,5	356,8	393,3	380,2	372,5	375,2
		-3,9	-5,9	0,7	-2,7	-5,2	2,4	-2,1	2,0
		131-132	132-133	133-134	134-135	135-136	136-137	137-138	138-139
0	2.761,2	8,989	10,082	9,737	8,605	10,459	9,771	9,378	9,515
5	2.706,3	9,172	10,287	9,935	8,780	10,672	9,970	9,569	9,709
10	2.653,9	9,353	10,490	10,132	8,953	10,883	10,167	9,758	9,901
15	2.604,0	9,533	10,692	10,326	9,125	11,092	10,362	9,946	10,091
20	2.556,4	9,710	10,891	10,519	9,295	11,299	10,556	10,131	10,279
25	2.510,9	9,887	11,089	10,710	9,464	11,504	10,747	10,315	10,466
30	2.467,5	10,061	11,285	10,899	9,631	11,707	10,937	10,497	10,650
35	2.425,9	10,234	11,478	11,086	9,796	11,908	11,125	10,677	10,833
40	2.386,1	10,405	11,670	11,271	9,960	12,107	11,310	10,856	11,014
45	2.348,0	10,574	11,860	11,455	10,122	12,304	11,495	11,032	11,193
50	2.311,5	10,742	12,048	11,636	10,282	12,499	11,677	11,207	11,371

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 31 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 131
VANO DE REGULACIÓN: 397,7m
APOYO FINAL N°: 145

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)					
		Longitud del vano (m)					
		Desnivel (m)					
		Apoyos del vano					
		409,8	395,9	461,6	398,4	444,4	406,3
		-7,6	1,8	-3,3	-0,6	-3,9	-0,5
		139-140	140-141	141-142	142-143	143-144	144-145
0	2.761,2	11,358	10,598	14,410	10,730	13,356	11,162
5	2.706,3	11,589	10,814	14,704	10,948	13,628	11,389
10	2.653,9	11,818	11,028	14,995	11,164	13,897	11,614
15	2.604,0	12,045	11,239	15,283	11,379	14,164	11,837
20	2.556,4	12,270	11,449	15,568	11,591	14,429	12,058
25	2.510,9	12,493	11,657	15,851	11,802	14,691	12,277
30	2.467,5	12,714	11,863	16,131	12,010	14,950	12,494
35	2.425,9	12,932	12,066	16,408	12,216	15,207	12,708
40	2.386,1	13,148	12,268	16,683	12,420	15,462	12,921
45	2.348,0	13,362	12,468	16,955	12,622	15,714	13,131
50	2.311,5	13,574	12,666	17,224	12,823	15,963	13,339

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 32 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 145
VANO DE REGULACIÓN: 323,9m
APOYO FINAL N°: 148

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		346,9	318,9	300,8
		-12,1	-3,9	-2,1
		145-146	146-147	147-148
0	2.827,9	7,947	6,711	5,970
5	2.748,6	8,177	6,905	6,143
10	2.674,1	8,405	7,098	6,314
15	2.604,0	8,631	7,289	6,484
20	2.538,1	8,856	7,479	6,653
25	2.476,0	9,079	7,667	6,820
30	2.417,4	9,299	7,853	6,985
35	2.362,1	9,517	8,037	7,149
40	2.309,8	9,733	8,219	7,311
45	2.260,3	9,947	8,400	7,472
50	2.213,4	10,158	8,578	7,630

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 33 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 148

VANO DE REGULACIÓN: 357,0m

APOYO FINAL N°: 149

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		357,0
		0,3
		148-149
0	2.793,9	8,513
5	2.727,1	8,722
10	2.663,8	8,930
15	2.604,0	9,135
20	2.547,3	9,339
25	2.493,6	9,540
30	2.442,6	9,740
35	2.394,1	9,938
40	2.348,0	10,133
45	2.304,1	10,327
50	2.262,2	10,518

CONDUCTOR LA-455 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 34 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 149

VANO DE REGULACIÓN: 50,0m

APOYO FINAL: PÓRTICO

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		50,0
		-4,5
		149-150
0	154,5	3,043
5	153,8	3,059
10	153,0	3,074
15	152,3	3,089
20	151,5	3,104
25	150,8	3,119
30	150,1	3,134
35	149,4	3,149
40	148,7	3,164
45	148,0	3,179
50	147,4	3,193

1.9.2.9. Distancias

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- D_{el} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- D_{pp} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos
- a_{som} Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna a_{som} debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a $1,1 a_{som}$.

Los valores para la tensión nominal de 400kV son los siguientes:

Tensión más elevada U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
420,0	2,80	3,20

1.9.2.9.1. Distancias entre conductores a partes puestas a tierra

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión la distancia mínima de los conductores y sus partes puestas en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2m.

$$D_{el} = 2,80 \text{ m} \quad d_{min} = 2,80 \text{ m}$$

1.9.2.9.2. Distancia de seguridad en apoyos de alineación

El ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión vendrá dado por la expresión:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{P + \frac{P_a}{2} + P_c}$$

siendo:

- F_t Fuerza debida a una presión de viento mitad actuando sobre los conductores a ambos lados del apoyo, a la que se añade en los apoyos de ángulo la componente horizontal de las fuerzas de tracción transmitida (daN)
- F_{ta} Fuerza debida a la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores con presión de viento mitad (daN)
- P Componente vertical de las fuerzas transmitidas por el conductor situado en los vanos contiguos al apoyo (daN)
- P_a Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN)
- P_c Peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN)

Teniendo en cuenta que puede presentarse el caso de apoyos en donde el gravivano sea inferior al eolovano y despreciando el peso y la fuerza que ejerce el viento sobre la cadena de aisladores, la desviación de la cadena de aisladores será:

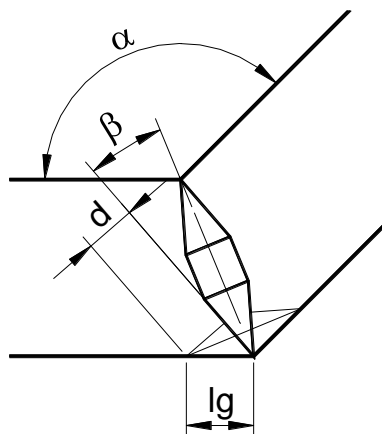
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_t e_o}{P g_r}$$

siendo:

- e_o : Eolovano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado
- g_r : Gravivano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

1.9.2.9.3. Cálculo de la distancia a masa en apoyos tipo ángulo

En los apoyos tipo ángulo la distancia entre los conductores en tensión y el apoyo puesto a tierra se puede calcular de la siguiente forma:



$$d = lg \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} - \beta \right)$$

siendo:

- lg : Longitud de la cadena de amarre en metros
- α : Ángulo de la línea
- β : Semiángulo de la cruceta

donde:

$$\beta = a \tan \left(\frac{f/2}{br - f/2} \right)$$

siendo:

- f : Fuste del apoyo
- br : Brazo más corto de la cruceta

Se ha realizado el cálculo de esta distancia para todos los apoyos tipo ángulo de la línea. En la tabla de distancia a masa se muestra los resultados de este cálculo aplicado a la línea.

1.9.2.9.4. Tabla de resultados

En la tabla siguiente se puede ver la inclinación de la cadena de cada apoyo de alineación y la distancia de seguridad a masa de todos los apoyos de la línea:

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Inclinación cadena	Distancia mínima conductores (m)	Distancia mínima puente flojo (m)	Distancia a masa (m)	Porcentaje de superación
59A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
60A	AG-AM	---	4,39	3,43	2,80	22,56%
61A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
62A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
63	AG-AM	---	4,30	3,36	2,80	20,16%
64	AL	29,84°	3,41	---	2,80	21,62%
65	AL	26,34°	3,52	---	2,80	25,65%
66	AL	18,86°	3,72	---	2,80	32,69%
67	AL	23,63°	3,60	---	2,80	28,46%
68	AL	24,83°	3,56	---	2,80	27,25%
69	AL	26,35°	3,52	---	2,80	25,64%
70	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
71	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
72	AG-AM	---	4,31	3,37	2,80	20,43%
73	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
74	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
75	AG-AM	---	4,10	3,00	2,80	7,04%
76A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
77A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
78A	AL-AM	---	---	3,57	2,80	27,47%
79A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
80A	AL	27,44°	3,48	---	2,80	24,44%
81	AG-AM	---	4,49	3,51	2,80	25,35%
82A	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
83A	AL	19,94°	3,69	---	2,80	31,81%
84A	AL	37,20°	3,13	---	2,80	11,68%
85A	AG-AM	---	4,24	3,27	2,80	16,63%
86	AL	25,58°	3,54	---	2,80	26,47%
87	AL	20,38°	3,68	---	2,80	31,44%

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Inclinación cadena	Distancia mínima conductores (m)	Distancia mínima puente flojo (m)	Distancia a masa (m)	Porcentaje de superación
88	AL	27,61°	3,48	---	2,80	24,25%
89	AG-AM	---	4,08	2,96	2,80	5,67%
90	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
91	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
92	AL	25,22°	3,55	---	2,80	26,85%
93	AG-AM	---	4,30	3,37	2,80	20,24%
94	AL	21,62°	3,65	---	2,80	30,35%
95	AL	31,79°	3,34	---	2,80	19,18%
96	AG-AM	---	4,40	3,44	2,80	22,89%
97	AL	23,62°	3,60	---	2,80	28,46%
98	AL	19,82°	3,69	---	2,80	31,91%
99	AL	26,20°	3,52	---	2,80	25,81%
100	AL	19,75°	3,69	---	2,80	31,96%
101	AL	24,57°	3,57	---	2,80	27,52%
102	AG-AM	---	4,16	3,12	2,80	11,30%
103	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
104	AL-AM	---	---	3,69	2,80	31,76%
105	AG-AM	---	4,47	3,50	2,80	24,99%
106	AG-AM	---	3,91	3,69	2,80	31,76%
107	AL	18,76°	3,72	---	2,80	32,77%
108	AL	29,59°	3,41	---	2,80	21,93%
109	AL	23,44°	3,60	---	2,80	28,65%
110	AL	24,12°	3,58	---	2,80	27,97%
111	AL	23,21°	3,61	---	2,80	28,87%
112	AL	29,01°	3,43	---	2,80	22,62%
113	AG-AM	---	3,76	3,69	2,80	31,76%
114	AL	21,00°	3,67	---	2,80	30,90%
115	AL	22,37°	3,63	---	2,80	29,66%
116	AL	21,49°	3,65	---	2,80	30,47%
117	AL	22,75°	3,62	---	2,80	29,31%
118	AL	24,10°	3,58	---	2,80	27,99%
119	AL	23,28°	3,61	---	2,80	28,80%

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Inclinación cadena	Distancia mínima conductores (m)	Distancia mínima puente flojo (m)	Distancia a masa (m)	Porcentaje de superación
120	AL	22,18°	3,64	---	2,80	29,84%
121	AL	18,05°	3,73	---	2,80	33,31%
122	AL	25,72°	3,54	---	2,80	26,32%
123	AL	25,46°	3,54	---	2,80	26,59%
124	AL	21,63°	3,65	---	2,80	30,34%
125	AL	20,83°	3,67	---	2,80	31,05%
126	AL	24,47°	3,57	---	2,80	27,62%
127	AL	22,95°	3,62	---	2,80	29,12%
128	AL	24,18°	3,58	---	2,80	27,91%
129	AL	19,92°	3,69	---	2,80	31,82%
130	AL	24,30°	3,58	---	2,80	27,79%
131	AG-AM	---	4,64	3,68	2,80	31,44%
132	AL	22,12°	3,64	---	2,80	29,89%
133	AL	23,90°	3,59	---	2,80	28,19%
134	AL	21,72°	3,65	---	2,80	30,26%
135	AL	22,03°	3,64	---	2,80	29,97%
136	AL	24,12°	3,58	---	2,80	27,98%
137	AL	21,59°	3,65	---	2,80	30,37%
138	AL	23,34°	3,60	---	2,80	28,74%
139	AL	20,90°	3,67	---	2,80	30,99%
140	AL	24,44°	3,57	---	2,80	27,65%
141	AL	21,94°	3,64	---	2,80	30,06%
142	AL	23,13°	3,61	---	2,80	28,94%
143	AL	22,20°	3,63	---	2,80	29,82%
144	AL	23,26°	3,61	---	2,80	28,81%
145	AG-AM	---	4,08	2,95	2,80	5,45%
146	AL	24,38°	3,58	---	2,80	27,71%
147	AL	22,52°	3,63	---	2,80	29,52%
148	AG-AM	---	3,87	3,69	2,80	31,76%
149	FL	---	---	3,69	2,80	31,76%

1.9.2.9.5. Distancia de seguridad de los conductores al terreno

Según el apartado 5.5 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables a una altura mínima de:

$$h_{\min} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 \text{ m} + D_{\text{el}} = (5,3 + 2,80) \text{ m} = 8,10 \text{ m}$$

No obstante, en lugares de difícil acceso esta distancia podrá ser reducida en un metro.

La distancia de los conductores al terreno en las condiciones más desfavorables se muestra en la siguiente tabla:

Vano	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Flecha máxima (m)	Distancia mínima (m)	Distancia al terreno (m)
1	62-DERIV	59A	16,20	8,10	16,92
2	59A	60A	14,45	8,10	15,67
3	60A	61A	16,32	8,10	27,88
4	61A	62A	20,08	8,10	30,59
5	62A	63	26,60	8,10	19,74
6	63	64	15,40	8,10	13,88
7	64	65	25,01	8,10	11,77
8	65	66	22,12	8,10	8,91
9	66	67	16,80	8,10	12,48
10	67	68	21,63	8,10	10,58
11	68	69	17,15	8,10	10,15
12	69	70	13,04	8,10	14,43
13	70	71	18,93	8,10	12,91
14	71	72	9,13	8,10	12,46
15	72	73	13,66	8,10	18,90
16	73	74	9,65	8,10	12,90
17	74	75	63,44	8,10	18,00
18	75	76A	9,10	8,10	17,28
19	76A	77A	20,93	8,10	15,42
20	77A	78A	9,78	8,10	26,83
21	78A	79A	11,51	8,10	10,14

Vano	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Flecha máxima (m)	Distancia mínima (m)	Distancia al terreno (m)
22	79A	80A	22,06	8,10	9,32
23	80A	81	30,43	8,10	11,24
24	81	82A	23,26	8,10	16,87
25	82A	83A	7,69	8,10	10,85
26	83A	84A	20,65	8,10	15,78
27	84A	85A	15,85	8,10	9,99
28	85A	86	16,49	8,10	11,45
29	86	87	20,22	8,10	9,09
30	87	88	18,78	8,10	11,42
31	88	89	6,55	8,10	13,87
32	89	90	16,44	8,10	10,14
33	90	91	34,80	8,10	15,93
34	91	92	20,40	8,10	10,84
35	92	93	23,10	8,10	11,47
36	93	94	8,75	8,10	12,70
37	94	95	11,79	8,10	12,33
38	95	96	7,57	8,10	11,32
39	96	97	15,11	8,10	10,99
40	97	98	16,89	8,10	13,29
41	98	99	15,89	8,10	12,45
42	99	100	13,77	8,10	11,29
43	100	101	14,53	8,10	9,01
44	101	102	14,42	8,10	12,77
45	102	103	16,24	8,10	10,21
46	103	104	30,65	8,10	11,57
47	104	105	9,54	8,10	24,56
48	105	106	19,53	8,10	13,82
49	106	107	5,50	8,10	15,72
50	107	108	12,18	8,10	13,24
51	108	109	14,66	8,10	10,17
52	109	110	15,45	8,10	8,54
53	110	111	11,78	8,10	10,49
54	111	112	12,06	8,10	11,48

Vano	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Flecha máxima (m)	Distancia mínima (m)	Distancia al terreno (m)
55	112	113	11,68	8,10	13,27
56	113	114	4,62	8,10	14,66
57	114	115	12,66	8,10	10,50
58	115	116	14,21	8,10	10,40
59	116	117	14,95	8,10	10,41
60	117	118	15,61	8,10	8,99
61	118	119	19,57	8,10	10,35
62	119	120	15,59	8,10	10,70
63	120	121	18,34	8,10	9,25
64	121	122	13,05	8,10	17,52
65	122	123	14,19	8,10	12,79
66	123	124	12,65	8,10	10,67
67	124	125	13,11	8,10	10,95
68	125	126	16,24	8,10	9,64
69	126	127	12,61	8,10	13,68
70	127	128	20,90	8,10	8,91
71	128	129	14,50	8,10	12,77
72	129	130	12,28	8,10	10,83
73	130	131	10,52	8,10	11,14
74	131	132	11,87	8,10	11,79
75	132	133	13,31	8,10	11,44
76	133	134	12,86	8,10	11,51
77	134	135	11,36	8,10	11,21
78	135	136	13,81	8,10	11,10
79	136	137	12,90	8,10	11,17
80	137	138	12,39	8,10	11,44
81	138	139	12,57	8,10	11,00
82	139	140	15,00	8,10	10,41
83	140	141	14,00	8,10	11,28
84	141	142	19,04	8,10	9,71
85	142	143	14,17	8,10	10,42
86	143	144	17,64	8,10	10,83
87	144	145	14,74	8,10	11,29



Vano	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Flecha máxima (m)	Distancia mínima (m)	Distancia al terreno (m)
88	145	146	11,57	8,10	12,70
89	146	147	9,77	8,10	10,35
90	147	148	8,69	8,10	12,56
91	148	149	11,80	8,10	11,09
92	149	PÓRTICO	3,29	8,10	19,34

1.9.2.9.6. Distancia de los conductores entre sí

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{f_{\max} + L} + K' D_{pp}$$

siendo:

- D Distancia mínima entre conductores en m
- f_{\max} Flecha máxima en m
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

Categoría: Especial $\mu = 42,89^\circ$ $K = 0,65$ $K' = 0,85$

Nº Apoyo	K	Flecha máxima (m)		Hipótesis	L (m)	Dis. mín (m)	Dis. Real (m)	Porcent aje sup.
		v. anterior	v. posterior					
59A	0,65	15,020	12,790	Viento	0,000	5,245	5,367	2,27%
60A	0,65	12,790	14,509	Viento	0,000	5,196	8,000	35,05%
61A	0,65	14,509	18,217	Viento	0,000	5,494	8,000	31,32%
62A	0,65	18,217	24,676	Viento	0,000	5,949	8,000	25,64%
63	0,65	24,676	13,923	Viento	0,000	5,949	8,000	25,64%
64	0,65	13,923	22,603	Viento	3,926	6,068	8,000	24,15%
65	0,65	22,603	19,990	Viento	3,926	6,068	8,000	24,15%
66	0,65	19,990	15,184	Viento	3,926	5,899	8,000	26,27%

Nº Apoyo	K	Flecha máxima (m)		Hipótesis	L (m)	Dis. mín (m)	Dis. Real (m)	Porcent aje sup.
		v. anterior	v. posterior					
67	0,65	15,184	19,547	Viento	3,926	5,869	8,000	26,63%
68	0,65	19,547	15,498	Viento	3,926	5,869	8,000	26,63%
69	0,65	15,498	11,783	Viento	3,926	5,585	8,000	30,19%
70	0,65	11,783	17,068	Viento	0,000	5,405	8,000	32,43%
71	0,65	17,068	7,512	Viento	0,000	5,405	8,000	32,43%
72	0,65	7,512	11,892	Viento	0,000	4,961	8,000	37,98%
73	0,65	11,892	8,026	Viento	0,000	4,961	8,000	37,98%
74	0,65	8,026	61,349	Viento	0,000	7,811	8,000	2,36%
75	0,65	61,349	7,501	Viento	0,000	7,811	8,000	2,36%
76A	0,65	7,501	19,069	Viento	0,000	5,558	8,000	30,52%
77A	0,65	19,069	8,156	Viento	0,000	5,558	8,000	30,52%
78A	0,60	9,783	11,510	Temper.	0,000	4,756	8,000	40,56%
79A	0,65	9,783	20,458	Viento	0,000	5,660	8,000	29,25%
80A	0,65	20,458	28,219	Viento	3,926	6,405	8,000	19,93%
81	0,65	28,219	21,339	Viento	0,000	6,173	8,000	22,84%
82A	0,65	21,339	6,814	Viento	0,000	5,723	8,000	28,47%
83A	0,65	6,814	18,295	Viento	3,926	5,784	8,000	27,70%
84A	0,65	18,295	14,045	Viento	3,926	5,784	8,000	27,70%
85A	0,65	14,045	14,696	Viento	0,000	5,212	8,000	34,85%
86	0,65	14,696	18,026	Viento	3,926	5,765	8,000	27,93%
87	0,65	18,026	16,743	Viento	3,926	5,765	8,000	27,93%
88	0,65	16,743	5,841	Viento	3,926	5,675	8,000	29,06%
89	0,65	5,841	14,631	Viento	0,000	5,206	8,000	34,92%
90	0,65	14,631	32,753	Viento	0,000	6,440	8,000	19,50%
91	0,65	32,753	18,642	Viento	0,000	6,440	8,000	19,50%
92	0,65	18,642	21,116	Viento	3,926	5,973	8,000	25,34%
93	0,65	21,116	7,265	Viento	0,000	5,707	8,000	28,66%
94	0,65	7,265	9,784	Viento	3,926	5,127	8,000	35,92%
95	0,65	9,784	6,286	Viento	3,926	5,127	8,000	35,92%
96	0,65	6,286	13,311	Viento	0,000	5,091	8,000	36,36%
97	0,65	13,311	14,884	Viento	3,926	5,539	8,000	30,76%
98	0,65	14,884	13,997	Viento	3,926	5,539	8,000	30,76%

Nº Apoyo	K	Flecha máxima (m)		Hipótesis	L (m)	Dis. mín (m)	Dis. Real (m)	Porcent aje sup.
		v. anterior	v. posterior					
99	0,65	13,997	12,135	Viento	3,926	5,472	8,000	31,60%
100	0,65	12,135	12,806	Viento	3,926	5,379	8,000	32,77%
101	0,65	12,806	12,709	Viento	3,926	5,379	8,000	32,77%
102	0,65	12,709	14,422	Viento	0,000	5,188	8,000	35,14%
103	0,65	14,422	28,660	Viento	0,000	6,200	8,000	22,50%
104	0,65	28,660	7,871	Viento	0,000	6,200	8,000	22,50%
105	0,65	7,871	17,655	Viento	0,000	5,451	8,000	31,86%
106	0,65	17,655	4,729	Viento	0,000	5,451	8,000	31,86%
107	0,65	4,729	10,466	Viento	3,926	5,186	8,000	35,18%
108	0,65	10,466	12,592	Viento	3,926	5,362	8,000	32,98%
109	0,65	12,592	13,270	Viento	3,926	5,415	8,000	32,31%
110	0,65	13,270	10,121	Viento	3,926	5,415	8,000	32,31%
111	0,65	10,121	10,360	Viento	3,926	5,177	8,000	35,29%
112	0,65	10,360	10,031	Viento	3,926	5,177	8,000	35,29%
113	0,65	10,031	4,065	Viento	0,000	4,779	8,000	40,27%
114	0,65	4,065	11,138	Viento	3,926	5,243	8,000	34,46%
115	0,65	11,138	12,504	Viento	3,926	5,355	8,000	33,07%
116	0,65	12,504	13,150	Viento	3,926	5,406	8,000	32,42%
117	0,65	13,150	13,735	Viento	3,926	5,452	8,000	31,86%
118	0,65	13,735	17,218	Viento	3,926	5,709	8,000	28,64%
119	0,65	17,218	13,717	Viento	3,926	5,709	8,000	28,64%
120	0,65	13,717	16,138	Viento	3,926	5,632	8,000	29,61%
121	0,65	16,138	11,482	Viento	3,926	5,632	8,000	29,61%
122	0,65	11,482	12,487	Viento	3,926	5,353	8,000	33,08%
123	0,65	12,487	11,128	Viento	3,926	5,353	8,000	33,08%
124	0,65	11,128	11,538	Viento	3,926	5,276	8,000	34,05%
125	0,65	11,538	14,291	Viento	3,926	5,494	8,000	31,32%
126	0,65	14,291	11,096	Viento	3,926	5,494	8,000	31,32%
127	0,65	11,096	18,384	Viento	3,926	5,790	8,000	27,62%
128	0,65	18,384	12,760	Viento	3,926	5,790	8,000	27,62%
129	0,65	12,760	10,803	Viento	3,926	5,375	8,000	32,81%
130	0,65	10,803	9,260	Viento	3,926	5,215	8,000	34,82%

Nº Apoyo	K	Flecha máxima (m)		Hipótesis	L (m)	Dis. mín (m)	Dis. Real (m)	Porcent aje sup.
		v. anterior	v. posterior					
131	0,65	9,260	10,377	Viento	0,000	4,814	8,000	39,83%
132	0,65	10,377	11,639	Viento	3,926	5,284	8,000	33,94%
133	0,65	11,639	11,242	Viento	3,926	5,284	8,000	33,94%
134	0,65	11,242	9,934	Viento	3,926	5,251	8,000	34,36%
135	0,65	9,934	12,075	Viento	3,926	5,320	8,000	33,50%
136	0,65	12,075	11,281	Viento	3,926	5,320	8,000	33,50%
137	0,65	11,281	10,827	Viento	3,926	5,255	8,000	34,32%
138	0,65	10,827	10,985	Viento	3,926	5,230	8,000	34,63%
139	0,65	10,985	13,113	Viento	3,926	5,403	8,000	32,46%
140	0,65	13,113	12,236	Viento	3,926	5,403	8,000	32,46%
141	0,65	12,236	16,639	Viento	3,926	5,668	8,000	29,15%
142	0,65	16,639	12,388	Viento	3,926	5,668	8,000	29,15%
143	0,65	12,388	15,421	Viento	3,926	5,579	8,000	30,26%
144	0,65	15,421	12,887	Viento	3,926	5,579	8,000	30,26%
145	0,65	12,887	9,669	Viento	0,000	5,053	8,000	36,83%
146	0,65	9,669	8,166	Viento	3,926	5,117	8,000	36,04%
147	0,65	8,166	7,263	Viento	3,926	4,980	8,000	37,75%
148	0,65	7,263	10,088	Viento	0,000	4,785	8,000	40,19%
149	0,65	10,088	3,094	Viento	0,000	4,785	8,000	40,19%

1.9.3. Cálculo mecánico del cable de fibra óptica

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que debe tenderse el cable de fibra óptica y los esfuerzos que este provoca en los apoyos.

1.9.3.1. Características de la línea

Tensión nominal (kV).....	U = 220
Categoría.....	Especial
Zona de aplicación	ZONAS A y B
Longitud de la línea (km)	L = 37,139
Velocidad del viento (km/h)	v = 140

1.9.3.2. Características del cable de fibra óptica

Las características mecánicas del cable de fibra óptica son:

Tipo	OPGW-24
Sección total (mm ²)	S _a = 114,9
Diámetro total (mm).....	d _a = 15,60
Peso (daN/m)	p = 0,551
Carga de rotura (daN)	C _r = 8.030
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	E = 9.700
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	α = 16,3 10 ⁻⁶

1.9.3.3. Acciones consideradas

1.9.3.3.1. Cargas permanentes

Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del cable de fibra óptica.

Peso del cable de fibra óptica (daN/m) $p_c = 0,551$

1.9.3.3.2. Acción del viento

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el cable de fibra óptica en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 140km/h.

Acción del viento horizontal (daN/m) $p_v = 1,274$

1.9.3.3.3. Sobrecarga de hielo

Según el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la sobrecarga de un manguito de hielo sobre el cable de fibra óptica. Esta sobrecarga no es aplicable a ZONA A.

Sobrecarga de hielo (daN/m)..... $p_h = 0,711$

También se ha considerado una acción de viento de 60km/h actuando sobre el conductor en la hipótesis de hielo. Esta velocidad hace una presión sobre los conductores de 25,00daN/m².

El espesor del manguito de hielo, calculado con densidad de hielo 750daN/m³ para las condiciones de hielo reglamentarias es de 11,24 mm. Esto hace que el diámetro expuesto al viento sea de 38,08 mm para cada zona. Por tanto la sobrecarga horizontal:

Sobrecarga horizontal de hielo ZONA B (daN/m) $h_h = 0,476$

La sobrecarga vertical será la de hielo actuando sobre el conductor:

Sobrecarga vertical de hielo incluyendo peso ZONA B (daN/m) $h_v = 1,262$

La sobrecarga total será la composición de ambas:

Sobrecarga de hielo más viento ZONA B (daN/m) $h_t = 1,349$

1.9.3.4. Hipótesis de partida

1.9.3.4.1. Límite estático

La tensión máxima de los cables de fibra óptica es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
OPGW-24	8.030	3,00	2.677
OPGW-24	8.030	0,00	0

1.9.3.4.2. Límite dinámico

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

1.9.3.4.2.1. Hipótesis CHS (Cold Hours Stress)

La hipótesis de carga CHS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de tensión más elevada que es probable que ocurra periódicamente (0°C y -5°C en zona A y B respectivamente) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura en estas condiciones.

El valor de tense CHS empleado en las tablas de cálculo mecánico es el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE CHS (daN)	% ROTURA
OPGW-24	8.030	1.445	18,00

1.9.3.4.2.2. Hipótesis EDS (Every Day Stress)

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
OPGW-24	8.030	1.204	15,00

1.9.3.5. Hipótesis de cálculo

1.9.3.5.1. Tracción máxima admisible

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los cables de fibra óptica deberán resistir las sobrecargas siguientes:

ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 140km/h a -5°C

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_{v140}^2} \quad p_v = 1,388 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -5^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Peso propio, sobrecarga de hielo y viento de 60km/h a -15°C

$$p_H = \sqrt{(p_c + p_h)^2 + p_v^2} \quad p_H = 1,349 \text{ daN/m}$$

$$\theta_h = -15^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis adicional: Peso propio y sobrecarga de viento de 140km/h a -10°C

$$p_c = \sqrt{p_c^2 + p_{v140}^2} \quad p_v = 1,388 \text{ daN/m}$$

$$\theta_v = -10^{\circ}\text{C}$$

1.9.3.5.2. Hipótesis de flecha máxima

Según la ITC-07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Apartado 3.2.3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento de 120km/h a la temperatura de 15°C .

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2} \quad p_{2v} = 1,274 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de 85°C .

$$p_{2t} = p_c \quad p_{2t} = 0,551 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85^{\circ}\text{C}$$

Hipótesis de hielo: Acción del peso propio, una sobrecarga de hielo a la temperatura de 0°C . Esta hipótesis no es aplicable a ZONA A.

$$p_{2t} = p_h + p_c \quad p_{2t} = 1,262 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 0^{\circ}\text{C}$$

1.9.3.5.3. Hipótesis de flecha mínima

La hipótesis de flecha mínima es:

ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2C} = p_c$$

$$p_{2C} = 0,551 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ZONA B: Peso propio sin sobrecarga a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2C} = p_c$$

$$p_{2C} = 0,551 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

1.9.3.6. Vano ideal de regulación

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (\text{m})$$

donde:

a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

b_i : Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (\text{m})$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:

VANOS IDEALES DE REGULACION CABLE OPGW 24

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)	Tense Flecha mínima (daN)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)
1	62-DERIV	59A	419,2	419,2	2.348,1	1.367,2	1.691,6	2.481,4
2	59A	60A	394,2	394,2	2.306,8	1.383,7	1.661,9	2.511,3
3	60A	61A	419,6	419,6	2.344,3	1.367,9	1.688,9	2.482,6
4	61A	62A	473,5	473,5	2.425,1	1.338,2	1.747,1	2.428,6
5	62A	63	555,8	555,8	2.527,8	1.305,0	1.821,1	2.368,4
6	63	70	3.177,4	461,6	2.410,6	1.343,6	1.736,7	2.438,5
7	70	71	456,7	456,7	2.398,4	1.347,2	1.727,9	2.445,0
8	71	72	294,1	294,1	2.099,7	1.473,0	1.512,7	2.673,3
9	72	73	376,3	376,3	2.265,8	1.398,7	1.632,4	2.538,5
10	73	74	306,1	306,1	2.133,4	1.459,5	1.537,0	2.648,8
11	74	75	885,0	885,0	2.623,2	1.163,1	1.889,8	2.110,9
12	75	76A	294,7	294,7	2.106,0	1.471,6	1.517,2	2.670,8
13	76A	77A	485,9	485,9	2.444,6	1.331,8	1.761,2	2.417,1
14	77A	78A	308,6	308,6	2.138,3	1.457,0	1.540,5	2.644,3
15	78A	79A	337,9	337,9	2.186,8	1.431,5	1.575,5	2.598,1
16	79A	81	1.099,2	555,0	2.525,2	1.305,6	1.819,3	2.369,4
17	81	82A	513,1	513,1	2.471,9	1.321,7	1.780,8	2.398,7
18	82A	85A	1.171,5	411,7	2.333,4	1.372,5	1.681,1	2.491,0

Cantón N°	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (m)	Vano de Regulación (m)	Tense de flecha máxima (daN)	Tense Flecha mínima (daN)	Parámetro flecha máxima (m)	Parámetro flecha mínima (m)
19	85A	89	1.611,7	424,6	2.356,4	1.364,0	1.697,6	2.475,5
20	89	90	421,5	421,5	2.347,5	1.366,7	1.691,2	2.480,4
21	90	91	637,7	637,7	2.583,7	1.277,4	1.861,4	2.318,4
22	91	93	992,5	497,0	2.458,6	1.327,0	1.771,3	2.408,4
23	93	96	898,6	303,4	2.125,9	1.462,4	1.531,6	2.654,2
24	96	102	2.481,6	414,3	2.340,0	1.310,0	1.685,8	2.377,6
25	102	103	431,9	431,9	2.368,1	1.303,3	1.706,1	2.365,4
26	103	104	616,8	616,8	2.587,6	1.258,4	1.864,2	2.283,8
27	104	105	309,5	309,5	2.128,7	1.365,0	1.533,6	2.477,2
28	105	106	480,6	480,6	2.437,7	1.287,6	1.756,2	2.336,8
29	106	113	2.493,5	365,8	2.254,7	1.331,7	1.624,4	2.416,9
30	113	131	6.937,1	395,3	2.308,5	1.383,0	1.663,1	2.510,0
31	131	145	5.524,7	397,7	2.312,8	1.316,8	1.666,2	2.389,9
32	145	148	966,6	323,9	2.172,7	1.354,6	1.565,3	2.458,4
33	148	149	357,0	357,0	2.239,5	1.336,0	1.613,4	2.424,7
34	149	PÓRTICO	50,0	50,0	89,3	101,4	162,0	184,0

1.9.3.7. Comparación de hipótesis

1.9.3.7.1. Tensión mecánica

Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

T_1	Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
q_1	Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
p_1	Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
T_2, q_2, p_2	Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
a	Vano de cálculo en m
A	$\frac{S_a \cdot E}{24}$
B	$S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

1.9.3.7.2. Flecha

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left(\cosh \left(\frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

p_a	Peso aparente del cable (daN/m).
T_0	Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).
a	Longitud del vano (m).

Con los valores de p_a y T de cada vano de regulación obtenidos en las siguientes hipótesis:

Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura $\theta_2 = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin sobrecarga
- Temperatura $\theta_2 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sobrecarga de hielo
- Temperatura $\theta_2 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura $\theta_2 = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin sobrecarga

Se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

CALCULO MECANICO DEL CABLE DE TIERRA OPGW 24

ZONA B

Nº Cantón	Tensión inicial	Vano reg. (m)	-15°C		50°C		-10°C + V (140km/h)		-5°C + V (140km/h)		15°C + V (140km/h)		-10°C + V/2		-15°C + H + V		0°C + H + V		CHS a -5°C		EDS a 15°C		Ten. máxima	
			T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.
1	2.676,7	419,2	1.367	8,86	1.061	11,42	2.489	12,26	2.459	12,41	2.348	13,00	1.750	10,58	2.472	12,00	2.383	12,45	1.308	16,29	1.205	15,00	2.489	3,23
2	2.676,7	394,2	1.384	7,74	1.049	10,21	2.455	11,00	2.424	11,14	2.307	11,70	1.743	9,40	2.441	10,74	2.348	11,17	1.318	16,42	1.205	15,00	2.455	3,27
3	2.676,7	419,6	1.368	8,87	1.061	11,44	2.485	12,31	2.456	12,45	2.344	13,05	1.749	10,61	2.468	12,04	2.379	12,49	1.309	16,30	1.205	15,00	2.485	3,23
4	2.676,7	473,5	1.338	11,55	1.083	14,28	2.551	15,27	2.525	15,43	2.425	16,07	1.763	13,40	2.527	14,98	2.448	15,46	1.290	16,07	1.205	15,00	2.551	3,15
5	2.676,7	555,8	1.305	16,32	1.109	19,22	2.636	20,37	2.613	20,55	2.528	21,24	1.779	18,30	2.602	20,05	2.535	20,58	1.269	15,81	1.205	15,00	2.636	3,05
6	2.676,7	461,6	1.344	10,93	1.079	13,62	2.540	14,57	2.513	14,73	2.411	15,36	1.761	12,75	2.517	14,29	2.436	14,76	1.293	16,11	1.205	15,00	2.540	3,16
7	2.676,7	456,7	1.347	10,67	1.076	13,37	2.529	14,33	2.502	14,48	2.398	15,11	1.758	12,50	2.507	14,04	2.425	14,52	1.296	16,14	1.205	15,00	2.529	3,17
8	2.676,7	294,1	1.473	4,05	984	6,06	2.284	6,58	2.245	6,69	2.100	7,15	1.704	5,35	2.288	6,38	2.170	6,72	1.374	17,12	1.205	15,00	2.288	3,51
9	2.676,7	376,3	1.399	6,98	1.038	9,41	2.420	10,16	2.387	10,30	2.266	10,86	1.734	8,60	2.410	9,92	2.312	10,34	1.328	16,53	1.205	15,00	2.420	3,32
10	2.676,7	306,1	1.459	4,42	994	6,49	2.313	7,03	2.275	7,15	2.133	7,63	1.711	5,77	2.315	6,83	2.200	7,18	1.366	17,01	1.205	15,00	2.315	3,47
11	2.676,7	885,0	1.163	46,55	1.091	49,65	2.677	51,00	2.666	51,21	2.623	52,05	1.704	48,60	2.621	50,61	2.588	51,24	1.151	14,34	1.128	14,05	2.677	3,00
12	2.676,7	294,7	1.472	4,07	985	6,08	2.290	6,58	2.251	6,70	2.106	7,16	1.706	5,36	2.294	6,39	2.176	6,73	1.373	17,10	1.205	15,00	2.294	3,50
13	2.676,7	485,9	1.332	12,22	1.088	14,97	2.568	15,97	2.542	16,14	2.445	16,78	1.766	14,09	2.542	15,68	2.465	16,17	1.286	16,02	1.205	15,00	2.568	3,13
14	2.676,7	308,6	1.457	4,50	996	6,59	2.317	7,14	2.279	7,26	2.138	7,74	1.712	5,86	2.318	6,93	2.204	7,29	1.364	16,99	1.205	15,00	2.318	3,46
15	2.676,7	337,9	1.432	5,49	1.014	7,76	2.354	8,42	2.319	8,55	2.187	9,07	1.719	7,00	2.350	8,19	2.244	8,58	1.348	16,79	1.205	15,00	2.350	3,42
16	2.676,7	555,0	1.306	16,27	1.108	19,17	2.633	20,33	2.611	20,51	2.525	21,21	1.779	18,26	2.600	20,01	2.533	20,54	1.270	15,81	1.205	15,00	2.633	3,05
17	2.676,7	513,1	1.322	13,73	1.096	16,57	2.589	17,67	2.565	17,84	2.472	18,51	1.770	15,68	2.560	17,36	2.487	17,87	1.280	15,94	1.205	15,00	2.589	3,10
18	2.676,7	411,7	1.373	8,51	1.057	11,05	2.476	11,89	2.446	12,03	2.333	12,62	1.747	10,22	2.460	11,63	2.370	12,07	1.311	16,33	1.205	15,00	2.476	3,24
19	2.676,7	424,6	1.364	9,11	1.064	11,69	2.496	12,55	2.466	12,70	2.356	13,29	1.751	10,85	2.478	12,28	2.390	12,73	1.306	16,26	1.205	15,00	2.496	3,22
20	2.676,7	421,5	1.367	8,96	1.062	11,54	2.488	12,41	2.458	12,55	2.348	13,15	1.750	10,70	2.470	12,14	2.382	12,59	1.308	16,29	1.205	15,00	2.488	3,23
21	2.676,7	637,7	1.277	21,96	1.120	25,05	2.677	26,42	2.657	26,61	2.584	27,38	1.780	24,10	2.636	26,06	2.579	26,64	1.250	15,56	1.198	14,92	2.677	3,00
22	2.676,7	497,0	1.327	12,83	1.091	15,61	2.579	16,64	2.554	16,80	2.459	17,46	1.769	14,72	2.552	16,34	2.477	16,84	1.283	15,98	1.205	15,00	2.579	3,11
23	2.676,7	303,4	1.462	4,34	992	6,40	2.307	6,93	2.268	7,05	2.126	7,52	1.709	5,67	2.309	6,73	2.193	7,08	1.368	17,03	1.205	15,00	2.309	3,48
...
30	2.676,7	395,3	1.383	7,78	1.050	10,26	2.456	11,05	2.425	11,19	2.308	11,76	1.743	9,44	2.443	10,79	2.349	11,22	1.318	16,41	1.205	15,00	2.456	3,27

CALCULO MECANICO DEL CABLE DE TIERRA OPGW 24

ZONA A

Nº Cantón	Tensión inicial	Vano reg. (m)	-5°C		50°C		-5°C + V (140km/h)		15°C + V (140km/h)		-5°C + V/2		CHS a 0°C		EDS a 15°C		Ten. máxima	
			T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	%	T	%	T	C.S.
24	2.676,7	414,3	1.310	9,03	1.059	11,18	2.452	12,16	2.340	12,74	1.749	10,34	1.282	15,96	1.205	15,00	2.452	3,27
25	2.676,7	431,9	1.303	9,87	1.067	12,06	2.477	13,09	2.368	13,69	1.754	11,21	1.277	15,90	1.205	15,00	2.477	3,24
26	2.676,7	616,8	1.258	20,86	1.123	23,38	2.664	24,83	2.588	25,57	1.788	22,44	1.244	15,50	1.205	15,00	2.664	3,01
27	2.676,7	309,5	1.365	4,84	995	6,64	2.269	7,33	2.129	7,82	1.708	5,91	1.322	16,46	1.205	15,00	2.269	3,54
28	2.676,7	480,6	1.288	12,37	1.086	14,67	2.536	15,82	2.438	16,47	1.765	13,79	1.266	15,76	1.205	15,00	2.536	3,17
29	2.676,7	365,8	1.332	6,92	1.033	8,93	2.379	9,77	2.255	10,31	1.733	8,13	1.298	16,16	1.205	15,00	2.379	3,38
...
31	2.676,7	397,7	1.317	8,28	1.051	10,37	2.429	11,31	2.313	11,88	1.744	9,55	1.287	16,02	1.205	15,00	2.429	3,31
32	2.676,7	323,9	1.355	5,34	1.007	7,18	2.309	7,89	2.173	8,38	1.718	6,43	1.314	16,36	1.205	15,00	2.309	3,48
33	2.676,7	357,0	1.336	6,57	1.029	8,54	2.366	9,35	2.240	9,88	1.731	7,76	1.301	16,20	1.205	15,00	2.366	3,39
34	0,0	50,0	101	1,70	89	1,93	250	1,74	238	1,82	154	1,71	100	1,25	96	1,20	250	32,12

1.9.3.8. Tabla de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_0 \operatorname{ch}\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T_m = T_0 \operatorname{ch}\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{ar} g \operatorname{sh} \left[\frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- T_m Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x_m Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[\operatorname{ch} \left(\frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f: Flecha (m).
- T_{mi} : Tensión del cable en el punto medio del vano i (daN).
- H: Parámetro de la catenaria (m).
- p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 1 ZONA B

APOYO INICIAL: 62-DERIV

VANO DE REGULACIÓN: 419,2m

APOYO FINAL N°: 59A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		419,2
		-11,6
		58-59
0	1.280,5	9,462
5	1.254,0	9,662
10	1.228,7	9,861
15	1.204,5	10,059
20	1.181,3	10,257
25	1.159,1	10,454
30	1.137,9	10,650
35	1.117,5	10,844
40	1.097,9	11,038
45	1.079,2	11,230
50	1.061,1	11,421

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 2 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 59A

VANO DE REGULACIÓN: 394,2m

APOYO FINAL N°: 60A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		394,2
		7,4
		59-60
0	1.287,9	8,318
5	1.258,8	8,510
10	1.231,0	8,703
15	1.204,5	8,894
20	1.179,2	9,086
25	1.155,0	9,276
30	1.131,9	9,466
35	1.109,8	9,655
40	1.088,7	9,842
45	1.068,5	10,029
50	1.049,1	10,214

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 3 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 60A

VANO DE REGULACIÓN: 419,6m

APOYO FINAL N°: 61A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		419,6
		39,9
0	1.280,8	60-61
5	1.254,2	9,517
10	1.228,8	9,719
15	1.204,5	9,920
20	1.181,2	10,121
25	1.158,9	10,320
30	1.137,6	10,519
35	1.117,1	10,717
40	1.097,5	10,913
45	1.078,7	11,109
50	1.060,6	11,303
		11,496

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 4 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 61A

VANO DE REGULACIÓN: 473,5m

APOYO FINAL N°: 62A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		473,5
		-37,8
0	1.267,4	61-62
5	1.245,6	12,234
10	1.224,6	12,448
15	1.204,5	12,661
20	1.185,1	12,873
25	1.166,5	13,084
30	1.148,5	13,294
35	1.131,2	13,502
40	1.114,5	13,710
45	1.098,4	13,915
50	1.082,8	14,120
		14,323

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 5 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 62A
VANO DE REGULACIÓN: 555,8m
APOYO FINAL N°: 63

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		555,8	
		-5,8	
		62-63	
0	1.252,3	17,012	
5	1.235,8	17,239	
10	1.219,9	17,464	
15	1.204,5	17,689	
20	1.189,6	17,911	
25	1.175,1	18,133	
30	1.161,0	18,353	
35	1.147,4	18,572	
40	1.134,2	18,789	
45	1.121,3	19,005	
50	1.108,8	19,219	

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 6 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 63
VANO DE REGULACIÓN: 461,6m
APOYO FINAL N°: 70

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)						
		Longitud del vano (m)						
		Desnivel (m)						
		Apoyos del vano						
		413,3	527,5	495,9	432,4	490,6	437,0	380,8
		-38,1	-2,3	23,1	-13,1	-9,0	4,7	21,6
		63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70
0	1.269,8	9,311	15,109	13,364	10,154	13,069	10,364	7,881
5	1.247,2	9,480	15,384	13,608	10,339	13,307	10,553	8,025
10	1.225,4	9,649	15,658	13,850	10,523	13,543	10,741	8,167
15	1.204,5	9,817	15,930	14,091	10,706	13,779	10,927	8,309
20	1.184,4	9,984	16,201	14,330	10,888	14,013	11,113	8,450
25	1.165,1	10,150	16,471	14,569	11,069	14,246	11,298	8,591
30	1.146,5	10,314	16,739	14,806	11,249	14,478	11,481	8,730
35	1.128,6	10,478	17,005	15,041	11,428	14,708	11,664	8,869
40	1.111,3	10,641	17,270	15,275	11,605	14,937	11,845	9,007
45	1.094,7	10,803	17,532	15,507	11,782	15,164	12,025	9,144
50	1.078,7	10,964	17,793	15,738	11,957	15,390	12,204	9,280

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 7 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 70
VANO DE REGULACIÓN: 456,7m
APOYO FINAL N°: 71

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		456,7
		-52,1
		70-71
0	1.271,4	11,381
5	1.248,2	11,593
10	1.225,9	11,804
15	1.204,5	12,014
20	1.183,9	12,223
25	1.164,2	12,431
30	1.145,2	12,638
35	1.126,9	12,844
40	1.109,3	13,048
45	1.092,3	13,251
50	1.076,0	13,452

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 8 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 71
VANO DE REGULACIÓN: 294,1m
APOYO FINAL N°: 72

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		294,1
		-35,5
		71-72
0	1.328,6	4,518
5	1.285,0	4,672
10	1.243,7	4,827
15	1.204,5	4,984
20	1.167,4	5,143
25	1.132,3	5,302
30	1.099,2	5,462
35	1.067,8	5,623
40	1.038,2	5,783
45	1.010,2	5,944
50	983,8	6,104

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 9 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 72

VANO DE REGULACIÓN: 376,3m

APOYO FINAL N°: 73

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		376,3
		-52,2
		72-73
0	1.294,6	7,611
5	1.263,1	7,801
10	1.233,1	7,991
15	1.204,5	8,181
20	1.177,2	8,371
25	1.151,2	8,560
30	1.126,4	8,749
35	1.102,8	8,937
40	1.080,2	9,124
45	1.058,6	9,310
50	1.038,0	9,495

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 10 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 73

VANO DE REGULACIÓN: 306,1m

APOYO FINAL N°: 74

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		306,1
		-12,7
		73-74
0	1.322,2	4,886
5	1.280,9	5,043
10	1.241,7	5,203
15	1.204,5	5,364
20	1.169,3	5,525
25	1.135,9	5,688
30	1.104,4	5,850
35	1.074,5	6,013
40	1.046,2	6,176
45	1.019,5	6,338
50	994,1	6,500

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 11 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 74

VANO DE REGULACIÓN: 885,0m

APOYO FINAL N°: 75

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		885,0
		69,1
		74-75
0	1.145,3	47,424
5	1.139,5	47,666
10	1.133,8	47,907
15	1.128,2	48,147
20	1.122,7	48,387
25	1.117,2	48,625
30	1.111,8	48,863
35	1.106,5	49,099
40	1.101,3	49,335
45	1.096,1	49,570
50	1.091,0	49,804

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 12 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 75

VANO DE REGULACIÓN: 294,7m

APOYO FINAL N°: 76A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		294,7
		20,6
		75-76
0	1.327,9	4,518
5	1.284,5	4,670
10	1.243,4	4,825
15	1.204,5	4,981
20	1.167,6	5,138
25	1.132,8	5,297
30	1.099,8	5,456
35	1.068,6	5,615
40	1.039,2	5,774
45	1.011,4	5,933
50	985,1	6,092

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 13 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 76A
VANO DE REGULACIÓN: 485,9m
APOYO FINAL N°: 77A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		485,9
		-0,5
		76-77
0	1.264,5	12,870
5	1.243,7	13,085
10	1.223,7	13,299
15	1.204,5	13,512
20	1.186,0	13,724
25	1.168,1	13,934
30	1.150,9	14,143
35	1.134,2	14,351
40	1.118,2	14,558
45	1.102,7	14,763
50	1.087,7	14,966

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 14 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 77A
VANO DE REGULACIÓN: 308,6m
APOYO FINAL N°: 78A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		308,6
		17,2
		77-78
0	1.321,1	4,975
5	1.280,2	5,135
10	1.241,3	5,295
15	1.204,5	5,457
20	1.169,6	5,620
25	1.136,6	5,784
30	1.105,3	5,948
35	1.075,7	6,112
40	1.047,6	6,275
45	1.021,1	6,439
50	995,9	6,601

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 15 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 78A

VANO DE REGULACIÓN: 337,9m

APOYO FINAL N°: 79A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		337,9	
		58,2	
		78-79	
0	1.309,5	6,095	
5	1.272,7	6,271	
10	1.237,7	6,449	
15	1.204,5	6,627	
20	1.172,9	6,805	
25	1.142,9	6,984	
30	1.114,5	7,163	
35	1.087,4	7,341	
40	1.061,7	7,519	
45	1.037,3	7,696	
50	1.014,1	7,873	

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 16 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 79A

VANO DE REGULACIÓN: 555,0m

APOYO FINAL N°: 81

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		505,1	594,1
		-45,3	-12,3
		79-80	80-81
0	1.252,5	14,100	19,442
5	1.236,0	14,289	19,703
10	1.220,0	14,477	19,962
15	1.204,5	14,664	20,220
20	1.189,5	14,850	20,476
25	1.174,9	15,034	20,731
30	1.160,8	15,217	20,984
35	1.147,1	15,399	21,235
40	1.133,8	15,580	21,485
45	1.120,9	15,760	21,733
50	1.108,4	15,939	21,979

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 17 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 81
VANO DE REGULACIÓN: 513,1m
APOYO FINAL N°: 82A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		513,1		
		-63,7		
0	1.259,9	81-82		
5	1.240,8	14,518		
10	1.222,3	14,742		
15	1.204,5	14,965		
20	1.187,3	15,187		
25	1.170,7	15,408		
30	1.154,6	15,627		
35	1.139,1	15,845		
40	1.124,1	16,061		
45	1.109,6	16,276		
50	1.095,6	16,489		
		16,701		

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 18 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 82A
VANO DE REGULACIÓN: 411,7m
APOYO FINAL N°: 85A

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		287,7	470,5	413,2
		-17,3	-46,2	16,8
0	1.282,8	82-83	83-84	84-85
5	1.255,5	4,455	11,954	9,179
10	1.229,5	4,552	12,215	9,379
15	1.204,5	4,648	12,474	9,578
20	1.180,6	4,745	12,733	9,777
25	1.157,8	4,841	12,991	9,975
30	1.135,9	4,936	13,248	10,172
35	1.115,0	5,031	13,503	10,368
40	1.094,9	5,126	13,757	10,563
45	1.075,7	5,220	14,010	10,757
50	1.057,2	5,313	14,261	10,950
		5,406	14,511	11,141

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 19 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 85A
VANO DE REGULACIÓN: 424,6m
APOYO FINAL N°: 89

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud del vano (m)			
		Desnivel (m)			
		Apoyos del vano			
		423,5	469,1	452,0	267,2
		-13,0	3,3	-16,5	4,9
		85-86	86-87	87-88	88-89
0	1.279,0	9,670	11,859	11,016	3,845
5	1.253,1	9,870	12,105	11,244	3,925
10	1.228,3	10,070	12,350	11,472	4,004
15	1.204,5	10,269	12,594	11,698	4,083
20	1.181,7	10,467	12,837	11,924	4,162
25	1.159,9	10,664	13,079	12,148	4,240
30	1.139,0	10,860	13,319	12,372	4,318
35	1.119,0	11,055	13,558	12,594	4,396
40	1.099,8	11,249	13,796	12,815	4,473
45	1.081,3	11,441	14,032	13,034	4,549
50	1.063,5	11,632	14,267	13,252	4,625

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 20 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 89
VANO DE REGULACIÓN: 421,5m
APOYO FINAL N°: 90

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)			
		Longitud del vano (m)			
		Desnivel (m)			
		Apoyos del vano			
		421,5			
		-39,4			
		89-90			
0	1.280,2	9,607			
5	1.253,9	9,809			
10	1.228,6	10,011			
15	1.204,5	10,211			
20	1.181,4	10,412			
25	1.159,3	10,611			
30	1.138,0	10,809			
35	1.117,7	11,006			
40	1.098,2	11,202			
45	1.079,5	11,396			
50	1.061,5	11,590			

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 21 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 90
VANO DE REGULACIÓN: 637,7m
APOYO FINAL N°: 91

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		637,7	
		-117,4	
		90-91	
0	1.236,2	23,074	
5	1.223,2	23,321	
10	1.210,5	23,565	
15	1.198,2	23,809	
20	1.186,2	24,051	
25	1.174,5	24,291	
30	1.163,1	24,530	
35	1.151,9	24,768	
40	1.141,1	25,004	
45	1.130,5	25,239	
50	1.120,2	25,472	

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 22 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 91
VANO DE REGULACIÓN: 497,0m
APOYO FINAL N°: 93

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)	
		Longitud del vano (m)	
		Desnivel (m)	
		Apoyos del vano	
		480,7	511,8
		-18,6	-2,2
		91-92	92-93
0	1.262,3	12,630	14,305
5	1.242,3	12,834	14,535
10	1.223,1	13,036	14,765
15	1.204,5	13,238	14,993
20	1.186,6	13,438	15,220
25	1.169,3	13,637	15,445
30	1.152,6	13,834	15,669
35	1.136,5	14,031	15,891
40	1.121,0	14,226	16,113
45	1.106,0	14,420	16,332
50	1.091,4	14,612	16,550

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 23 ZONA B

APOYO INICIAL N°: 93

VANO DE REGULACIÓN: 303,4m

APOYO FINAL N°: 96

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		290,6	337,2	270,8
		-23,0	-28,5	-2,8
		93-94	94-95	95-96
0	1.323,6	4,411	5,939	3,817
5	1.281,8	4,555	6,133	3,941
10	1.242,1	4,700	6,330	4,067
15	1.204,5	4,847	6,527	4,195
20	1.168,9	4,995	6,727	4,322
25	1.135,1	5,144	6,927	4,451
30	1.103,2	5,292	7,127	4,580
35	1.073,0	5,441	7,328	4,709
40	1.044,5	5,590	7,529	4,838
45	1.017,5	5,739	7,729	4,966
50	991,9	5,887	7,929	5,094

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 24 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 96

VANO DE REGULACIÓN: 414,3m

APOYO FINAL N°: 102

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)					
		Longitud del vano (m)					
		Desnivel (m)					
		Apoyos del vano					
		414,0	437,7	424,3	395,3	405,9	404,5
		-3,0	2,0	-18,3	-0,2	-18,0	-8,1
		96-97	97-98	98-99	99-100	100-101	101-102
0	1.281,9	9,214	10,302	9,689	8,400	8,865	8,798
5	1.254,9	9,412	10,523	9,897	8,581	9,055	8,987
10	1.229,1	9,609	10,744	10,105	8,761	9,245	9,176
15	1.204,5	9,806	10,965	10,312	8,941	9,435	9,364
20	1.180,9	10,002	11,184	10,518	9,119	9,623	9,551
25	1.158,3	10,198	11,402	10,723	9,297	9,811	9,737
30	1.136,7	10,392	11,620	10,928	9,475	9,998	9,923
35	1.116,0	10,585	11,836	11,131	9,651	10,184	10,107
40	1.096,2	10,777	12,050	11,333	9,826	10,369	10,291
45	1.077,1	10,968	12,264	11,534	10,000	10,552	10,473
50	1.058,8	11,158	12,476	11,733	10,173	10,735	10,654

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 25 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 102
VANO DE REGULACIÓN: 431,9m
APOYO FINAL N°: 103

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		431,9
		1,0
		102-103
0	1.277,0	10,070
5	1.251,8	10,273
10	1.227,6	10,476
15	1.204,5	10,677
20	1.182,3	10,878
25	1.161,1	11,077
30	1.140,7	11,276
35	1.121,1	11,473
40	1.102,3	11,669
45	1.084,2	11,864
50	1.066,8	12,058

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 26 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 103
VANO DE REGULACIÓN: 616,8m
APOYO FINAL N°: 104

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		616,8
		-26,2
		103-104
0	1.244,4	21,111
5	1.230,7	21,346
10	1.217,4	21,579
15	1.204,5	21,812
20	1.191,9	22,042
25	1.179,7	22,272
30	1.167,8	22,500
35	1.156,2	22,726
40	1.144,9	22,952
45	1.133,8	23,176
50	1.123,1	23,398

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 27 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 104

VANO DE REGULACIÓN: 309,5m

APOYO FINAL N°: 105

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		309,5
		50,1
		104-105
0	1.321,7	5,060
5	1.280,6	5,222
10	1.241,5	5,387
15	1.204,5	5,553
20	1.169,4	5,719
25	1.136,2	5,887
30	1.104,7	6,055
35	1.074,9	6,223
40	1.046,7	6,391
45	1.020,0	6,558
50	994,7	6,725

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 28 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 105

VANO DE REGULACIÓN: 480,6m

APOYO FINAL N°: 106

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		480,6
		-2,4
		105-106
0	1.265,6	12,582
5	1.244,4	12,796
10	1.224,1	13,009
15	1.204,5	13,221
20	1.185,6	13,432
25	1.167,5	13,642
30	1.150,0	13,850
35	1.133,1	14,057
40	1.116,8	14,262
45	1.101,1	14,466
50	1.085,9	14,669

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 29 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 106
VANO DE REGULACIÓN: 365,8m
APOYO FINAL N°: 113

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)						
		Longitud del vano (m)						
		Desnivel (m)						
		Apoyos del vano						
		244,8	363,8	399,4	410,0	358,0	362,1	355,4
		-5,7	-23,6	2,4	6,8	12,9	16,7	39,0
		106-107	107-108	108-109	109-110	110-111	111-112	112-113
0	1.297,6	3,183	7,042	8,472	8,928	6,811	6,972	6,750
5	1.265,0	3,265	7,224	8,690	9,158	6,986	7,151	6,924
10	1.234,0	3,347	7,405	8,909	9,388	7,162	7,331	7,098
15	1.204,5	3,429	7,587	9,128	9,619	7,338	7,511	7,272
20	1.176,4	3,511	7,769	9,346	9,849	7,513	7,690	7,446
25	1.149,6	3,593	7,950	9,564	10,078	7,688	7,870	7,619
30	1.124,1	3,675	8,130	9,781	10,307	7,863	8,048	7,792
35	1.099,8	3,756	8,310	9,998	10,535	8,037	8,226	7,965
40	1.076,7	3,837	8,489	10,213	10,763	8,210	8,404	8,136
45	1.054,6	3,917	8,667	10,427	10,988	8,382	8,580	8,307
50	1.033,5	3,997	8,844	10,640	11,213	8,553	8,755	8,477

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 30 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 113
VANO DE REGULACIÓN: 395,3m
APOYO FINAL N°: 131

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)									
		Longitud del vano (m)									
		Desnivel (m)									
		Apoyos del vano									
		222,0	367,3	389,1	399,0	407,8	456,5	407,5	442,0	372,5	388,8
		4,3	3,0	2,6	-3,6	-2,9	5,5	8,0	5,2	-25,5	-11,7
		113-114	114-115	115-116	116-117	117-118	118-119	119-120	120-121	121-122	122-123
0	1.287,5	2,636	7,220	8,105	8,523	8,902	11,157	8,890	10,458	7,443	8,094
5	1.258,6	2,697	7,386	8,292	8,720	9,107	11,414	9,095	10,699	7,614	8,280
10	1.230,9	2,758	7,553	8,478	8,916	9,312	11,671	9,300	10,940	7,786	8,467
15	1.204,5	2,818	7,718	8,664	9,111	9,516	11,927	9,504	11,180	7,956	8,653
20	1.179,3	2,879	7,884	8,850	9,307	9,720	12,183	9,708	11,420	8,127	8,838
25	1.155,2	2,939	8,048	9,035	9,501	9,923	12,438	9,910	11,658	8,297	9,022
30	1.132,2	2,998	8,212	9,219	9,695	10,125	12,691	10,112	11,896	8,466	9,206
35	1.110,1	3,058	8,375	9,402	9,887	10,326	12,943	10,313	12,132	8,634	9,389
40	1.089,1	3,117	8,538	9,584	10,079	10,526	13,194	10,513	12,367	8,801	9,571
45	1.068,9	3,176	8,699	9,765	10,269	10,725	13,444	10,712	12,601	8,967	9,752
50	1.049,6	3,234	8,859	9,945	10,458	10,923	13,691	10,909	12,833	9,132	9,931

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 30 ZONA B
APOYO INICIAL N°: 113
VANO DE REGULACIÓN: 395,3m
APOYO FINAL N°: 131

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)							
		Longitud del vano (m)							
		Desnivel (m)							
		Apoyos del vano							
		367,1	373,8	415,9	366,6	471,7	393,1	361,7	334,9
		1,9	-2,2	-13,3	-2,8	-1,8	6,4	-7,9	0,2
		123-124	124-125	125-126	126-127	127-128	128-129	129-130	130-131
0	1.287,5	7,213	7,479	9,262	7,193	11,912	8,270	7,003	6,003
5	1.258,6	7,379	7,651	9,476	7,359	12,186	8,461	7,164	6,142
10	1.230,9	7,545	7,823	9,689	7,524	12,461	8,651	7,325	6,280
15	1.204,5	7,711	7,995	9,902	7,689	12,735	8,841	7,486	6,418
20	1.179,3	7,876	8,166	10,114	7,854	13,007	9,031	7,646	6,555
25	1.155,2	8,041	8,337	10,325	8,018	13,279	9,219	7,806	6,692
30	1.132,2	8,204	8,507	10,536	8,181	13,550	9,407	7,965	6,828
35	1.110,1	8,367	8,676	10,745	8,344	13,819	9,594	8,123	6,964
40	1.089,1	8,529	8,844	10,953	8,505	14,087	9,780	8,281	7,099
45	1.068,9	8,690	9,011	11,160	8,666	14,354	9,965	8,437	7,233
50	1.049,6	8,851	9,177	11,366	8,826	14,618	10,148	8,592	7,366

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 31 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 131
VANO DE REGULACIÓN: 397,7m
APOYO FINAL N°: 145

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)							
		Longitud del vano (m)							
		Desnivel (m)							
		Apoyos del vano							
		364,6	386,2	379,5	356,8	393,3	380,2	372,5	375,2
		-3,7	-5,9	0,7	-2,7	-5,2	2,4	-2,1	2,0
		131-132	132-133	133-134	134-135	135-136	136-137	137-138	138-139
0	1.286,8	7,121	7,987	7,714	6,817	8,285	7,741	7,430	7,538
5	1.258,1	7,284	8,169	7,890	6,973	8,475	7,918	7,599	7,710
10	1.230,7	7,446	8,351	8,066	7,128	8,664	8,094	7,769	7,882
15	1.204,5	7,608	8,533	8,242	7,283	8,852	8,270	7,938	8,054
20	1.179,5	7,770	8,714	8,416	7,438	9,040	8,446	8,106	8,225
25	1.155,6	7,930	8,895	8,591	7,592	9,227	8,621	8,274	8,395
30	1.132,8	8,090	9,074	8,764	7,745	9,413	8,795	8,441	8,564
35	1.110,9	8,250	9,253	8,937	7,897	9,599	8,968	8,607	8,733
40	1.090,0	8,408	9,431	9,108	8,049	9,783	9,140	8,773	8,901
45	1.070,0	8,566	9,607	9,279	8,200	9,966	9,311	8,937	9,067
50	1.050,9	8,722	9,783	9,448	8,349	10,148	9,481	9,100	9,233

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 31 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 131
VANO DE REGULACIÓN: 397,7m
APOYO FINAL N°: 145

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)					
		Longitud del vano (m)					
		Desnivel (m)					
		Apoyos del vano					
		409,8	395,9	461,6	398,4	444,4	406,3
		-7,6	1,8	-3,3	-0,6	-3,9	-0,7
		139-140	140-141	141-142	142-143	143-144	144-145
0	1.286,8	8,998	8,396	11,414	8,500	10,579	8,842
5	1.258,1	9,203	8,588	11,675	8,694	10,821	9,044
10	1.230,7	9,408	8,779	11,936	8,888	11,062	9,246
15	1.204,5	9,613	8,970	12,195	9,081	11,303	9,447
20	1.179,5	9,817	9,160	12,454	9,274	11,543	9,647
25	1.155,6	10,020	9,350	12,712	9,466	11,782	9,847
30	1.132,8	10,223	9,539	12,969	9,657	12,020	10,046
35	1.110,9	10,424	9,727	13,225	9,847	12,257	10,244
40	1.090,0	10,624	9,913	13,479	10,036	12,493	10,441
45	1.070,0	10,823	10,099	13,731	10,224	12,727	10,636
50	1.050,9	11,021	10,284	13,982	10,411	12,959	10,830

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN
Cantón N°: 32 ZONA A
APOYO INICIAL N°: 145
VANO DE REGULACIÓN: 323,9m
APOYO FINAL N°: 148

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)		
		Longitud del vano (m)		
		Desnivel (m)		
		Apoyos del vano		
		346,9	318,9	300,8
		-11,9	-3,9	-2,4
		145-146	146-147	147-148
0	1.314,1	6,314	5,333	4,744
5	1.275,7	6,504	5,493	4,887
10	1.239,1	6,696	5,655	5,031
15	1.204,5	6,889	5,818	5,176
20	1.171,6	7,083	5,982	5,321
25	1.140,5	7,276	6,145	5,466
30	1.110,9	7,470	6,309	5,612
35	1.082,9	7,664	6,472	5,757
40	1.056,3	7,857	6,635	5,902
45	1.031,1	8,049	6,798	6,047
50	1.007,1	8,241	6,960	6,191

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 33 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 148

VANO DE REGULACIÓN: 357,0m

APOYO FINAL N°: 149

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		357,0
		0,2
		148-149
0	1.300,7	6,751
5	1.267,0	6,931
10	1.235,0	7,111
15	1.204,5	7,291
20	1.175,5	7,471
25	1.147,9	7,651
30	1.121,7	7,830
35	1.096,7	8,009
40	1.072,9	8,187
45	1.050,2	8,364
50	1.028,6	8,540

CABLE OPGW-24 - TABLA DE REGULACIÓN

Cantón N°: 34 ZONA A

APOYO INICIAL N°: 149

VANO DE REGULACIÓN: 50,0m

APOYO FINAL: PÓRTICO

TEMPERATURA (°C)	TENSE (daN)	FLECHA MÁXIMA (m)
		Longitud del vano (m)
		Desnivel (m)
		Apoyos del vano
		50,0
		-23,7
		149-150
0	100,1	1,905
5	98,8	1,930
10	97,6	1,954
15	96,4	1,977
20	95,3	2,001
25	94,2	2,024
30	93,2	2,047
35	92,1	2,070
40	91,2	2,092
45	90,2	2,115
50	89,3	2,137

1.9.3.9. Distancia de los conductores y el cable de tierra

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores y cables de tierra debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K \sqrt{f_{\max} + L} + K' D_{pp}$$

siendo:

- D Distancia mínima entre conductor y cable de tierra en m
- f_{\max} Flecha máxima del conductor o cable de tierra en m
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea

El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h.

Debido a que existen dos conductores se empleará el valor de K mayor de ambos. También en el caso de la flecha máxima se empleará la mayor, esto es la del conductor que normalmente tendrá mayor flecha que el cable de tierra al estar tendido por encima. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

Categoría: Especial^a

$$\mu_c = 42,89^\circ \quad K_c = 0,65$$

$$\mu_t = 59,52^\circ \quad K_t = 0,65 \quad K' = 0,85$$

Nº Apoyo	K		F.cond (m)		F.cable (m)		Hipótesis	L (m)	d. mín (m)	d. Real (m)	% sup.
	cond.	cable	v. ant	v. post	v. ant	v. post					
59A	0,65	0,65	14,413	12,841	13,006	11,705	Viento	0,000	5,188	7,463	30,48%
60A	0,65	0,65	12,841	14,509	11,705	13,106	Viento	0,000	5,196	7,420	29,98%
61A	0,65	0,65	14,509	18,217	13,106	16,116	Viento	0,000	5,494	7,463	26,38%
62A	0,65	0,65	18,217	24,676	16,116	21,246	Viento	0,000	5,949	7,463	20,28%
63	0,65	0,65	24,676	13,923	21,246	12,362	Viento	0,000	5,949	7,397	19,58%

Nº Apoyo	K		F.cond (m)		F.cable (m)		Hipótesis	L (m)	d. mín (m)	d. Real (m)	% sup.
	cond.	cable	v. ant	v. post	v. ant	v. post					
64	0,65	0,65	13,923	22,603	12,362	20,066	Viento	3,926	6,068	7,502	19,12%
65	0,65	0,65	22,603	19,990	20,066	17,748	Viento	3,926	6,068	7,502	19,12%
66	0,65	0,65	19,990	15,184	17,748	13,483	Viento	3,926	5,899	7,502	21,37%
67	0,65	0,65	15,184	19,547	13,483	17,355	Viento	3,926	5,869	7,502	21,76%
68	0,65	0,65	19,547	15,498	17,355	13,761	Viento	3,926	5,869	7,502	21,76%
69	0,65	0,65	15,498	11,783	13,761	10,463	Viento	3,926	5,585	7,502	25,56%
70	0,65	0,65	11,783	17,068	10,463	15,208	Viento	0,000	5,405	7,463	27,57%
71	0,65	0,65	17,068	7,512	15,208	7,206	Viento	0,000	5,405	7,463	27,57%
72	0,65	0,65	7,512	11,892	7,206	10,961	Viento	0,000	4,961	7,400	32,95%
73	0,65	0,65	11,892	8,026	10,961	7,632	Viento	0,000	4,961	7,463	33,52%
74	0,65	0,65	8,026	61,349	7,632	52,201	Viento	0,000	7,811	7,463	-4,67%
75	0,65	0,65	61,349	7,501	52,201	7,179	Viento	0,000	7,811	7,342	-6,38%
76A	0,65	0,65	7,501	19,069	7,179	16,781	Viento	0,000	5,558	7,463	25,52%
77A	0,65	0,65	19,069	8,156	16,781	7,747	Viento	0,000	5,558	7,463	25,52%
78A	0,60	0,60	9,783	11,510	6,601	7,873	Temper.	0,000	4,756	7,452	36,18%
79A	0,65	0,65	9,783	20,458	9,199	17,629	Viento	0,000	5,660	7,463	24,16%
80A	0,65	0,65	20,458	28,219	17,629	24,313	Viento	3,926	6,405	7,502	14,62%
81	0,65	0,65	28,219	21,339	24,313	18,654	Viento	0,000	6,173	7,440	17,04%
82A	0,65	0,65	21,339	6,814	18,654	6,171	Viento	0,000	5,723	7,463	23,32%
83A	0,65	0,65	6,814	18,295	6,171	16,569	Viento	3,926	5,784	7,502	22,90%
84A	0,65	0,65	18,295	14,045	16,569	12,720	Viento	3,926	5,784	7,502	22,90%
85A	0,65	0,65	14,045	14,696	12,720	13,230	Viento	0,000	5,212	7,380	29,38%
86	0,65	0,65	14,696	18,026	13,230	16,227	Viento	3,926	5,765	7,502	23,15%
87	0,65	0,65	18,026	16,743	16,227	15,073	Viento	3,926	5,765	7,502	23,15%
88	0,65	0,65	16,743	5,841	15,073	5,259	Viento	3,926	5,675	7,502	24,35%
89	0,65	0,65	5,841	14,631	5,259	13,206	Viento	0,000	5,206	7,337	29,04%
90	0,65	0,65	14,631	32,753	13,206	27,831	Viento	0,000	6,440	7,463	13,70%
91	0,65	0,65	32,753	18,642	27,831	16,346	Viento	0,000	6,440	7,463	13,70%
92	0,65	0,65	18,642	21,116	16,346	18,514	Viento	3,926	5,973	7,502	20,38%
93	0,65	0,65	21,116	7,265	18,514	6,921	Viento	0,000	5,707	7,398	22,86%
94	0,65	0,65	7,265	9,784	6,921	9,321	Viento	3,926	5,127	7,502	31,66%
95	0,65	0,65	9,784	6,286	9,321	5,989	Viento	3,926	5,127	7,502	31,66%
96	0,65	0,65	6,286	13,311	5,989	12,722	Viento	0,000	5,091	7,423	31,41%
97	0,65	0,65	13,311	14,884	12,722	14,226	Viento	3,926	5,539	7,502	26,16%
98	0,65	0,65	14,884	13,997	14,226	13,379	Viento	3,926	5,539	7,502	26,16%
99	0,65	0,65	13,997	12,135	13,379	11,599	Viento	3,926	5,472	7,502	27,06%
100	0,65	0,65	12,135	12,806	11,599	12,240	Viento	3,926	5,379	7,502	28,30%
101	0,65	0,65	12,806	12,709	12,240	12,148	Viento	3,926	5,379	7,502	28,30%
102	0,65	0,65	12,709	14,422	12,148	13,688	Viento	0,000	5,188	7,360	29,51%
103	0,65	0,65	14,422	28,660	13,688	25,593	Viento	0,000	6,200	7,463	16,92%
104	0,65	0,65	28,660	7,871	25,593	7,918	Viento	0,000	6,200	7,463	16,92%
105	0,65	0,65	7,871	17,655	7,918	16,466	Viento	0,000	5,451	7,438	26,71%
106	0,65	0,65	17,655	4,729	16,466	4,616	Viento	0,000	5,451	7,284	25,16%
107	0,65	0,65	4,729	10,466	4,616	10,215	Viento	3,926	5,186	7,502	30,87%

Nº Apoyo	K		F.cond (m)		F.cable (m)		Hipótesis	L (m)	d. mín (m)	d. Real (m)	% sup.
	cond.	cable	v. ant	v. post	v. ant	v. post					
108	0,65	0,65	10,466	12,592	10,215	12,291	Viento	3,926	5,362	7,502	28,53%
109	0,65	0,65	12,592	13,270	12,291	12,952	Viento	3,926	5,415	7,502	27,81%
110	0,65	0,65	13,270	10,121	12,952	9,879	Viento	3,926	5,415	7,502	27,81%
111	0,65	0,65	10,121	10,360	9,879	10,112	Viento	3,926	5,177	7,502	30,99%
112	0,65	0,65	10,360	10,031	10,112	9,790	Viento	3,926	5,177	7,502	30,99%
113	0,65	0,65	10,031	4,065	9,790	3,705	Viento	0,000	4,779	7,239	33,98%
114	0,65	0,65	4,065	11,138	3,705	10,149	Viento	3,926	5,243	7,502	30,11%
115	0,65	0,65	11,138	12,504	10,149	11,394	Viento	3,926	5,355	7,502	28,62%
116	0,65	0,65	12,504	13,150	11,394	11,982	Viento	3,926	5,406	7,502	27,94%
117	0,65	0,65	13,150	13,735	11,982	12,515	Viento	3,926	5,452	7,502	27,33%
118	0,65	0,65	13,735	17,218	12,515	15,688	Viento	3,926	5,709	7,502	23,90%
119	0,65	0,65	17,218	13,717	15,688	12,499	Viento	3,926	5,709	7,502	23,90%
120	0,65	0,65	13,717	16,138	12,499	14,704	Viento	3,926	5,632	7,502	24,93%
121	0,65	0,65	16,138	11,482	14,704	10,463	Viento	3,926	5,632	7,502	24,93%
122	0,65	0,65	11,482	12,487	10,463	11,378	Viento	3,926	5,353	7,502	28,64%
123	0,65	0,65	12,487	11,128	11,378	10,140	Viento	3,926	5,353	7,502	28,64%
124	0,65	0,65	11,128	11,538	10,140	10,513	Viento	3,926	5,276	7,502	29,67%
125	0,65	0,65	11,538	14,291	10,513	13,022	Viento	3,926	5,494	7,502	26,76%
126	0,65	0,65	14,291	11,096	13,022	10,111	Viento	3,926	5,494	7,502	26,76%
127	0,65	0,65	11,096	18,384	10,111	16,750	Viento	3,926	5,790	7,502	22,82%
128	0,65	0,65	18,384	12,760	16,750	11,627	Viento	3,926	5,790	7,502	22,82%
129	0,65	0,65	12,760	10,803	11,627	9,844	Viento	3,926	5,375	7,502	28,35%
130	0,65	0,65	10,803	9,260	9,844	8,438	Viento	3,926	5,215	7,502	30,49%
131	0,65	0,65	9,260	10,377	8,438	9,986	Viento	0,000	4,814	7,462	35,49%
132	0,65	0,65	10,377	11,639	9,986	11,200	Viento	3,926	5,284	7,502	29,56%
133	0,65	0,65	11,639	11,242	11,200	10,817	Viento	3,926	5,284	7,502	29,56%
134	0,65	0,65	11,242	9,934	10,817	9,559	Viento	3,926	5,251	7,502	30,00%
135	0,65	0,65	9,934	12,075	9,559	11,619	Viento	3,926	5,320	7,502	29,08%
136	0,65	0,65	12,075	11,281	11,619	10,855	Viento	3,926	5,320	7,502	29,08%
137	0,65	0,65	11,281	10,827	10,855	10,419	Viento	3,926	5,255	7,502	29,95%
138	0,65	0,65	10,827	10,985	10,419	10,571	Viento	3,926	5,230	7,502	30,28%
139	0,65	0,65	10,985	13,113	10,571	12,619	Viento	3,926	5,403	7,502	27,98%
140	0,65	0,65	13,113	12,236	12,619	11,774	Viento	3,926	5,403	7,502	27,98%
141	0,65	0,65	12,236	16,639	11,774	16,011	Viento	3,926	5,668	7,502	24,45%
142	0,65	0,65	16,639	12,388	16,011	11,920	Viento	3,926	5,668	7,502	24,45%
143	0,65	0,65	12,388	15,421	11,920	14,839	Viento	3,926	5,579	7,502	25,63%
144	0,65	0,65	15,421	12,887	14,839	12,400	Viento	3,926	5,579	7,502	25,63%
145	0,65	0,65	12,887	9,669	12,400	9,626	Viento	0,000	5,053	7,336	31,11%
146	0,65	0,65	9,669	8,166	9,626	8,129	Viento	3,926	5,117	7,502	31,80%
147	0,65	0,65	8,166	7,263	8,129	7,231	Viento	3,926	4,980	7,502	33,61%
148	0,65	0,65	7,263	10,088	7,231	9,883	Viento	0,000	4,785	7,274	34,22%
149	0,65	0,65	10,088	3,094	9,883	2,015	Viento	0,000	4,785	7,378	35,15%

1.9.4. Cálculo mecánico de apoyos

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece la ITC 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de tierra y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).

Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en las tablas 5 a 8 de la ITC-07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

1.9.4.1. Hipótesis normales

Las hipótesis normales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según las zonas de aplicación A y B son las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO APOYO	ZONA A		ZONA B			
	1ª HIPÓTESIS: VIENTO		1ª HIPÓTESIS: VIENTO		2ª HIPÓTESIS: HIELO	
Suspensión de alineación o Suspensión de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas hielo (3.1.3)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo(3.1.6)
	L	No aplica	L	No aplica	L	No aplica
Amarre de alineación o Amarre de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas hielo (3.1.3)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo(3.1.6)
	L	No aplica	L	No aplica	L	No aplica
Anclaje de alineación o Anclaje de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas hielo (3.1.3)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo(3.1.6)
	L	No aplica	L	No aplica	L	No aplica
Fin de línea	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas hielo (3.1.3)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores y apoyos (3.1.2)	T	Esfuerzo de viento sobre conductores y apoyos (3.1.2)	T	No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.4)	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.4)	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.4)

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo Longitudinal

T = Esfuerzo transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

1.9.4.1.1. Esfuerzos verticales

1.9.4.1.1.1. Teoría del Gravivano

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las cruce-tas y a la cúpula de tierra se realiza mediante la teoría del gravivano.

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

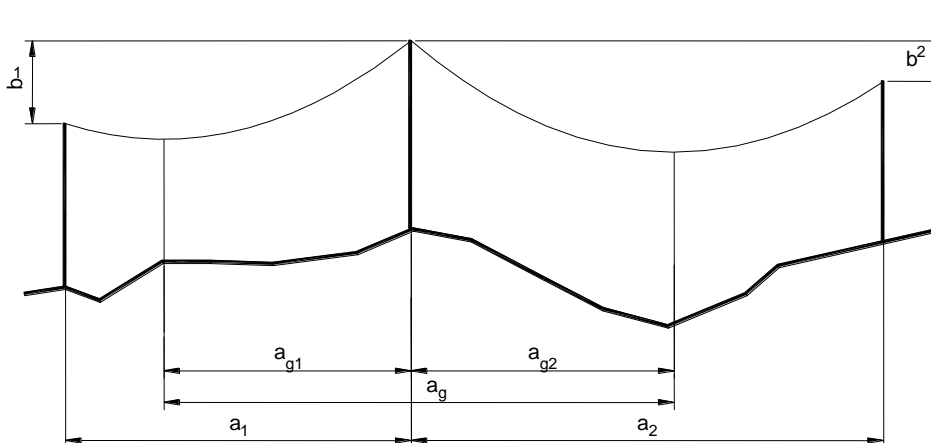
Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vérti-ces de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (a_g).

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de tierra.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de sus-pensión.

En el dibujo se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la de-terminación del gravivano de un apoyo.



En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catena-ria en cada semigravivano.

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (m)$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left(\frac{\operatorname{argth} \left(\frac{\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_1}{H_1}} \right) - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_1}{H_1} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}}}{\right)}$$

$$a_{g2} = H_2 \left(\frac{\operatorname{argth} \left(\frac{\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_2}{H_2}} \right) - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_2}{H_2} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}}}{\right)}$$

Siendo el criterio de signos para b_1 y b_2 el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$

$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de tierra respectivamente.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left(H_1 \operatorname{sh} \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 \operatorname{sh} \frac{a_{g2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- P Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- P_A Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- P_B Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- p_a Peso aparente del cable o conductor (daN/m).
- a_g Gravivano del cable o conductor (m).
- H_1 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m).
- H_2 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m).

1.9.4.1.1.2. Cargas permanentes

De acuerdo con el apartado 3.1.1 de la ITC-07 del RLEAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables de tierra, aisladores y herrajes, apoyos y cimentaciones.

1.9.4.1.1.3. Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT se considera un viento de 140km/h que se supone horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

1.9.4.1.1.4. Sobrecargas motivadas por el viento

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

$$p_v = q \, d \, 10^{-3} \, (\text{daN/m})$$

siendo:

d Diámetro del conductor o cable (mm).

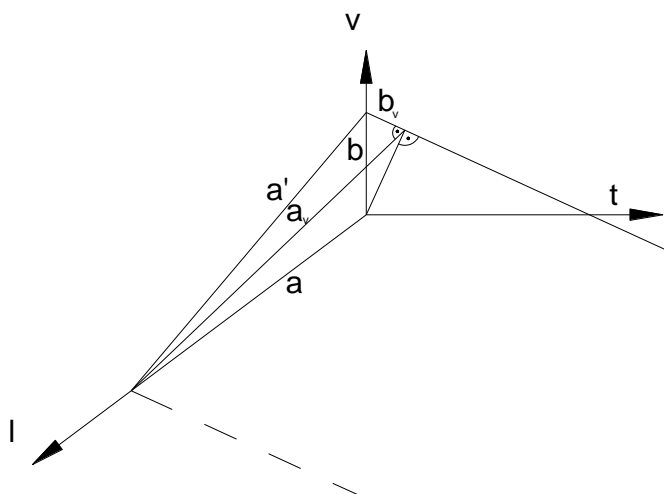
q Presión de viento

$$q = 60 \left(\frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d < 16\text{mm}$$

$$q = 50 \left(\frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d > 16\text{mm}$$

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas (γ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria (γ).



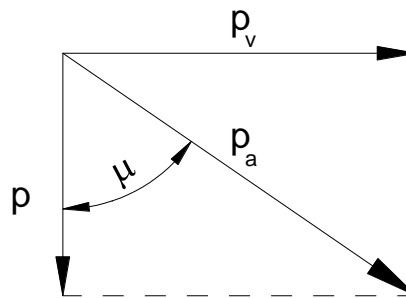
$$b_v = b \cos(\mu) \text{ (m)}$$

$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \quad (\text{m})$$

$$\mu = \tan^{-1}\left(\frac{p_v}{p}\right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (\text{m})$$

siendo:



b_v Proyección de b sobre el plano que contiene la catenaria (m).

a_v Proyección de a sobre el plano que contiene la catenaria (m).

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistema de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.

$$P = P' \cos(\mu) \text{ (daN)}$$

donde:

- P' Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).
- P Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

1.9.4.1.1.5. Sobrecargas motivadas por el hielo

De acuerdo con el apartado 3.1.3 de la ITC-07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos en la zona de cálculo B a una sobrecarga por manguito de hielo por unidad de longitud, cuyo valor es:

$$p_h = 0,180 \sqrt{d} \text{ (daN/m)}$$

siendo:

d Diámetro del conductor o cable (mm).

Los cálculos del gravivano para la hipótesis de hielo se realizan según lo establecido en el apartado anterior, considerando como peso aparente de los conductores y cables su propio peso y la sobrecarga de hielo.

1.9.4.1.2. Esfuerzos horizontales longitudinales y transversales

1.9.4.1.2.1. Teoría del Eolovano

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ (m)}$$

siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

1.9.4.1.2.2. Apoyos de alineación y anclaje, con cadena de suspensión y amarre.

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v a_v \text{ (daN)}$$

siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, serán nulos.

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = 0 \text{ (daN)}$$

1.9.4.1.2.3. Apoyos de ángulo con cadena de suspensión o amarre y anclaje.

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max [T_{0v1}, T_{0v2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

siendo:

- T_{0v1}, T_{0v2} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).
- α Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

b) Hipótesis de hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.3 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = 2 \max [T_{0h1}, T_{0h2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

siendo:

- T_{0h1} T_{0h2} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN/m).
- α Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

1.9.4.1.2.4. Apoyos de fin de línea

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0v} \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1}{2} \text{ (daN)}$$

siendo:

- T_{0v} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).
- a_1 Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.3 y con la tabla 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0h} \text{ (daN)}$$

$$F_t = 0 \text{ (daN)}$$

siendo:

- T_{0h} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo (daN).

1.9.4.1.3. Viento excepcional

Al ser una línea de categoría Especial se considera un viento de 140km/h.

Los fabricantes de apoyos nos proporcionan el esfuerzo admisible por los apoyos coincidente con un viento de 120km/h. Al ser el esfuerzo real superior al que calcula el fabricante, se debe evaluar el sobreesfuerzo provocado por la diferencia de velocidades del viento.

La presión que el viento ejerce sobre los apoyos de celosía en función de la velocidad de este según el Reglamento de líneas de Alta Tensión, se puede escribir como:

$$P = 170 \left(\frac{v}{120} \right)^2 \text{ daN/m}^2$$

Siendo

P: Presión ejercida sobre un plano

v: Velocidad del viento en km/h

La diferencia de presión entre el viento considerado y los 120km/h contemplados en el reglamento es:

$$\Delta P = 170 \left(\left(\frac{v}{120} \right)^2 - 1 \right) \text{ daN/m}^2$$

El esfuerzo sobre un apoyo metálico de celosía de perfiles normales es esta presión de viento por el área del apoyo expuesta en el plano normal a la dirección del viento.

La diferencia de esfuerzo en el apoyo es:

$$\Delta F = A_T 170 \left(\left(\frac{v}{120} \right)^2 - 1 \right) \text{ daN}$$

Este esfuerzo esta aplicado en el centro de gravedad del apoyo, por tanto habrá que referenciar la fuerza al punto de aplicación de los esfuerzos, según la ecuación:

$$\Delta F = A_T 170 \left(\left(\frac{v}{120} \right)^2 - 1 \right) \frac{h_{CDG}}{h_u} \text{ daN}$$

Siendo:

ΔF : Diferencia de esfuerzo al considerar viento excepcional (daN)

h: Coeficiente de opacidad del apoyo

A: Área expuesta ala viento del apoyo (m²)

v: Velocidad del viento excepcional (km/h)

h_{CDG} : Altura del centro de áreas de la silueta del apoyo (m)

h_u : Altura referencia de esfuerzos (m)

En la siguiente tabla se puede ver el cálculo de este esfuerzo excepcional para cada uno de los apoyos de la línea:

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Presión (daN/m²)	Area (m²)	Opacidad	Hcdg (m)	Hu (m)	Esfuerzo (daN)
59A	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	35,00	2.631,7
60A	AG-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
61A	AL-AM	61,39	248,76	0,50	17,49	63,00	2.119,5
62A	AL-AM	61,39	240,36	0,50	16,64	48,00	2.557,3
63	AG-AM	61,39	231,15	0,50	15,74	41,00	2.723,8
64	AL	61,39	143,47	0,50	13,33	29,20	2.010,6
65	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
66	AL	61,39	171,01	0,50	17,49	44,11	2.081,1
67	AL	61,39	171,01	0,50	17,49	44,11	2.081,1
68	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
69	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
70	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	32,00	2.878,4
71	AL-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	26,00	3.197,1
72	AG-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	29,00	2.866,4
73	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	32,00	2.878,4
74	AL-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	26,00	3.197,1
75	AG-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	32,00	2.878,4
76A	AL-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	26,00	3.197,1
77A	AL-AM	61,39	231,15	0,50	15,74	43,00	2.597,1
78A	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	35,00	2.631,7
79A	AL-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
80A	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
81	AG-AM	61,39	231,15	0,50	15,74	41,00	2.723,8
82A	AL-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	29,00	2.866,4
83A	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
84A	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
85A	AG-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
86	AL	61,39	171,01	0,50	17,49	44,11	2.081,1
87	AL	61,39	171,01	0,50	17,49	44,11	2.081,1
88	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
89	AG-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	32,00	2.878,4
90	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	35,00	2.631,7

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Presión (daN/m²)	Area (m²)	Opacidad	Hcdg (m)	Hu (m)	Esfuerzo (daN)
91	AL-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	35,00	2.631,7
92	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
93	AG-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
94	AL	61,39	143,47	0,50	13,33	29,20	2.010,6
95	AL	61,39	137,89	0,50	12,49	26,20	2.017,2
96	AG-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	29,00	2.866,4
97	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
98	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
99	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
100	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
101	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
102	AG-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	32,00	2.878,4
103	AL-AM	61,39	231,15	0,50	15,74	44,00	2.538,1
104	AL-AM	61,39	231,15	0,50	15,74	41,00	2.723,8
105	AG-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
106	AG-AM	61,39	221,89	0,50	14,92	38,00	2.673,8
107	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
108	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
109	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
110	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
111	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
112	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
113	AG-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	26,00	3.197,1
114	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
115	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
116	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
117	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
118	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
119	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
120	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
121	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
122	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
123	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8

Nº Apoyo	Tipo apoyo	Presión (daN/m²)	Area (m²)	Opacidad	Hcdg (m)	Hu (m)	Esfuerzo (daN)
124	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
125	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
126	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
127	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
128	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
129	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
130	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
131	AG-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	29,00	2.866,4
132	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
133	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
134	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
135	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
136	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
137	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
138	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
139	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
140	AL	61,39	154,77	0,50	14,92	35,00	2.024,8
141	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
142	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
143	AL	61,39	165,60	0,50	16,64	41,20	2.052,7
144	AL	61,39	160,24	0,50	15,74	38,20	2.026,6
145	AG-AM	61,39	212,60	0,50	14,12	35,00	2.631,7
146	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
147	AL	61,39	149,42	0,50	14,12	32,00	2.023,0
148	AG-AM	61,39	203,13	0,50	13,33	29,00	2.866,4
149	FL	61,39	233,86	0,50	16,55	33,00	3.600,8

1.9.4.1.4. Esfuerzo equivalente en el apoyo

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de tierra transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$F_{\text{lequi}} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{\text{equi}}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{\text{tequi}} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{\text{equi}}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{\text{vequi}} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

donde:

F_{lequi} Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN).

F_{tequi} Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN).

F_{vequi} Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN).

1.9.4.1.5. Esfuerzo resistente en el apoyo con cúpula de tierra

Los esfuerzos que se facilitan en el catálogo del fabricante para diferentes hipótesis consideradas sobre los apoyos, son esfuerzos aplicados en el centro de la cabeza que corresponda. En caso que la línea lleve conductor de protección existe alguna dificultad en determinar cómo afectan al apoyo los esfuerzos transmitidos por este conductor, y además, teniendo en cuenta la altura a la que están aplicados, penalizan de forma importante al apoyo dependiendo del módulo de estos esfuerzos.

1.9.4.2. Hipótesis anormales

Las hipótesis anormales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO APOYO	ZONAS A y B			
	3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO		4ª HIPÓTESIS: ROTURA CONDUCTORES	
Suspensión de alineación o Suspensión de ángulo	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.1)
Amarre de alineación o Amarre de ángulo	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.2)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.2)
Anclaje de alineación o Anclaje de ángulo	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.3)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.3)
Fin de línea	V	No Aplica	V	Zona A: Cargas Permanentes (3.1.1) Zona B: Cargas Hielo (3.1.3)
	T	No Aplica	T	No Aplica
	L	No Aplica	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.4)

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo Longitudinal

T = Esfuerzo transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

1.9.4.2.1. Esfuerzos verticales

Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apartado anterior, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará que el conductor o cable de tierra roto no ejerce esfuerzo vertical. El resto de conductores se calculará con el mismo gravitativo que las hipótesis anteriores.

1.9.4.2.2. Esfuerzos horizontales longitudinales

1.9.4.2.2.1. Apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión

a) Desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,15 T_0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en la citada hipótesis (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

b) Rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,5 T_0 \text{ (daN)}$$

siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

En apoyos de ángulo con cadena de suspensión se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

1.9.4.2.2.2. Apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,25 \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{01} T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

1.9.4.2.2.3. Apoyos de anclaje

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,5 \max [T_{01}, T_{02}] (\text{daN})$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores al apoyo.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN}) \text{ para } n' = 1 \text{ conductores normales}$$

$$F_I = \max [T_{01}, T_{02}] n' 50\% \quad (\text{daN}) \text{ para } n' > 1 \text{ conductores en haz}$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

n' Número de conductores por fase

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

1.9.4.2.2.4. Apoyos de fin de línea

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que debidos a la rotura de un conductor, serán los mismos que en el apartado anterior, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda:

$$F_l = T_0 n' \text{ (daN)}$$

siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

n' Número de conductores por fase

1.9.4.2.3. Esfuerzo equivalente en el apoyo

1.9.4.2.3.1. Desequilibrio de tracciones

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de tierra transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apartado anterior.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

1.9.4.2.3.2. Rotura de conductores

La sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) calculados según las siguientes expresiones:

$$M_{tequi} = F_{li} x_i \text{ (daN m)}$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \text{ (daN)}$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia d del eje vertical. El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{lequi} = \frac{M_{tequi}}{d} \text{ (daN)}$$

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

1.9.4.3. Tablas de resultados

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para en el cálculo mecánico de apoyos, así como los coeficientes de seguridad de apoyos y crucetas referidos a cada hipótesis.

Los apoyos seleccionados deberán ser verificados por el suministrador de los mismos en base a los cálculos mecánicos que se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Altura punto Engrape (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN)			
							LA-455		OPGW-24	
							Viento	Hielo	Viento	Hielo
59A	AL	0,00	831,83	27,00	419,2	394,2	3.930,4	4.133,3	2.488,8	2.471,6
60A	AG-AM	174,52	836,21	30,00	394,2	419,6	3.930,4	4.133,3	2.485,1	2.468,1
61A	AL-AM	0,00	851,10	55,00	419,6	473,5	3.934,6	4.133,3	2.551,4	2.527,2
62A	AL-AM	0,00	828,32	40,00	473,5	555,8	3.939,1	4.133,3	2.635,6	2.601,9
63	AG-AM	168,29	829,49	33,00	555,8	413,3	3.939,1	4.133,3	2.635,6	2.601,9
64	AL	0,00	806,87	17,27	413,3	527,5	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
65	AL	0,00	795,58	26,27	527,5	495,9	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
66	AL	0,00	812,79	32,18	495,9	432,4	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
67	AL	0,00	799,68	32,18	432,4	490,6	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
68	AL	0,00	793,59	29,27	490,6	437,0	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
69	AL	0,00	798,28	29,27	437,0	380,8	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
70	AL-AM	0,00	825,41	24,00	380,8	456,7	3.933,8	4.133,3	2.539,9	2.517,0
71	AL-AM	0,00	779,34	18,00	456,7	294,1	3.933,4	4.133,3	2.529,2	2.507,2
72	AG-AM	231,00	740,82	21,00	294,1	376,3	3.926,2	4.133,3	2.419,9	2.409,5
73	AL-AM	0,00	685,67	24,00	376,3	306,1	3.926,2	4.133,3	2.419,9	2.409,5
74	AL-AM	0,00	678,98	18,00	306,1	885,0	3.947,3	4.133,3	2.676,7	2.620,8
75	AG-AM	156,73	742,12	24,00	885,0	294,7	3.947,3	4.133,3	2.676,7	2.620,8
76A	AL-AM	0,00	768,76	18,00	294,7	485,9	3.935,4	4.133,3	2.567,8	2.541,9
77A	AL-AM	0,00	751,23	35,00	485,9	308,6	3.935,4	4.133,3	2.567,8	2.541,9

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Altura punto Engrape (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN)			
							LA-455		OPGW-24	
							Viento	Hielo	Viento	Hielo
78A	AL-AM	212,91	776,44	27,00	308,6	337,9	3.921,5	4.133,3	2.354,1	2.350,4
79A	AL-AM	0,00	831,68	30,00	337,9	505,1	3.939,1	4.133,3	2.633,2	2.599,8
80A	AL	0,00	793,13	23,07	505,1	594,1	3.939,1	4.133,3	2.633,2	2.599,8
81	AG-AM	218,33	771,09	33,00	594,1	513,1	3.939,1	4.133,3	2.633,2	2.599,8
82A	AL-AM	0,00	719,34	21,00	513,1	287,7	3.937,0	4.133,3	2.589,1	2.560,4
83A	AL	0,00	702,74	20,07	287,7	470,5	3.929,7	4.133,3	2.476,4	2.460,4
84A	AL	0,00	650,35	26,27	470,5	413,2	3.929,7	4.133,3	2.476,4	2.460,4
85A	AG-AM	235,70	663,65	30,00	413,2	423,5	3.930,9	4.133,3	2.495,6	2.477,6
86	AL	0,00	648,22	32,18	423,5	469,1	3.930,9	4.133,3	2.495,6	2.477,6
87	AL	0,00	651,57	32,18	469,1	452,0	3.930,9	4.133,3	2.495,6	2.477,6
88	AL	0,00	647,22	20,07	452,0	267,2	3.930,9	4.133,3	2.495,6	2.477,6
89	AG-AM	155,63	648,38	24,00	267,2	421,5	3.930,9	4.133,3	2.495,6	2.477,6
90	AL-AM	0,00	606,01	27,00	421,5	637,7	3.942,2	4.133,3	2.676,7	2.636,5
91	AL-AM	0,00	488,62	27,00	637,7	480,7	3.942,2	4.133,3	2.676,7	2.636,5
92	AL	0,00	467,57	29,27	480,7	511,8	3.936,1	4.133,3	2.579,2	2.552,0
93	AG-AM	168,50	464,87	30,00	511,8	290,6	3.936,1	4.133,3	2.579,2	2.552,0
94	AL	0,00	454,32	17,27	290,6	337,2	3.916,1	4.133,3	2.306,6	2.308,7
95	AL	0,00	428,78	14,27	337,2	270,8	3.916,1	4.133,3	2.306,6	2.308,7
96	AG-AM	224,63	419,46	21,00	270,8	414,0	4.114,6	4.133,3	2.452,4	2.308,7
97	AL	0,00	407,95	29,27	414,0	437,7	4.114,6	2.452,4		

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Altura punto Engrape (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN)			
							LA-455		OPGW-24	
							Viento	Hielo	Viento	Hielo
98	AL	0,00	409,95	29,27	437,7	424,3	4.114,6	2.452,4		
99	AL	0,00	397,81	23,07	424,3	395,3	4.114,6	2.452,4		
100	AL	0,00	391,43	29,27	395,3	405,9	4.114,6	2.452,4		
101	AL	0,00	373,47	29,27	405,9	404,5	4.114,6	2.452,4		
102	AG-AM	160,11	370,83	24,00	404,5	431,9	4.119,9	2.476,5		
103	AL-AM	0,00	359,84	36,00	431,9	616,8	4.133,3	2.664,0		
104	AL-AM	0,00	336,61	33,00	616,8	309,5	4.133,3	2.664,0		
105	AG-AM	219,25	389,70	30,00	309,5	480,6	4.132,1	2.536,2		
106	AG-AM	146,84	387,29	30,00	480,6	244,8	4.132,1	2.536,2		
107	AL	0,00	391,27	20,07	244,8	363,8	4.097,1	2.378,9		
108	AL	0,00	361,49	26,27	363,8	399,4	4.097,1	2.378,9		
109	AL	0,00	370,08	20,07	399,4	410,0	4.097,1	2.378,9		
110	AL	0,00	373,88	23,07	410,0	358,0	4.097,1	2.378,9		
111	AL	0,00	386,82	23,07	358,0	362,1	4.097,1	2.378,9		
112	AL	0,00	403,51	23,07	362,1	355,4	4.097,1	2.378,9		
113	AG-AM	259,94	447,86	18,00	355,4	222,0	4.097,1	2.456,4		
114	AL	0,00	449,89	20,07	222,0	367,3	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
115	AL	0,00	449,87	23,07	367,3	389,1	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
116	AL	0,00	449,22	26,27	389,1	399,0	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
117	AL	0,00	445,63	26,27	399,0	407,8	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6



Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Altura punto Engrape (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN)			
							LA-455		OPGW-24	
							Viento	Hielo	Viento	Hielo
118	AL	0,00	442,70	26,27	407,8	456,5	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
119	AL	0,00	451,35	23,07	456,5	407,5	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
120	AL	0,00	456,18	26,27	407,5	442,0	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
121	AL	0,00	458,36	29,27	442,0	372,5	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
122	AL	0,00	432,85	29,27	372,5	388,8	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
123	AL	0,00	427,32	23,07	388,8	367,1	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
124	AL	0,00	425,99	26,27	367,1	373,8	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
125	AL	0,00	423,76	26,27	373,8	415,9	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
126	AL	0,00	410,51	26,27	415,9	366,6	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
127	AL	0,00	410,93	23,07	366,6	471,7	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
128	AL	0,00	405,94	26,27	471,7	393,1	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
129	AL	0,00	418,59	20,07	393,1	361,7	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
130	AL	0,00	410,73	20,07	361,7	334,9	3.928,1	4.133,3	2.456,4	2.442,6
131	AG-AM	197,15	410,21	21,00	334,9	364,6	4.109,4	4.133,3	2.456,4	2.442,6
132	AL	0,00	404,22	23,07	364,6	386,2	4.109,4	2.429,1		
133	AL	0,00	398,33	23,07	386,2	379,5	4.109,4	2.429,1		
134	AL	0,00	398,99	23,07	379,5	356,8	4.109,4	2.429,1		
135	AL	0,00	396,32	23,07	356,8	393,3	4.109,4	2.429,1		
136	AL	0,00	391,13	23,07	393,3	380,2	4.109,4	2.429,1		
137	AL	0,00	390,33	26,27	380,2	372,5	4.109,4	2.429,1		

Nº apoyo	Tipo de apoyo	Angulo apoyo(g)	Cota apoyo (m)	Altura punto Engrape (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máx.(daN)			
							LA-455		OPGW-24	
							Viento	Hielo	Viento	Hielo
138	AL	0,00	391,47	23,07	372,5	375,2	4.109,4	2.429,1		
139	AL	0,00	390,24	26,27	375,2	409,8	4.109,4	2.429,1		
140	AL	0,00	385,84	23,07	409,8	395,9	4.109,4	2.429,1		
141	AL	0,00	384,43	26,27	395,9	461,6	4.109,4	2.429,1		
142	AL	0,00	381,12	26,27	461,6	398,4	4.109,4	2.429,1		
143	AL	0,00	377,49	29,27	398,4	444,4	4.109,4	2.429,1		
144	AL	0,00	376,58	26,27	444,4	406,3	4.109,4	2.429,1		
145	AG-AM	244,55	375,36	27,00	406,3	346,9	4.109,4	2.429,1		
146	AL	0,00	370,15	20,07	346,9	318,9	4.079,3	2.308,7		
147	AL	0,00	366,26	20,07	318,9	300,8	4.079,3	2.308,7		
148	AG-AM	254,74	363,20	21,00	300,8	357,0	4.094,3	2.366,1		
149	FL	0,00	359,46	25,00	357,0	50,0	4.094,3	2.366,1		
150	PORTICO	0,00	358,99	21,00	50,0	-----	250,0	250,0		

CÁLCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)				
		Hipótesis 1ª (VIENTO)		Hipótesis 2ª (HIELO)		Flecha mínima (-15°C)
		LA-455	OPGW-24	LA-455	OPGW-24	LA-455
59A	406,7	372,8	374,2	352,0	322,6	346,0
60A	406,9	329,4	352,6	282,7	268,0	270,6
61A	446,6	629,4	575,8	738,8	774,4	764,0
62A	514,6	445,4	465,3	402,9	387,1	393,5
63	484,6	571,7	546,1	623,2	639,3	634,3
64	470,4	381,1	407,1	326,9	307,9	314,9
65	511,7	461,1	475,7	429,7	417,9	422,6
66	464,2	545,4	522,2	593,4	610,0	603,3
67	461,5	450,7	453,9	443,5	440,5	441,6
68	463,8	435,2	443,5	417,2	410,5	413,2
69	408,9	361,9	375,8	333,3	323,8	326,9
70	418,7	597,7	545,6	705,0	740,8	728,1
71	375,4	384,7	373,3	389,3	371,1	411,5
72	335,2	355,0	353,3	368,4	381,7	358,3
73	341,2	242,1	272,4	183,3	166,5	167,2
74	595,5	476,9	510,8	402,8	375,3	387,7
75	589,9	605,2	608,5	613,2	630,6	594,1
76A	390,3	465,3	438,8	508,9	513,0	530,5



Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)				
		Hipótesis 1ª (VIENTO)		Hipótesis 2ª (HIELO)		Flecha mínima (-15°C)
		LA-455	OPGW-24	LA-455	OPGW-24	LA-455
77A	397,2	339,5	359,7	304,9	300,2	288,7
78A	323,2	204,0	243,6	134,1	121,2	106,7
79A	421,5	695,7	609,7	859,8	901,0	911,0
80A	549,6	480,7	499,2	438,1	419,3	431,4
81	553,6	664,4	633,5	730,3	754,5	741,7
82A	400,4	336,8	351,5	298,4	276,2	294,8
83A	379,1	419,5	407,8	443,6	451,5	449,6
84A	441,9	299,4	343,1	214,0	189,7	190,6
85A	418,3	494,5	470,9	539,5	550,7	551,0
86	446,3	408,0	419,9	384,3	377,6	378,1
87	460,5	507,1	493,4	534,2	542,3	540,7
88	359,6	303,2	320,7	269,0	259,7	260,2
89	344,3	461,6	425,8	531,8	551,2	549,5
90	529,6	628,8	608,2	690,4	728,9	688,6
91	559,2	413,7	447,9	325,9	277,2	316,7
92	496,2	461,8	472,0	440,0	432,6	435,8
93	401,2	481,6	452,4	528,5	530,5	551,4
94	313,9	319,6	318,2	323,1	324,7	324,3
95	304,0	226,7	254,5	181,1	177,4	159,0

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)				
		Hipótesis 1ª (VIENTO)		Hipótesis 2ª (HIELO)		Flecha mínima (-15°C)
		LA-455	OPGW-24	LA-455	OPGW-24	LA-455
96	342,4	341,5	341,1	341,7	341,6	339,1
97	425,8	413,7	418,5	403,3		
98	431,0	483,2	465,8	522,3		
99	409,8	365,3	380,6	330,1		
100	400,6	448,2	432,3	484,1		
101	405,2	379,9	389,1	359,6		
102	418,2	395,9	403,3	377,8		
103	524,4	575,0	560,6	608,2		
104	463,2	250,1	327,1	70,2		
105	395,1	572,3	505,3	727,0		
106	362,7	384,0	375,8	400,8		
107	304,3	347,9	333,1	382,8		
108	381,6	307,4	334,1	246,8		
109	404,7	394,4	398,4	385,1		
110	384,0	364,1	371,5	347,2		
111	360,1	350,3	354,0	341,9		
112	358,8	291,7	316,1	237,0		
113	288,7	387,6	350,3	468,3		
114	294,6	305,8	303,2	312,2	315,7	314,0

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)				
		Hipótesis 1ª (VIENTO)		Hipótesis 2ª (HIELO)		Flecha mínima (-15°C)
		LA-455	OPGW-24	LA-455	OPGW-24	LA-455
115	378,2	380,6	380,0	381,6	381,7	381,7
116	394,1	411,1	406,0	420,8	423,2	423,4
117	403,4	402,5	402,9	401,4	400,9	400,9
118	432,1	413,6	419,5	401,8	398,4	398,2
119	432,0	425,2	427,5	420,5	419,0	418,9
120	424,7	434,2	431,4	439,2	440,3	440,4
121	407,2	491,4	465,5	541,2	554,3	555,3
122	380,6	342,1	354,1	318,8	312,2	311,8
123	377,9	342,3	353,5	320,6	314,6	314,1
124	370,5	382,7	379,0	389,5	391,2	391,4
125	394,8	422,6	414,2	438,7	442,8	443,1
126	391,2	367,0	374,7	352,1	347,9	347,6
127	419,1	416,4	417,4	414,1	413,3	413,2
128	432,4	412,8	419,0	400,3	396,7	396,5
129	377,4	417,6	405,3	441,2	447,4	447,9
130	348,3	325,2	333,0	311,1	308,4	306,9
131	349,8	363,1	357,8	372,2	374,3	372,9
132	375,4	381,0	379,7	384,6		
133	382,8	365,5	371,7	351,3		

Apoyo N°	Eolovano (m)	Gravivano (m)				
		Hipótesis 1ª (VIENTO)		Hipótesis 2ª (HIELO)		Flecha mínima (-15°C)
		LA-455	OPGW-24	LA-455	OPGW-24	LA-455
134	368,2	378,7	375,3	386,3		
135	375,0	381,9	379,7	386,5		
136	386,7	366,8	373,9	350,5		
137	376,3	389,7	385,3	399,4		
138	373,8	363,1	367,0	354,1		
139	392,5	418,7	409,9	438,3		
140	402,9	379,3	387,7	360,0		
141	428,8	442,3	438,0	451,8		
142	430,0	425,2	427,2	420,4		
143	421,4	430,1	427,4	435,9		
144	425,4	418,4	421,5	411,9		
145	376,6	413,1	398,9	443,5		
146	332,9	309,4	318,8	288,8		
147	309,8	304,9	307,4	300,2		
148	328,9	321,2	323,9	314,0		
149	203,5	210,7	238,7	215,0		

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA - CONDUCTOR LA-455

ZONA A_B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
62-DERIV	FL	971	6.189	4.485	1.379	6.747	4.125				1.379	3.883	6.916
59A	AL-AM	1.754		1.535	2.359		496	2.359	2.067		1.953	4.133	
60A	AG-AM	1.625		4.661	2.022		3.783	2.022	2.025	2.876	1.889	4.051	2.466
61A	AL-AM	2.520		1.685	4.247		544	4.247	4.133		3.348	4.133	
62A	AL-AM	1.971		1.942	2.608		627	2.608	4.133		2.349	4.133	
63	AG-AM	2.348		5.712	3.683		4.666	3.683	2.003	3.566	3.044	4.006	3.057
64	AL	1.301		1.775	1.759		573	1.759	1.240		1.625	2.067	
65	AL	1.540		1.931	2.260		624	2.260	1.240		1.841	2.067	
66	AL	1.791		1.751	3.059		566	3.059	1.240		2.408	2.067	
67	AL	1.509		1.741	2.328		563	2.328	1.240		1.921	2.067	
68	AL	1.463		1.750	2.200		565	2.200	1.240		1.709	2.067	
69	AL	1.244		1.543	1.790		498	1.790	1.240		1.555	2.067	
70	AL-AM	2.425		1.580	4.082		510	4.082	2.067		3.385	4.133	
71	AL-AM	1.790		1.416	2.542		458	2.542	4.133		2.439	4.133	
72	AG-AM	1.701		5.051	2.440		4.395	2.440	2.006	3.488	2.564	4.011	2.991
73	AL-AM	1.365		1.287	1.536		416	1.536	4.133		1.630	4.133	
74	AL-AM	2.065		2.247	2.607		726	2.607	4.133		2.400	4.133	
75	AG-AM	2.448		7.489	3.634		6.231	3.634	1.948	4.823	3.555	3.897	4.134
76A	AL-AM	2.030		1.473	3.125		476	3.125	4.133		2.526	4.133	
77A	AL-AM	1.655		1.499	2.130		484	2.130	2.067		1.976	4.133	
78A	AL-AM	1.251		2.807	1.296		2.067	1.296	4.112	1.255	1.571	3.752	1.146
79A	AL-AM	2.718		1.590	4.837		514	4.837	4.133		3.852	4.133	
80A	AL	1.599		2.074	2.301		670	2.301	1.240		2.044	2.067	
81	AG-AM	2.625		4.349	4.205		3.046	4.205	2.045	2.075	3.559	4.091	1.779
82A	AL-AM	1.647		1.511	2.098		488	2.098	4.133		1.967	4.133	

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
83A	AL	1.416		1.430	2.328		462	2.328	1.240		2.221	2.067	
84A	AL	1.057		1.667	1.208		539	1.208	1.240		1.026	2.067	
85A	AG-AM	2.118		5.930	3.274		5.085	3.274	1.986	4.003	2.630	3.972	3.432
86	AL	1.381		1.684	2.039		544	2.039	1.240		1.647	2.067	
87	AL	1.677		1.738	2.771		561	2.771	1.240		2.168	2.067	
88	AL	1.069		1.357	1.476		438	1.476	1.240		1.227	2.067	
89	AG-AM	2.019		6.668	3.237		6.065	3.237	1.942	4.940	2.834	3.885	4.233
90	AL-AM	2.518		1.998	4.011		646	4.011	4.133		3.870	4.133	
91	AL-AM	1.876		2.110	2.232		682	2.232	4.133		2.184	4.133	
92	AL	1.542		1.872	2.311		605	2.311	1.240		1.880	2.067	
93	AG-AM	2.079		5.369	3.221		4.538	3.221	2.004	3.543	2.609	4.007	3.036
94	AL	1.118		1.184	1.741		383	1.741	1.240		1.707	2.067	
95	AL	841		1.147	1.048		371	1.048	1.240		975	2.067	
96	AG-AM	1.661		4.456	2.309		3.596	2.309	8.112	1.589	2.017	4.056	2.385
97	AL	1.399		1.607				1.399	1.234		1.101	2.057	
98	AL	1.606		1.626				1.606	1.234		1.271	2.057	
99	AL	1.254		1.546				1.254	1.234		1.005	2.057	
100	AL	1.502		1.511				1.502	1.234		1.207	2.057	
101	AL	1.298		1.529				1.298	1.234		1.064	2.057	
102	AG-AM	1.823		6.657				1.823	1.960	4.444	1.552	3.919	3.810
103	AL-AM	2.358		1.978				2.358	4.133		2.031	4.133	
104	AL-AM	1.388		1.748				1.388	4.133		1.410	4.133	
105	AG-AM	2.350		3.981				2.350	2.042	2.179	1.982	4.085	1.866
106	AG-AM	1.788		8.070				1.788	1.889	5.864	1.567	3.777	5.025
107	AL	1.202		1.148				1.202	1.229		1.058	2.049	
108	AL	1.081		1.440				1.081	1.229		912	2.049	
109	AL	1.341		1.527				1.341	1.229		1.060	2.049	
110	AL	1.251		1.449				1.251	1.229		1.040	2.049	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
111	AL	1.209		1.359				1.209	1.229		1.012	2.049	
112	AL	1.034		1.354				1.034	1.229		943	2.049	
113	AG-AM	1.799		8.523	2.913		7.851	2.913	7.367	3.750	2.717	3.684	5.625
114	AL	1.077		1.112	1.688		359	1.688	1.240		1.342	2.067	
115	AL	1.300		1.427	2.026		461	2.026	1.240		1.576	2.067	
116	AL	1.391		1.487	2.217		480	2.217	1.240		1.715	2.067	
117	AL	1.365		1.522	2.123		492	2.123	1.240		1.671	2.067	
118	AL	1.398		1.630	2.125		527	2.125	1.240		1.655	2.067	
119	AL	1.433		1.630	2.216		527	2.216	1.240		1.797	2.067	
120	AL	1.460		1.603	2.307		518	2.307	1.240		1.813	2.067	
121	AL	1.630		1.536	2.805		496	2.805	1.240		2.216	2.067	
122	AL	1.185		1.436	1.719		464	1.719	1.240		1.539	2.067	
123	AL	1.185		1.426	1.728		461	1.728	1.240		1.374	2.067	
124	AL	1.306		1.398	2.065		452	2.065	1.240		1.595	2.067	
125	AL	1.425		1.490	2.305		481	2.305	1.240		1.872	2.067	
126	AL	1.259		1.476	1.882		477	1.882	1.240		1.502	2.067	
127	AL	1.407		1.581	2.185		511	2.185	1.240		1.767	2.067	
128	AL	1.396		1.631	2.117		527	2.117	1.240		1.703	2.067	
129	AL	1.410		1.424	2.317		460	2.317	1.240		1.787	2.067	
130	AL	1.135		1.314	1.682		425	1.682	1.240		1.327	2.067	
131	AG-AM	1.725		1.687	2.458		796	2.458	8.265	185	2.044	4.132	276
132	AL	1.301		1.416				1.301	1.233		1.045	2.055	
133	AL	1.255		1.444				1.255	1.233		990	2.055	
134	AL	1.294		1.389				1.294	1.233		1.016	2.055	
135	AL	1.303		1.415				1.303	1.233		1.049	2.055	
136	AL	1.259		1.459				1.259	1.233		986	2.055	
137	AL	1.327		1.420				1.327	1.233		1.040	2.055	
138	AL	1.248		1.410				1.248	1.233		978	2.055	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
139	AL	1.413		1.481				1.413	1.233		1.125	2.055	
140	AL	1.296		1.520				1.296	1.233		1.019	2.055	
141	AL	1.484		1.618				1.484	1.233		1.181	2.055	
142	AL	1.433		1.622				1.433	1.233		1.132	2.055	
143	AL	1.448		1.590				1.448	1.233		1.152	2.055	
144	AL	1.413		1.605				1.413	1.233		1.107	2.055	
145	AG-AM	1.875		7.055				1.875	1.930	4.930	1.573	3.860	4.227
146	AL	1.087		1.256				1.087	1.224		883	2.040	
147	AL	1.074		1.169				1.074	1.224		855	2.040	
148	AG-AM	1.600		8.067				1.600	1.861	5.973	1.387	3.722	5.121
149	FL	1.271	8.189	768							635	8.189	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - CABLE OPGW-24

ZONAS A y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
62-DERIV	FL	123	2.466	256	313	2.451	95					2.466	
59A	AL-AM	209		518	410		194	410	622		209	2.489	
60A	AG-AM	197		1.506	341		1.175	341	609	865	295	2.436	494
61A	AL-AM	320		569	980		213	980	1.276		493	2.551	
62A	AL-AM	259		656	491		245	491	1.318		381	2.636	
63	AG-AM	304		1.917	810		1.513	810	639	1.137	484	2.554	650
64	AL	227		599	392		224	392	381		347	2.540	
65	AL	265		652	530		244	530	381		327	2.540	
66	AL	291		591	773		221	773	381		428	2.540	
67	AL	253		588	559		220	559	381		357	2.540	
68	AL	247		591	521		221	521	381		270	2.540	
69	AL	210		521	412		195	412	381		305	2.540	
70	AL-AM	304		533	938		199	938	635		563	2.540	
71	AL-AM	209		478	471		179	471	1.265		449	2.529	
72	AG-AM	198		1.594	485		1.321	485	587	1.021	557	2.348	583
73	AL-AM	153		435	213		162	213	1.210		287	2.420	
74	AL-AM	284		759	477		284	477	1.338		373	2.677	
75	AG-AM	338		2.536	799		2.028	799	631	1.562	763	2.524	892
76A	AL-AM	245		497	650		186	650	1.284		340	2.568	
77A	AL-AM	201		506	382		189	382	642		308	2.568	
78A	AL-AM	137		888	156		630	156	1.171	357	320	2.137	217
79A	AL-AM	339		537	1.140		201	1.140	1.317		600	2.633	
80A	AL	278		700	532		262	532	395		430	2.633	
81	AG-AM	352		1.461	955		1.009	955	652	661	630	2.606	378
82A	AL-AM	197		510	352		191	352	1.295		324	2.589	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
83A	AL	228		483	573		180	573	371		529	2.476	
84A	AL	192		563	242		210	242	371		170	2.476	
85A	AG-AM	262		1.914	698		1.570	698	600	1.209	358	2.398	691
86	AL	234		569	480		212	480	374		283	2.496	
87	AL	275		587	687		219	687	374		374	2.496	
88	AL	180		458	331		171	331	374		204	2.496	
89	AG-AM	238		2.143	699		1.856	699	586	1.491	488	2.346	852
90	AL-AM	338		675	923		252	923	1.338		872	2.677	
91	AL-AM	250		712	353		266	353	1.338		400	2.677	
92	AL	263		632	549		236	549	387		337	2.579	
93	AG-AM	252		1.774	672		1.441	672	625	1.105	359	2.501	632
94	AL	178		400	413		149	413	346		400	2.309	
95	AL	143		387	227		145	227	346		197	2.309	
96	AG-AM	191		1.379	434		1.051	434	2.407	472	285	2.407	472
97	AL	234		543				234	368		122	2.452	
98	AL	260		549				260	368		137	2.452	
99	AL	213		522				213	368		112	2.452	
100	AL	241		510				241	368		132	2.452	
101	AL	217		516				217	368		122	2.452	
102	AG-AM	225		2.059				225	589	1.336	121	2.356	763
103	AL-AM	312		668				312	1.332		192	2.664	
104	AL-AM	183		590				183	1.332		156	2.664	
105	AG-AM	281		1.267				281	627	669	147	2.507	382
106	AG-AM	210		2.519				210	580	1.800	134	2.318	1.028
107	AL	187		388				187	357		128	2.379	
108	AL	187		486				187	357		111	2.379	
109	AL	222		516				222	357		116	2.379	
110	AL	208		489				208	357		122	2.379	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
111	AL	198		459				198	357		115	2.379	
112	AL	177		457				177	357		120	2.379	
113	AG-AM	196		2.596	642		2.353	642	2.189	1.114	546	2.189	1.114
114	AL	170		375	401		140	401	368		217	2.456	
115	AL	212		482	485		180	485	368		254	2.456	
116	AL	227		502	537		188	537	368		276	2.456	
117	AL	225		514	509		192	509	368		277	2.456	
118	AL	234		551	506		206	506	368		264	2.456	
119	AL	239		550	532		206	532	368		319	2.456	
120	AL	241		541	559		202	559	368		306	2.456	
121	AL	259		519	703		194	703	368		396	2.456	
122	AL	198		485	397		181	397	368		318	2.456	
123	AL	198		482	400		180	400	368		223	2.456	
124	AL	212		472	497		176	497	368		253	2.456	
125	AL	231		503	562		188	562	368		339	2.456	
126	AL	209		498	442		186	442	368		252	2.456	
127	AL	233		534	525		200	525	368		310	2.456	
128	AL	234		551	504		206	504	368		293	2.456	
129	AL	226		481	568		180	568	368		289	2.456	
130	AL	186		444	392		166	392	368		213	2.456	
131	AG-AM	200		555	475		276	475	2.456	55	262	2.456	55
132	AL	212		478				212	364		115	2.429	
133	AL	208		488				208	364		107	2.429	
134	AL	210		469				210	364		108	2.429	
135	AL	212		478				212	364		117	2.429	
136	AL	209		493				209	364		107	2.429	
137	AL	215		479				215	364		110	2.429	
138	AL	205		476				205	364		105	2.429	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
139	AL	229		500				229	364		123	2.429	
140	AL	217		513				217	364		111	2.429	
141	AL	244		546				244	364		133	2.429	
142	AL	238		548				238	364		128	2.429	
143	AL	239		537				239	364		129	2.429	
144	AL	235		542				235	364		122	2.429	
145	AG-AM	223		2.145				223	570	1.457	115	2.282	833
146	AL	179		424				179	346		95	2.309	
147	AL	172		395				172	346		89	2.309	
148	AG-AM	181		2.391				181	538	1.726	101	2.151	986
149	FL	135	2.366	259								2.366	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA - ALINEACIÓN EN SUSPENSIÓN - CONDUCTOR LA-455

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
64	AL	1.301		1.775	1.759		573	1.759	1.240		1.625	2.067	
65	AL	1.540		1.931	2.260		624	2.260	1.240		1.841	2.067	
66	AL	1.791		1.751	3.059		566	3.059	1.240		2.408	2.067	
67	AL	1.509		1.741	2.328		563	2.328	1.240		1.921	2.067	
68	AL	1.463		1.750	2.200		565	2.200	1.240		1.709	2.067	
69	AL	1.244		1.543	1.790		498	1.790	1.240		1.555	2.067	
80A	AL	1.599		2.074	2.301		670	2.301	1.240		2.044	2.067	
83A	AL	1.416		1.430	2.328		462	2.328	1.240		2.221	2.067	
84A	AL	1.057		1.667	1.208		539	1.208	1.240		1.026	2.067	
86	AL	1.381		1.684	2.039		544	2.039	1.240		1.647	2.067	
87	AL	1.677		1.738	2.771		561	2.771	1.240		2.168	2.067	
88	AL	1.069		1.357	1.476		438	1.476	1.240		1.227	2.067	
92	AL	1.542		1.872	2.311		605	2.311	1.240		1.880	2.067	
94	AL	1.118		1.184	1.741		383	1.741	1.240		1.707	2.067	
95	AL	841		1.147	1.048		371	1.048	1.240		975	2.067	
97	AL	1.399		1.607				1.399	1.234		1.101	2.057	
98	AL	1.606		1.626				1.606	1.234		1.271	2.057	
99	AL	1.254		1.546				1.254	1.234		1.005	2.057	
100	AL	1.502		1.511				1.502	1.234		1.207	2.057	
101	AL	1.298		1.529				1.298	1.234		1.064	2.057	
107	AL	1.202		1.148				1.202	1.229		1.058	2.049	
108	AL	1.081		1.440				1.081	1.229		912	2.049	
109	AL	1.341		1.527				1.341	1.229		1.060	2.049	
110	AL	1.251		1.449				1.251	1.229		1.040	2.049	
111	AL	1.209		1.359				1.209	1.229		1.012	2.049	

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
112	AL	1.034		1.354				1.034	1.229		943	2.049	
114	AL	1.077		1.112	1.688		359	1.688	1.240		1.342	2.067	
115	AL	1.300		1.427	2.026		461	2.026	1.240		1.576	2.067	
116	AL	1.391		1.487	2.217		480	2.217	1.240		1.715	2.067	
117	AL	1.365		1.522	2.123		492	2.123	1.240		1.671	2.067	
118	AL	1.398		1.630	2.125		527	2.125	1.240		1.655	2.067	
119	AL	1.433		1.630	2.216		527	2.216	1.240		1.797	2.067	
120	AL	1.460		1.603	2.307		518	2.307	1.240		1.813	2.067	
121	AL	1.630		1.536	2.805		496	2.805	1.240		2.216	2.067	
122	AL	1.185		1.436	1.719		464	1.719	1.240		1.539	2.067	
123	AL	1.185		1.426	1.728		461	1.728	1.240		1.374	2.067	
124	AL	1.306		1.398	2.065		452	2.065	1.240		1.595	2.067	
125	AL	1.425		1.490	2.305		481	2.305	1.240		1.872	2.067	
126	AL	1.259		1.476	1.882		477	1.882	1.240		1.502	2.067	
127	AL	1.407		1.581	2.185		511	2.185	1.240		1.767	2.067	
128	AL	1.396		1.631	2.117		527	2.117	1.240		1.703	2.067	
129	AL	1.410		1.424	2.317		460	2.317	1.240		1.787	2.067	
130	AL	1.135		1.314	1.682		425	1.682	1.240		1.327	2.067	
132	AL	1.301		1.416				1.301	1.233		1.045	2.055	
133	AL	1.255		1.444				1.255	1.233		990	2.055	
134	AL	1.294		1.389				1.294	1.233		1.016	2.055	
135	AL	1.303		1.415				1.303	1.233		1.049	2.055	
136	AL	1.259		1.459				1.259	1.233		986	2.055	
137	AL	1.327		1.420				1.327	1.233		1.040	2.055	
138	AL	1.248		1.410				1.248	1.233		978	2.055	
139	AL	1.413		1.481				1.413	1.233		1.125	2.055	
140	AL	1.296		1.520				1.296	1.233		1.019	2.055	
141	AL	1.484		1.618				1.484	1.233		1.181	2.055	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
142	AL	1.433		1.622				1.433	1.233		1.132	2.055	
143	AL	1.448		1.590				1.448	1.233		1.152	2.055	
144	AL	1.413		1.605				1.413	1.233		1.107	2.055	
146	AL	1.087		1.256				1.087	1.224		883	2.040	
147	AL	1.074		1.169				1.074	1.224		855	2.040	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - ALINEACIÓN EN SUSPENSIÓN - CABLE OPGW-24

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
64	AL	227		599	392		224	392	381		347	2.540	
65	AL	265		652	530		244	530	381		327	2.540	
66	AL	291		591	773		221	773	381		428	2.540	
67	AL	253		588	559		220	559	381		357	2.540	
68	AL	247		591	521		221	521	381		270	2.540	
69	AL	210		521	412		195	412	381		305	2.540	
80A	AL	278		700	532		262	532	395		430	2.633	
83A	AL	228		483	573		180	573	371		529	2.476	
84A	AL	192		563	242		210	242	371		170	2.476	
86	AL	234		569	480		212	480	374		283	2.496	
87	AL	275		587	687		219	687	374		374	2.496	
88	AL	180		458	331		171	331	374		204	2.496	
92	AL	263		632	549		236	549	387		337	2.579	
94	AL	178		400	413		149	413	346		400	2.309	
95	AL	143		387	227		145	227	346		197	2.309	
97	AL	234		543				234	368		122	2.452	
98	AL	260		549				260	368		137	2.452	
99	AL	213		522				213	368		112	2.452	
100	AL	241		510				241	368		132	2.452	
101	AL	217		516				217	368		122	2.452	
107	AL	187		388				187	357		128	2.379	
108	AL	187		486				187	357		111	2.379	
109	AL	222		516				222	357		116	2.379	
110	AL	208		489				208	357		122	2.379	
111	AL	198		459				198	357		115	2.379	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
112	AL	177		457				177	357		120	2.379	
114	AL	170		375	401		140	401	368		217	2.456	
115	AL	212		482	485		180	485	368		254	2.456	
116	AL	227		502	537		188	537	368		276	2.456	
117	AL	225		514	509		192	509	368		277	2.456	
118	AL	234		551	506		206	506	368		264	2.456	
119	AL	239		550	532		206	532	368		319	2.456	
120	AL	241		541	559		202	559	368		306	2.456	
121	AL	259		519	703		194	703	368		396	2.456	
122	AL	198		485	397		181	397	368		318	2.456	
123	AL	198		482	400		180	400	368		223	2.456	
124	AL	212		472	497		176	497	368		253	2.456	
125	AL	231		503	562		188	562	368		339	2.456	
126	AL	209		498	442		186	442	368		252	2.456	
127	AL	233		534	525		200	525	368		310	2.456	
128	AL	234		551	504		206	504	368		293	2.456	
129	AL	226		481	568		180	568	368		289	2.456	
130	AL	186		444	392		166	392	368		213	2.456	
132	AL	212		478				212	364		115	2.429	
133	AL	208		488				208	364		107	2.429	
134	AL	210		469				210	364		108	2.429	
135	AL	212		478				212	364		117	2.429	
136	AL	209		493				209	364		107	2.429	
137	AL	215		479				215	364		110	2.429	
138	AL	205		476				205	364		105	2.429	
139	AL	229		500				229	364		123	2.429	
140	AL	217		513				217	364		111	2.429	
141	AL	244		546				244	364		133	2.429	



Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
142	AL	238		548				238	364		128	2.429	
143	AL	239		537				239	364		129	2.429	
144	AL	235		542				235	364		122	2.429	
146	AL	179		424				179	346		95	2.309	
147	AL	172		395				172	346		89	2.309	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – ALINEACIÓN EN AMARRE - CONDUCTOR LA-455

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
59A	AL-AM	1.754		1.535	2.359		496	2.359	2.067		1.953	4.133	
61A	AL-AM	2.520		1.685	4.247		544	4.247	4.133		3.348	4.133	
62A	AL-AM	1.971		1.942	2.608		627	2.608	4.133		2.349	4.133	
70	AL-AM	2.425		1.580	4.082		510	4.082	2.067		3.385	4.133	
71	AL-AM	1.790		1.416	2.542		458	2.542	4.133		2.439	4.133	
73	AL-AM	1.365		1.287	1.536		416	1.536	4.133		1.630	4.133	
74	AL-AM	2.065		2.247	2.607		726	2.607	4.133		2.400	4.133	
76A	AL-AM	2.030		1.473	3.125		476	3.125	4.133		2.526	4.133	
77A	AL-AM	1.655		1.499	2.130		484	2.130	2.067		1.976	4.133	
78A	AL-AM	1.251		2.807	1.296		2.067	1.296	4.112	1.255	1.571	3.752	1.146
79A	AL-AM	2.718		1.590	4.837		514	4.837	4.133		3.852	4.133	
82A	AL-AM	1.647		1.511	2.098		488	2.098	4.133		1.967	4.133	
90	AL-AM	2.518		1.998	4.011		646	4.011	4.133		3.870	4.133	
91	AL-AM	1.876		2.110	2.232		682	2.232	4.133		2.184	4.133	
103	AL-AM	2.358		1.978				2.358	4.133		2.031	4.133	
104	AL-AM	1.388		1.748				1.388	4.133		1.410	4.133	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - ALINEACIÓN EN AMARRE - CABLE OPGW-24

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
59A	AL-AM	209		518	410		194	410	622		209	2.489	
61A	AL-AM	320		569	980		213	980	1.276		493	2.551	
62A	AL-AM	259		656	491		245	491	1.318		381	2.636	
70	AL-AM	304		533	938		199	938	635		563	2.540	
71	AL-AM	209		478	471		179	471	1.265		449	2.529	
73	AL-AM	153		435	213		162	213	1.210		287	2.420	
74	AL-AM	284		759	477		284	477	1.338		373	2.677	
76A	AL-AM	245		497	650		186	650	1.284		340	2.568	
77A	AL-AM	201		506	382		189	382	642		308	2.568	
78A	AL-AM	137		888	156		630	156	1.171	357	320	2.137	217
79A	AL-AM	339		537	1.140		201	1.140	1.317		600	2.633	
82A	AL-AM	197		510	352		191	352	1.295		324	2.589	
90	AL-AM	338		675	923		252	923	1.338		872	2.677	
91	AL-AM	250		712	353		266	353	1.338		400	2.677	
103	AL-AM	312		668				312	1.332		192	2.664	
104	AL-AM	183		590				183	1.332		156	2.664	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – ÁNGULO EN AMARRE - CONDUCTOR LA-455

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
60A	AG-AM	1.625		4.661	2.022		3.783	2.022	2.025	2.876	1.889	4.051	2.466
63	AG-AM	2.348		5.712	3.683		4.666	3.683	2.003	3.566	3.044	4.006	3.057
72	AG-AM	1.701		5.051	2.440		4.395	2.440	2.006	3.488	2.564	4.011	2.991
75	AG-AM	2.448		7.489	3.634		6.231	3.634	1.948	4.823	3.555	3.897	4.134
81	AG-AM	2.625		4.349	4.205		3.046	4.205	2.045	2.075	3.559	4.091	1.779
85A	AG-AM	2.118		5.930	3.274		5.085	3.274	1.986	4.003	2.630	3.972	3.432
89	AG-AM	2.019		6.668	3.237		6.065	3.237	1.942	4.940	2.834	3.885	4.233
93	AG-AM	2.079		5.369	3.221		4.538	3.221	2.004	3.543	2.609	4.007	3.036
96	AG-AM	1.661		4.456	2.309		3.596	2.309	8.112	1.589	2.017	4.056	2.385
102	AG-AM	1.823		6.657				1.823	1.960	4.444	1.552	3.919	3.810
105	AG-AM	2.350		3.981				2.350	2.042	2.179	1.982	4.085	1.866
106	AG-AM	1.788		8.070				1.788	1.889	5.864	1.567	3.777	5.025
113	AG-AM	1.799		8.523	2.913		7.851	2.913	7.367	3.750	2.717	3.684	5.625
131	AG-AM	1.725		1.687	2.458		796	2.458	8.265	185	2.044	4.132	276
145	AG-AM	1.875		7.055				1.875	1.930	4.930	1.573	3.860	4.227
148	AG-AM	1.600		8.067				1.600	1.861	5.973	1.387	3.722	5.121



SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - ÁNGULO EN AMARRE - CABLE OPGW-24

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
60A	AG-AM	197		1.506	341		1.175	341	609	865	295	2.436	494
63	AG-AM	304		1.917	810		1.513	810	639	1.137	484	2.554	650
72	AG-AM	198		1.594	485		1.321	485	587	1.021	557	2.348	583
75	AG-AM	338		2.536	799		2.028	799	631	1.562	763	2.524	892
81	AG-AM	352		1.461	955		1.009	955	652	661	630	2.606	378
85A	AG-AM	262		1.914	698		1.570	698	600	1.209	358	2.398	691
89	AG-AM	238		2.143	699		1.856	699	586	1.491	488	2.346	852
93	AG-AM	252		1.774	672		1.441	672	625	1.105	359	2.501	632
96	AG-AM	191		1.379	434		1.051	434	2.407	472	285	2.407	472
102	AG-AM	225		2.059				225	589	1.336	121	2.356	763
105	AG-AM	281		1.267				281	627	669	147	2.507	382
106	AG-AM	210		2.519				210	580	1.800	134	2.318	1.028
113	AG-AM	196		2.596	642		2.353	642	2.189	1.114	546	2.189	1.114
131	AG-AM	200		555	475		276	475	2.456	55	262	2.456	55
145	AG-AM	223		2.145				223	570	1.457	115	2.282	833
148	AG-AM	181		2.391				181	538	1.726	101	2.151	986



SOLICITACIONES COMBINADAS EN CRUCETA – FIN DE LÍNEA - CONDUCTOR LA-455

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
62-DERIV	FL	971	6.189	4.485	1.379	6.747	4.125				1.379	3.883	6.916
149	FL	1.271	8.189	768							635	8.189	

SOLICITACIONES COMBINADAS EN CUPULA DE TIERRA - FIN DE LÍNEA - CABLE OPGW-24

ZONAS A Y B

Nº APOYO	TIPO APOYO	1º Hipótesis			2º Hipótesis			3º Hipótesis			4º Hipótesis		
		Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft
62-DERIV	FL	123	2.466	256	313	2.451	95					2.466	
149	FL	135	2.366	259								2.366	

RESUMEN DE APOYOS - CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Nº APOYO	TIPO APOYO	Denominación	Hi (m)	Hm (m)	Hs (m)	Ht (m)	Hu (m)	Brazo Cruc. Inferior (m)	Brazo Cruc. Media (m)	Brazo Cruc. Superior (m)	Brazo Cruc. Cúpula (m)
62-DERIV	FL	30 / IME-FL-CC-400	30,00	40,00	50,00	57,60	40,00	15,00	15,00	15,00	9,70
59A	AL-AM	27 / IME-AN-DC-400	27,00	35,00	43,00	49,30	35,00	7,50	7,00	7,00	3,00
60A	AG-AM	30 / IME-AN2-DC-400 (a)	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
61A	AL-AM	55 / IME-AN-DC-400	55,00	63,00	71,00	77,30	63,00	7,50	7,00	7,00	3,00
62A	AL-AM	40 / IME-AN-DC-400	40,00	48,00	56,00	62,30	48,00	7,50	7,00	7,00	3,00
63	AG-AM	33 / IME-AN2-DC-400 (a)	33,00	41,00	49,00	55,30	41,00	7,50	7,00	7,00	3,00
64	AL	21 / IME-SUS-DC-400	21,20	29,20	37,20	39,80	29,20	7,00	7,00	7,00	3,30
65	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
66	AL	36 / IME-SUS-DC-400	36,11	44,11	52,11	54,71	44,11	7,00	7,00	7,00	3,30
67	AL	36 / IME-SUS-DC-400	36,11	44,11	52,11	54,71	44,11	7,00	7,00	7,00	3,30
68	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
69	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
70	AL-AM	24 / IME-AN-DC-400	24,00	32,00	40,00	46,30	32,00	7,50	7,00	7,00	3,00
71	AL-AM	18 / IME-AN-DC-400	18,00	26,00	34,00	40,30	26,00	7,50	7,00	7,00	3,00
72	AG-AM	21 / IME-AN2-DC-400 (a)	21,00	29,00	37,00	43,30	29,00	7,50	7,00	7,00	3,00
73	AL-AM	24 / IME-AN-DC-400	24,00	32,00	40,00	46,30	32,00	7,50	7,00	7,00	3,00
74	AL-AM	18 / IME-AN-DC-400	18,00	26,00	34,00	40,30	26,00	7,50	7,00	7,00	3,00
75	AG-AM	24 / IME-AN2-DC-400 (a)	24,00	32,00	40,00	46,30	32,00	7,50	7,00	7,00	3,00
76A	AL-AM	18 / IME-AN-DC-400	18,00	26,00	34,00	40,30	26,00	7,50	7,00	7,00	3,00
77A	AL-AM	36 / IME-AN-DC-400	36,00	43,00	51,00	57,30	43,00	7,50	7,00	7,00	3,00
78A	AL-AM	27 / IME-AN-DC-400	27,00	35,00	43,00	49,30	35,00	7,50	7,00	7,00	3,00
79A	AL-AM	30 / IME-AN-DC-400	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
80A	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
81	AG-AM	33 / IME-AN2-DC-400 (a)	33,00	41,00	49,00	55,30	41,00	7,50	7,00	7,00	3,00
82A	AL-AM	21 / IME-AN-DC-400	21,00	29,00	37,00	43,30	29,00	7,50	7,00	7,00	3,00
83A	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
84A	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30



Nº APOYO	TIPO APOYO	Denominación	Hi (m)	Hm (m)	Hs (m)	Ht (m)	Hu (m)	Brazo Cruc. Inferior (m)	Brazo Cruc. Media (m)	Brazo Cruc. Superior (m)	Brazo Cruc. Cúpula (m)
85A	AG-AM	30 / IME-AN2-DC-400 (a)	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
86	AL	36 / IME-SUS-DC-400	36,11	44,11	52,11	54,71	44,11	7,00	7,00	7,00	3,30
87	AL	36 / IME-SUS-DC-400	36,11	44,11	52,11	54,71	44,11	7,00	7,00	7,00	3,30
88	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
89	AG-AM	24 / IME-AN2-DC-400 (a)	24,00	32,00	40,00	46,30	32,00	7,50	7,00	7,00	3,00
90	AL-AM	27 / IME-AN-DC-400	27,00	35,00	43,00	49,30	35,00	7,50	7,00	7,00	3,00
91	AL-AM	27 / IME-AN-DC-400	27,00	35,00	43,00	49,30	35,00	7,50	7,00	7,00	3,00
92	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
93	AG-AM	30 / IME-AN2-DC-400 (a)	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
94	AL	21 / IME-SUS-DC-400	21,20	29,20	37,20	39,80	29,20	7,00	7,00	7,00	3,30
95	AL	18 / IME-SUS-DC-400	18,20	26,20	34,20	36,80	26,20	7,00	7,00	7,00	3,30
96	AG-AM	21 / IME-AN2-DC-400 (a)	21,00	29,00	37,00	43,30	29,00	7,50	7,00	7,00	3,00
97	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
98	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
99	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
100	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
101	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
102	AG-AM	24 / IME-AN2-DC-400 (a)	24,00	32,00	40,00	46,30	32,00	7,50	7,00	7,00	3,00
103	AL-AM	36 / IME-AN-DC-400	36,00	44,00	52,00	58,30	44,00	7,50	7,00	7,00	3,00
104	AL-AM	33 / IME-AN-DC-400	33,00	41,00	49,00	55,30	41,00	7,50	7,00	7,00	3,00
105	AG-AM	30 / IME-AN2-DC-400 (a)	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
106	AG-AM	30 / IME-AN2-DC-400 (a)	30,00	38,00	46,00	52,30	38,00	7,50	7,00	7,00	3,00
107	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
108	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
109	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
110	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
111	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
112	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30



Nº APOYO	TIPO APOYO	Denominación	Hi (m)	Hm (m)	Hs (m)	Ht (m)	Hu (m)	Brazo Cruc. Inferior (m)	Brazo Cruc. Media (m)	Brazo Cruc. Superior (m)	Brazo Cruc. Cúpula (m)
113	AG-AM	18 / IME-AN2-DC-400 (a)	18,00	26,00	34,00	40,30	26,00	7,50	7,00	7,00	3,00
114	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
115	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
116	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
117	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
118	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
119	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
120	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
121	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
122	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
123	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
124	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
125	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
126	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
127	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
128	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
129	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
130	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
131	AG-AM	21 / IME-AN2-DC-400 (a)	21,00	29,00	37,00	43,30	29,00	7,50	7,00	7,00	3,00
132	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
133	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
134	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
135	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
136	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
137	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
138	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30
139	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
140	AL	27 / IME-SUS-DC-400	27,00	35,00	43,00	45,60	35,00	7,00	7,00	7,00	3,30



Nº APOYO	TIPO APOYO	Denominación	Hi (m)	Hm (m)	Hs (m)	Ht (m)	Hu (m)	Brazo Cruc. Inferior (m)	Brazo Cruc. Media (m)	Brazo Cruc. Superior (m)	Brazo Cruc. Cúpula (m)
141	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
142	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
143	AL	33 / IME-SUS-DC-400	33,20	41,20	49,20	51,80	41,20	7,00	7,00	7,00	3,30
144	AL	30 / IME-SUS-DC-400	30,20	38,20	46,20	48,80	38,20	7,00	7,00	7,00	3,30
145	AG-AM	27 / IME-AN2-DC-400 (a)	27,00	35,00	43,00	49,30	35,00	7,50	7,00	7,00	3,00
146	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
147	AL	24 / IME-SUS-DC-400	24,00	32,00	40,00	42,60	32,00	7,00	7,00	7,00	3,30
148	AG-AM	21 / IME-AN2-DC-400 (a)	21,00	29,00	37,00	43,30	29,00	7,50	7,00	7,00	3,00
149	FL	25 / IME-FL1-DC-400	25,00	33,00	41,00	47,20	33,00	7,50	7,50	7,50	3,50

siendo:

- H_i Altura de la cruceta inferior (m).
 H_m Altura de la cruceta media (m).
 H_s Altura de la cruceta superior (m).
 H_u Punto de aplicación para cálculo de esfuerzos (m).
 H_t Altura total de la estructura (m).

1.9.5. Cálculo mecánico de cimentaciones

Las cimentaciones serán fraccionadas.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el apdo. 1 del Art. 31 del Reglamento de líneas eléctricas, el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales 1,50
- Hipótesis anormales 1,20

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo. 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no inferior a los siguientes valores:

- Para $0 < \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$ 1,50
- Para $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$ 1,50

Siendo:

- M_{ch} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m)
- M_{cv} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm)

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederán los valores máximos fijados para el mismo.

1.9.5.1. Comprobación al arranque

Se considerarán todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- Peso propio de la cimentación
- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado

Se comprobará que el coeficiente de estabilidad de la cimentación, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo y la carga nominal de arranque, no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis eventuales.

1.9.5.2. Comprobación a la compresión

Se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

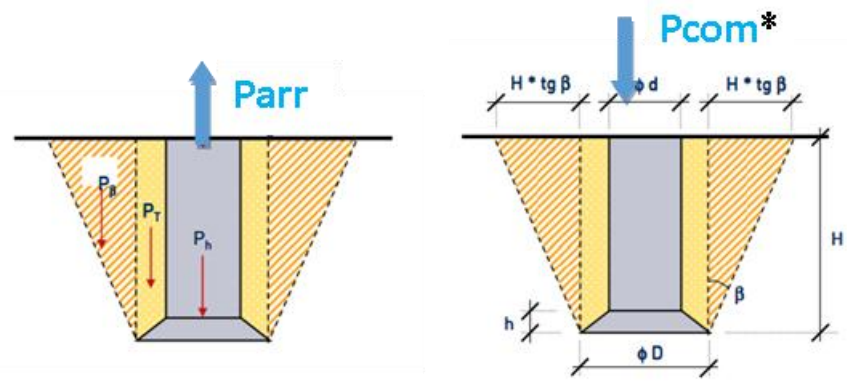
- Peso propio de la cimentación
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación
- Carga de compresión ejercida por el apoyo

1.9.5.3. Cimentaciones fraccionadas

Las cimentaciones fraccionadas están constituidas por cuatro macizos de hormigón armado, de forma tronco cónica en la parte inferior y de sección cilíndrica en la parte superior.

Este tipo de cimentaciones deben de absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo trasmite al suelo. De los cuatro macizos constituyentes de la cimentación, para un determinado esfuerzo transversal o longitudinal aplicado al apoyo, dos de ellos trabajan al arranque y los otros a la compresión. El cálculo de las cargas de compresión y de arranque está basado en el método del talud natural o ángulo de arranque de tierras.

Para el cálculo se deberán conocer las máximas reacciones en la base transmitidas por cada apoyo, mayoradas con el coeficiente de seguridad correspondiente al tipo de carga. El fabricante del apoyo deberá facilitar el valor máximo de las reacciones mayoradas, al arranque (P_{arr}) y a la compresión (P_{com}), obtenidas a partir del árbol de cargas y los esfuerzos de viento que actúan sobre cada estructura, además de los coeficientes de seguridad aplicados en cada caso.



El peso del apoyo está implícito en la reacción a tracción en la base.

1.9.5.3.1. Comprobación al arranque:

El esfuerzo estabilizador P_e (daN) para equilibrar el arranque (P_{arr}) viene dado por la expresión:

$$P_e = \frac{P_a}{4} + P_h + P_t + P_\beta$$

siendo:

- P_e Esfuerzo estabilizador (daN)
- P_a Peso del apoyo (daN)
- P_h Peso del bloque de hormigón (daN)
- P_t Peso de tierras que gravitan sobre el hormigón (daN)
- P_β Peso de tierras que serían arrancadas según el ángulo natural del terreno o ángulo de fricción del mismo (daN)

Las fuerzas que se oponen a la salida del macizo del terreno vienen definidas por:

- Peso del macizo

$$P_h = \delta_h \cdot \pi \left[(H - h) \cdot \frac{d^2}{4} + \frac{h}{3} \cdot \left[\frac{D^2 + D \cdot d + d^2}{4} \right] \right]$$

- $\frac{1}{4}$ parte del peso del apoyo
- Peso de la tierra que gravita sobre la cimentación

$$P_t = \delta_t \cdot \left[H \cdot L^2 - \frac{P_h}{\delta_h} \right]$$

- Peso de la tierra comprendida en un tronco de cono cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque β .

$$P_{\beta} = \delta_T \cdot \left[4 \cdot \frac{H}{3} \left[\left(\frac{D}{2} + H \tan \beta \right)^2 + \frac{D}{2} \left(\frac{D}{2} + H \tan \beta \right) + \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right] - \frac{P_h}{\delta_h} - \frac{P_T}{\delta_T} \right]$$

siendo:

δ_h	Peso específico del hormigón
δ_T	Peso específico del terreno (daN/m ³)
D	Diámetro de la base tronco-piramidal (m)
d	Diámetro de la base recta (m)
H	Altura de la cimentación (m)
h	Altura de la campana (m)
β	Ángulo de arranque del terreno

Si la reacción P_{arr} esta mayorada, la cimentación estará validada si:

$$P_{arr} \leq P_e$$

1.9.5.3.2. Comprobación a la compresión:

Se calculará la σ_c (daN/cm²) transmitida por la cimentación al terreno, considerando que las acciones que contribuyen a la compresión son:

C:	la reacción en la base del apoyo a compresión (sin mayorar)
P_h	Peso del bloque de hormigón (daN)
P_a	Peso del apoyo (daN)
P_t	Peso de tierras que gravitan sobre hormigón (daN)

$$\sigma_c = \frac{C + \frac{P_a}{4} + P_h + P_t}{S}$$

siendo

S Superficie de la base del macizo (cm²)

El valor de σ_c debe resultar inferior o igual al marcado en el reglamento para cada tipo de terreno.

El coeficiente de seguridad al vuelco viene dado por la expresión:

$$C_s = \frac{P_e}{P_{arr}}$$

En este caso se ha considerado un ángulo de arranque del terreno de 30,0°, una densidad del terreno de 1.700daN/m³ y una densidad del hormigón de 2.156daN/m³.

El valor de la resistencia mecánica del terreno es 3,50daN/cm².

Con estos valores se calculan las siguientes tablas, donde se pueden ver los coeficientes de seguridad al arranque y a compresión de las cimentaciones para las distintas hipótesis reglamentarias.

1.9.5.3.3. Dimensiones propuestas

Las estructuras propuestas tienen previstas unas cimentaciones que se describen a continuación.

Las dimensiones de la geometría de estas cimentaciones son solo una referencia, y se deberán validar una vez que se tengan datos obtenidos del estudio geotécnico del terreno, y las reacciones en la base mayoradas del fabricante.

Para el cálculo de estas cimentaciones se ha considerado un terreno normal ($\sigma_{adm} = 10$ daN/cm² / $\beta = 30^\circ$).

Apoyo Nº	Tipo de apoyo	Cimentación fraccionada (m)				V excav. (m³)	V horm. (m³)
		d	D	h	H		
59A	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
60A	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
61A	AL-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
62A	AL-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
63	AG-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
64	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
65	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
66	AL	1,36	2,43	1,07	3,68	27,558	29,011
67	AL	1,36	2,43	1,07	3,68	27,558	29,011
68	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
69	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
70	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
71	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
72	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
73	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
74	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
75	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
76A	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
77A	AL-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
78A	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
79A	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
80A	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016

Apoyo Nº	Tipo de apoyo	Cimentación fraccionada (m)				V excav. (m³)	V horm. (m³)
		d	D	h	H		
81	AG-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
82A	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
83A	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
84A	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
85A	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
86	AL	1,36	2,43	1,07	3,68	27,558	29,011
87	AL	1,36	2,43	1,07	3,68	27,558	29,011
88	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
89	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
90	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
91	AL-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
92	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
93	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
94	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
95	AL	1,3	2	0,7	3,8	22,536	23,863
96	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
97	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
98	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
99	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
100	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
101	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
102	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
103	AL-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
104	AL-AM	1,35	2,75	1,4	3,7	32,371	33,802
105	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
106	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,55	26,539	27,866
107	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
108	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
109	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
110	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
111	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
112	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
113	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
114	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
115	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
116	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
117	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
118	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
119	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
120	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
121	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
122	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
123	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
124	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302

Apoyo Nº	Tipo de apoyo	Cimentación fraccionada (m)				V excav. (m³)	V horm. (m³)
		d	D	h	H		
125	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
126	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
127	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
128	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
129	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
130	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
131	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
132	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
133	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
134	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
135	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
136	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
137	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
138	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
139	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
140	AL	1,35	2,1	0,75	3,8	24,585	26,016
141	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
142	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
143	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
144	AL	1,35	2,1	0,75	3,85	24,871	26,302
145	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
146	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
147	AL	1,3	2,05	0,75	3,8	22,914	24,242
148	AG-AM	1,3	2,5	1,2	3,5	26,273	27,600
149	FL	1,5	3,05	1,55	4,3	45,616	47,383

1.9.6. Puesta a tierra

Los apoyos, se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión.

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra son:

- Electrodo de puesta a tierra
- Línea de tierra

1.9.6.1. Electrodo de puesta a tierra

Se utilizarán como electrodos de puesta a tierra:

- Electrodo de difusión vertical para apoyos no frecuentados
- Anillo cerrado de cobre para apoyos frecuentados

En la siguiente tabla se exponen las características de la puesta a tierra de los distintos apoyos en función de su tensión y ubicación:

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Paso A/S	Tipo PAT
59A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
60A	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
61A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
62A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
63	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
64	AL	No	No	No	Pica Doble
65	AL	No	No	No	Pica Doble
66	AL	No	No	No	Pica Doble
67	AL	No	No	No	Pica Doble
68	AL	No	No	No	Pica Doble
69	AL	No	No	No	Pica Doble
70	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
71	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
72	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
73	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
74	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
75	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
76A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
77A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
78A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
79A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
80A	AL	No	No	No	Pica Doble
81	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
82A	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
83A	AL	No	No	No	Pica Doble
84A	AL	No	No	No	Pica Doble
85A	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
86	AL	No	No	No	Pica Doble
87	AL	No	No	No	Pica Doble
88	AL	No	No	No	Pica Doble
89	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
90	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
91	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
92	AL	No	No	No	Pica Doble
93	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
94	AL	No	No	No	Pica Doble
95	AL	No	No	No	Pica Doble
96	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
97	AL	No	No	No	Pica Doble
98	AL	No	No	No	Pica Doble
99	AL	No	No	No	Pica Doble
100	AL	No	No	No	Pica Doble

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Paso A/S	Tipo PAT
101	AL	No	No	No	Pica Doble
102	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
103	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
104	AL-AM	No	No	No	Pica Doble
105	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
106	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
107	AL	No	No	No	Pica Doble
108	AL	No	No	No	Pica Doble
109	AL	No	No	No	Pica Doble
110	AL	No	No	No	Pica Doble
111	AL	No	No	No	Pica Doble
112	AL	No	No	No	Pica Doble
113	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
114	AL	No	No	No	Pica Doble
115	AL	No	No	No	Pica Doble
116	AL	No	No	No	Pica Doble
117	AL	No	No	No	Pica Doble
118	AL	No	No	No	Pica Doble
119	AL	No	No	No	Pica Doble
120	AL	No	No	No	Pica Doble
121	AL	No	No	No	Pica Doble
122	AL	No	No	No	Pica Doble
123	AL	No	No	No	Pica Doble
124	AL	No	No	No	Pica Doble
125	AL	No	No	No	Pica Doble
126	AL	No	No	No	Pica Doble
127	AL	No	No	No	Pica Doble
128	AL	No	No	No	Pica Doble
129	AL	No	No	No	Pica Doble
130	AL	No	No	No	Pica Doble
131	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
132	AL	No	No	No	Pica Doble
133	AL	No	No	No	Pica Doble
134	AL	No	No	No	Pica Doble
135	AL	No	No	No	Pica Doble
136	AL	No	No	No	Pica Doble
137	AL	No	No	No	Pica Doble
138	AL	No	No	No	Pica Doble
139	AL	No	No	No	Pica Doble
140	AL	No	No	No	Pica Doble
141	AL	No	No	No	Pica Doble
142	AL	No	No	No	Pica Doble
143	AL	No	No	No	Pica Doble
144	AL	No	No	No	Pica Doble
145	AG-AM	No	No	No	Pica Doble

Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Paso A/S	Tipo PAT
146	AL	No	No	No	Pica Doble
147	AL	No	No	No	Pica Doble
148	AG-AM	No	No	No	Pica Doble
149	FL	No	No	No	Pica Doble

1.9.6.1.1. Electrodo de difusión vertical

Se utilizará como electrodo de difusión vertical picas con alma de acero y recubrimiento de cobre de 2 m de longitud.

El extremo superior de cada pica quedará al menos a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irá también la línea de tierra que conecte las picas con el apoyo.

La puesta a tierra doble se realizará mediante dos picas de puesta a tierra situadas a ambos lados del apoyo y perpendicularmente a la dirección de la línea.

1.9.6.2. Línea de tierra

Estará constituida por un doble cable de acero galvanizado de 50 mm² de sección.

Los apoyos de la línea de 400 kV dispondrán de dos líneas de tierra situadas en lados opuestos del apoyo.

La corriente de cortocircuito máxima admitida por la línea de tierra en función de la duración del defecto y de las características de los conductores de puesta a tierra, a efectos de no sobrepasar la temperatura máxima permisible, considerando el proceso adiabático, se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{th} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

donde:

$$k = \sqrt{\frac{\gamma \cdot c}{\rho_{cc} \cdot \alpha} \cdot \ln \frac{1 + \alpha \cdot (\theta_2 - 20)}{1 + \alpha \cdot (\theta_1 - 20)}}$$

siendo:

- I_{th} : Corriente de cortocircuito térmica equivalente (A)
- S : Sección del conductor (mm²)
- t : Tiempo de duración de la falta (s)
- γ : Densidad del conductor (kg/m³)
- c : Calor específico del conductor (J/kg °C)
- ρ_{cc} : Resistividad del conductor en corriente continua a 20 °C (Ω m)
- α : Coeficiente de variación de la resistividad del conductor con la temperatura (°C⁻¹)
- θ_1 : Temperatura inicial del conductor (°C)

θ_2 : Temperatura final del conductor ($^{\circ}\text{C}$)

Si se considera la temperatura inicial de 40°C y una temperatura máxima de 300°C , para un defecto de una duración de 0,5 s, las corrientes de cortocircuito térmicas equivalentes máximas admisibles serán:

SECCIÓN (MM^2)	I_{TH} (KA)
2x50	7,96
2x(2x50)	15,92

La unión de los conductores de acero con la estructura metálica del apoyo se realizará mediante grapa sobre estructura para dos cables.

La unión entre la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra se realizará mediante bridas con estribos para dos cables en el caso de unión a pica de acero-cobre o mediante soldadura aluminotérmica en caso de unión a anillo cerrado de cobre.

1.10. Prescripciones especiales

1.10.1. Cruzamientos

1.10.1.1. Líneas eléctricas y de telecomunicación

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$D_{lin} = D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión nominal hasta 45kV
- 3 metros para líneas de tensión nominal hasta 66kV
- 4 metros para líneas de tensión nominal hasta 132kV
- 5 metros para líneas de tensión nominal hasta 220kV
- 7 metros para líneas de tensión nominal hasta 400kV

y considerándose los conductores bajo la máxima desviación bajo la acción del viento.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{vert} = D_{add} + D_{el}$$

Tensión nominal (kV)	Dadd (m)	
	Distancia apoyo línea superior al punto cruce < 25m	Distancia apoyo punto línea superior al cruce > 25m
De 3 a 30	1,8	2,5
De 45 o 66	2,5	
De 110 a 150	3	
220	3,5	
400	4	

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea superior y los cables de tierra de la línea inferior, no deberá ser inferior a

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 \text{ m} + D_{el}$$

con un mínimo de 2 metros.

Esta comprobación se realizará con los conductores de fase de la línea superior en condiciones de flecha máxima establecidos en el proyecto.

Con los conductores de fase o cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga a la temperatura mínima según la zona.

1.10.1.2. Carreteras y ferrocarriles sin electrificar

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera o sobre las cabezas de carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar será de:

$$D_{ctra} = D_{add} + D_{el}$$

con un mínimo de 7 metros.

D_{add} toma un valor de 7,5m para líneas de categoría especial y de 6,3 metros en el resto.

1.10.2. Relación de cruzamientos

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Tipo de cruzamiento (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
											X	Y
1	62-DERIV	59A	419,2	165,0		13,80	32,69	5	VAL DE MASCARDA	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	711.787	4.534.688
2	61A	62A	473,5	62,8	14,7	7,20	11,12	1	LAT 220KV PROYECTAD A SET ÍBEROS - SET MUDEJAR PROMOTORES	ENDESA	712.217	4.535.650
3	62A	63	555,8	118,2	48,4	7,20	9,68	1	LAT 45KV	ENDESA	712.385	4.536.481
4	64	65	527,5	219,4		13,80	18,58	5	VAL DE LOS MOLINOS	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	712.221	4.537.208
5	65	66	495,9	178,1		13,80	16,02	5	VAL DE LOS MOLINOS	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	712.071	4.537.693
6	66	67	432,4	95,2	43,3	7,20	9,10	1	LMT 15KV	ENDESA	711.887	4.538.293
7	67	68	490,6	138,4	26,6	7,20	13,00	1	LINEA TELEFONICA	TELEFONICA	711.818	4.538.516
8	67	68	490,6	152,9		10,30	18,12	2	CTRA.A-1402 PK:4.359	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS GOBIERNO DE ARAGÓN	711.806	4.538.554
9	67	68	490,6	199,7		8,10	13,28	6	GASEODUCTO NV17-8	ENDESA GAS	711.773	4.538.661
10	73	74	306,1	106,7	8,0	7,20	7,77	1	LINEA TELEFONICA	TELEFONICA	711.344	4.540.826

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Tipo de cruceamiento (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
											X	Y
11	73	74	306,1	110,1		10,30	12,90	2	CTRA.SC-44025-01 S/PK	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS GOBIERNO DE ARAGÓN	711.346	4.540.838
12	73	74	306,1	57,2	39,0	7,20	19,50	1	LMT 15KV	ENDESA	711.370	4.540.966
13	74	75	885,0	231,3		13,80	35,27	5	VAL DE ARIÑO	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	711.432	4.541.287
14	74	75	885,0	142,7	22,2	7,20	12,23	1	LAT 45KV	ENDESA	711.520	4.541.751
15	74	75	885,0	99,1	6,4	7,20	25,78	1	LINEA TELEFONICA	TELEFONICA	711.528	4.541.794
16	74	75	885,0	14,1	26,1	7,20	10,23	1	LMT 15KV	ENDESA	711.544	4.541.878
17	76A	77A	485,9	121,1		8,10	30,71	6	GASEODUCTO N308V176	ENDESA GAS	711.327	4.542.303
18	76A	77A	485,9	233,9	138,2	7,20	8,50	1	LAT 45KV	ENDESA	711.289	4.542.373
19	76A	77A	485,9	107,7	13,3	7,20	10,00	1	LAT 30KV	ENDESA	711.229	4.542.485
20	77A	78A	308,6	70,9	84,8	7,20	21,17	1	LAT 45KV	ENDESA	711.145	4.542.642
21	80A	81	594,1	28,5	39,1	7,20	6,94	1	LAT 132KV	ENDESA	710.632	4.544.202
22	86	87	469,1			8,10	15,57	7	PASO DESDE VAL DORÍA HASTA EL MAS QUEMADO	DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	711.053	4.546.600
23	89	90	421,5			8,10	18,41	7	CAMINO DE SANTIAGO	SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	711.475	4.547.312

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Tipo de cruceamiento (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
											X	Y
24	92	93	511,8	137,2		13,80	14,57	5	ARROYO	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	711.248	4.548.959
25	92	93	511,8	182,0		10,30	13,00	2	CTRA.A-223 PK:23.738	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS GOBIERNO DE ARAGÓN	711.226	4.549.117
26	97	98	437,7	108,5		13,80	20,91	5	ARROYO	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	710.495	4.550.734
27	102	103	431,9	102,3		13,80	17,35	5	ARROYO	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	709.988	4.552.512
28	102	103	431,9	91,1		10,30	15,41	2	CTRA.A-223 PK:27.677	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS GOBIERNO DE ARAGÓN	709.980	4.552.518
29	103	104	616,8	71,0	26,9	7,20	12,75	1	LAT 220KV ECH-HJR	ENDESA	709.683	4.552.769
30	103	104	616,8			8,10	13,22	7	CAMINO DE SANTIAGO	SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	709.526	4.552.901
31	103	104	616,8	83,9		13,80	11,57	5	RIO MARTÍN	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	709.417	4.552.993
32	104	105	309,5	132,0		13,80	27,19	5	CANAL	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	709.145	4.553.222
33	105	106	480,6	140,3	52,6	7,20	9,04	1	LMT	ENDESA	708.953	4.553.438

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia al apoyo de la línea que cruza (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Tipo de cruceamiento (*)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
											X	Y
34	106	107	244,8	98,9	35,6	7,20	8,73	1	LMT	ENDESA	708.672	4.553.741
35	109	110	410,0			8,10	17,95	7	CAÑADA DEL FIGARAL	DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	707.402	4.553.955
36	114	115	367,3	94,7		13,80	44,07	5	VAL DE ALACÓN	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	706.169	4.554.424
37	121	122	372,5	83,5	55,8	7,20	9,07	1	LAT 45KV	ENDESA	704.895	4.556.981
38	125	126	415,9	139,0		10,30	11,93	2	CTRA.A-223 PK:38.681	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS GOBIERNO DE ARAGÓN	704.152	4.558.473
39	131	132	364,6			8,10	17,75	7	CAMINO DE SANTIAGO	SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	703.200	4.560.380
40	139	140	409,8	124,5		13,80	17,01	5	BARRANCO DE PEDROGIL	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	701.629	4.563.208
41	147	148	300,8	79,5		13,80	13,27	5	BARRANCO DE LOS ESTANCOS	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO	700.683	4.565.931

1.11. Paso por zonas

Tipo de zona	Apoyos Anterior-Posterior	Long. Afección	Organismo propietario afectado	Comunidad Autónoma	Provincia	Término Municipal
RECURSOS MINEROS	65-70 76A-84A 110-111 119-136	11.750 m	DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA Y MINAS DEL DEPARTAMEN-TO DE INDUSTRIA, COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO EMPRESA- RIAL DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	ARAGÓN	Teruel	ALLOZA ANDORRA ALBALATE DEL ARZOBISPO
PROTECCIÓN FLORA	98-102	1.580 m	DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AM-BIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN	ARAGÓN	Teruel	ALBALATE DEL ARZOBISPO

1.12. Relación de Organismos afectados

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
- CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
- SERVICIO DE PATRIMONIO DEL DEPARTAMENTO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
- DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA Y MINAS DEL DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO EMPRESARIAL DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
- ENDESA
- TELEFÓNICA
- ENDESA GAS
- AYUNTAMIENTO DE LOS OLMOS
- AYUNTAMIENTO DE ALLOZA
- AYUNTAMIENTO DE ANDORRA
- AYUNTAMIENTO DE ALBALATE DEL ARZOBISPO
- AYUNTAMIENTO DE HIJAR

1.13. Seguridad y Salud

Como anexo a este PROYECTO se adjunta el Estudio de Seguridad y Salud de la línea proyectada en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (Art. 4).

1.14. Relación de Bienes y Derecho Afectados

Como anexo a este PROYECTO se adjunta la Relación de Bienes y Derecho Afectados de la línea proyectada.

1.15. Conclusión

Considerando expuestas en esta memoria de la LAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida la Autorización Administrativa y la Aprobación del Proyecto.

Madrid, Abril de 2021



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

2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

2.1. Objeto y campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de obras de instalación de líneas aéreas de alta tensión descritas en este proyecto.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje las líneas.

Los Pliegos de Condiciones Particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2.2. Normativa aplicable

Se aplicarán las normas citadas en este documento, teniendo en cuenta las actualizaciones posteriores a las mismas, y que sean de aplicación a este proyecto.

2.3. Replanteo y medición

El replanteo de los apoyos y las mediciones de cualquier carácter en la línea correrán a cargo del Contratista. El replanteo de los apoyos y trazados de los tramos subterráneos se deberán encargar a la ingeniería que desarrollo el proyecto de la línea.

2.4. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a este Pliego de Condiciones.

2.4.1. Líneas Aéreas

2.4.1.1. Accesos a la situación de los apoyos

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El contratista se responsabilizará de respetar el estado de los mismos y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

En la medida de lo posible, se usarán los caminos existentes para el transporte de la maquinaria. El contratista se responsabilizará de respetar el estado de los mismos y de reponerlos a su estado original si fuera necesario realizar alguna transformación.

En caso de existir “Anexo al proyecto: accesos provisionales a los apoyos”, el contratista deberá realizar los caminos de acceso a los apoyos conforme al mismo, tratando de respetar las lindes de las propiedades y siempre de acuerdo con los propietarios y ayuntamiento afectados.

El contratista será responsable en todo momento de los desperfectos y perjuicios ocasionados a los propietarios de los terrenos afectados, por el transporte y acopio del material.

2.4.1.2. Trabajos en los cruzamientos

Para los cruzamientos que se realicen con otras líneas de distribución o transporte, se deberá contar con la coordinación de la empresa suministradora.

En aquellos casos que sea posible la realización de descargos, el contratista deberá solicitarlo a la empresa suministradora.

En los casos que no sea posible la realización de los descargos, se deberán realizar los trabajos en tensión. Estos trabajos deberán ser presupuestados aparte, y no serán abonados en caso de no ser necesarios por realizarse el cruzamiento sin tensión.

2.4.1.3. Apertura de pozos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el proyecto y al catálogo del fabricante de los apoyos. Las paredes de los pozos serán verticales. Si las dimensiones de la excavación fueran superiores a las indicadas en el proyecto, el exceso de hormigón será a cargo del contratista.

La cimentación de los apoyos está formada por cuatro bloques de hormigón en masa, proyectándose para un terreno de tipo normal con un coeficiente de compresibilidad de 12 Kg/cm^2 .

El precio de la obra civil de excavación es único, independientemente del tipo de terreno en el que se excave.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para señalar adecuadamente los pozos y para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes, según su Plan de Seguridad y Salud.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del pozo, aumentando así las dimensiones del mismo.

2.4.1.4. Transporte y acopio a pie de pozo

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Se evitará las sacudidas bruscas durante el transporte. En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el doblado de los perfiles.

Por ninguna razón el poste quedará apoyado de plano, siempre su colocación será de canto para evitar en todo momento deformaciones y grietas.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de éstos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de meter los estrobos, por lo que se pondrán como mínimo tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

Desde el almacén de obra se transportarán con carros especiales o elementos apropiados al pie del pozo.

Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

2.4.1.5. Cimentaciones

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto y conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Se empleará un hormigón cuya resistencia mecánica mínima sea 200 kg/cm^2 (H-200)

La fabricación del hormigón se realizará según lo establecido en el artículo 28º de la EHE-08.

En caso de preparación en obra la composición del mismo será la siguiente:

- 250 kg/m^3 de cemento 2BM-32,5
- 1350 kg grava tamaño 40mm Ø
- 675 kg arena seca
- 180 l de agua limpia

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables, se efectuará a mano o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Al hacer el vertido el hormigón se apisonará al objeto de hacer desaparecer las coqueas que pudieran formarse. No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse y quedara este sin terminar, se dejarán redondos visibles y, antes de proceder de nuevo al hormigonado, se levantará la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego el cepillo de alambre con agua o solamente este último si con él basta, más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

Las peanas de los apoyos sobrepasarán el nivel en 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de esta peana estará terminada en forma de punta de diamante, a partir de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar dos tubos corrugados para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y en la parte superior de la cimentación junto a la arista del apoyo que tenga la toma de tierra. La pica de toma de tierra no estará en el fondo del pozo del apoyo, sino al lado de la cimentación, e independiente de ella.

2.4.1.5.1. Arena

Puede proceder de ríos o de canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzo-so, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespatos.

2.4.1.5.2. Piedra

Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas la granulometría y el coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el artículo 28º de la EHE-08.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

2.4.1.5.3. Cementos

Los cementos utilizados en la elaboración del hormigón deberán ajustarse a lo establecido en el artículo 26º de la EHE-08.

2.4.1.5.4. Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionadas como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas.

Deben rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 27º de la EHE-08.

2.4.1.6. Armado de apoyos

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado o torcido. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

2.4.1.7. Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente, según norma UNE 37 508.

Todos los tornillos y sus accesorios deberán estar galvanizados en caliente según norma UNE 37 507.

2.4.1.8. Izado de apoyos

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Por tratarse de postes pesados se recomienda sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste. Si el montaje de las torres no se pudiera realizar con grúa por decisión del Director de Obra, se realizará por el método de barra a barra (a mano con plumín).

2.4.1.9. Tendido, empalme, tensado y retencionado

La medición de la unidad de tendido y aporte de cable (conductor, OPGW, tierra), está realizada sobre la distancia entre los centros de las bases de los apoyos en línea recta y en su proyección horizontal, asumiendo el contratista los despuntes, retales, puentes, empalmes y catenaria del cable.

2.4.1.9.1. Herramientas

2.4.1.9.1.1. Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el Director de Obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el Director de Obra.

La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia por variaciones de velocidad en la máquina de frenado. Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el encrustamiento en las capas inferiores.

2.4.1.9.1.2. Poleas de tendido del conductor

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán aluminio plástico o neopreno. El ancho y profundidad de la garganta tendrá una dimensión mínima igual a vez y media el diámetro del conductor.

Su diámetro estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos en conductores de cobre.

No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20 y 60 grados, para evitar enganches. Los bordes deberán ser biselados con el mismo fin.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción y de tal forma que permitan una fácil rodadura. Se colgarán directamente de las crucetas del apoyo.

2.4.1.9.1.3. Mordazas

Se utilizarán mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor que no dañen el aluminio ni al galvanizado del cable de acero cuando se aplique una tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0°C sin manguito de hielo ni viento.

El apriete de la mordaza debe ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

2.4.1.9.1.4. Máquina de tracción

Podrá utilizarse como tal la trócola, el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el Director de Obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

2.4.1.9.1.5. Dinamómetros

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

2.4.1.9.1.6. Giratorios

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinetes axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

2.4.1.9.2. Método de montaje

2.4.1.9.2.1. Tendido

Las operaciones de tendido no comenzarán hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

El Contratista se ocupará del tendido, elección de los emplazamientos del equipo y orden de entrega de las bobinas, para conseguir que los empalmes (si fueran necesarios) queden situados fuera de los sitios que prohíbe el R.L.A.T., una vez tensado el conductor.

El conductor se tendrá siempre en bobina. El conductor se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes. Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el Contratista lo someterá a la consideración del Director de Obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormales que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto el Contratista deberá comunicarlo al Director de Obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarán en el conductor, produciendo efectos químicos que deterioren el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y de anclaje.

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la falta de observación de estas prescripciones.

2.4.1.9.2.2. Empalmes

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes definitivos efectuados de forma adecuada a cada tensión y sección. Dada su flexibilidad son válidos para el paso por las poleas de tendido.

Debe tenerse especial cuidado en la elección del preformado, así como en su colocación, debiendo seguirse las normas indicadas por el fabricante, prestando atención al sentido del cableado del conductor.

En la preparación del empalme debe cortarse los hilos de aluminio utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla, cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

2.4.1.9.2.3. Tensado

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable o varilla de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado. Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

2.4.1.9.2.4. Regulación de conductores

La longitud total de la línea se dividirá en trozos de longitud variable, según sea la situación de los vértices. A cada uno de estos trozos los llamaremos serie.

Cada serie dispondrá de la correspondiente tabla de tendido, indicando el vano de regulación, la temperatura, tensión y flecha.

Para el tendido se requerirá el uso de dinamómetro, ajustando la tensión de acuerdo con el conductor, longitud de vano, y temperatura ambiente.

Con el fin de compensar la variación del módulo de elasticidad del conductor entre la situación final (conductor tendido, y considerada en proyecto) y la situación inicial (conductor nuevo, sin tensión inicial), se tenderá el conductor de acuerdo a la tabla de tendido, pero considerando una temperatura 5° C menos que la existente en el momento del tendido.

En cada serie el Director de Obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha. Estos vanos pueden ser de regulación, o sea, aquellos en que se mide la flecha primeramente elegidos entre todos los que constituyen la serie y los de comprobación variables en número, según sean las características del perfil en los cálculos efectuados y que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Después del tensado y regulación de los conductores se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

2.4.1.9.2.5. Retencionado

La suspensión de los conductores se hará por intermedio de estrobos de cuerda, o de acero forrados de cuero para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: primeramente se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

Tanto en los puntos de amarre como en los de suspensión, reforzaremos el conductor con las adecuadas varillas preformadas de protección.

2.4.1.10. Reposición del terreno

Las tierras sobrantes procedentes de la excavación, así como los restos del hormigonado deberán ser retiradas a vertedero, a cargo del Contratista siendo de su responsabilidad el reacondicionamiento de las zonas afectadas.

2.4.1.11. Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de riesgo eléctrico se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

2.4.1.12. Puesta a tierra

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto y siguiendo las instrucciones dadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

En contratista medirá todas y cada una de ellas, y entregará una relación completa de las mediciones. La dirección de obra realizará una verificación aleatoria de las mediciones obtenidas y exigirá que sean rebajadas aquellas que sean superiores a lo indicado en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

2.5. Materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad. El director de obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

El Contratista se hace responsable de la conservación y, de cualquier desperfecto que puedan producirse en los materiales, así como de las consecuencias de ellos, hasta la recepción completa de la obra.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el presente Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

2.5.1. Apoyos

Los apoyos estarán contruidos con perfiles laminados de acero de los selecciona-dos en la Recomendación UNESA 6702 y de acuerdo con la Norma UNE 36531-1ª R.

2.5.2. Herrajes

Serán del tipo indicado en el presente Proyecto. Todos estarán galvanizados en caliente.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Norma UNE-EN 61284.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

2.5.3. Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre en caso de utilizar vidrio, cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 60305. En caso de aislamiento compuesto la norma aplicable será la UNE-EN 61466.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el presente Proyecto.

2.5.4. Conductor

Serán los que figuran en el presente Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182.

2.5.5. Salvapájaros

Se instalarán en el cable de tierra según las indicaciones dadas (tipo y distancia entre ellos) por la consejería de Medio Ambiente, según la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

2.5.6. Señalizaciones diurnas (bolas)

Las bolas de señalización diurnas para el cruce de las carreteras y su montaje están incluidas y repercutidas en el precio unitario del cable de tierra.

2.6. Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción completa de la obra.

En la recepción de la instalación el contratista deberá aportar los resultados del control de calidad realizado sobre la conductividad de las tomas de tierra de cada apoyo, las pruebas de aislamiento, y mediciones de las flechas y tensiones aplicadas en cada vano.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, previa conformidad del Control de Obra por parte del cliente, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

2.6.1. Calidad de cimentaciones

El contratista contratará a su cargo un laboratorio independiente para la certificación de la resistencia mecánica del hormigón utilizado.

Se realizarán muestras en probeta de hormigón por cada 10 apoyos para efectuar ensayos que certificarán dicha resistencia a los 28 días del vertido.

2.6.2. Tolerancias de ejecución

2.6.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si "D" representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

2.6.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal

El desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea con relación a su situación prevista no debe suponer un aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

2.6.2.3. Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura de apoyo.

2.6.2.4. Altura de flechas.

Los errores máximos admitidos en flechas en cualquiera que sea la disposición de los conductores y el número de circuitos sobre el apoyo, en la regulación de conductores serán de:

±3% En el conductor que se regula.

±3% Entre dos conductores situados en el plano vertical.

±6% Entre dos conductores situados en el plano horizontal.

La medición de las flechas se realizará según norma UNE 21 101.

Cuando se utilice un conductor en haz múltiple, la diferencia entre las flechas de un haz de los dos subconductores no excederá del diámetro del conductor.

2.6.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes.

Se comprobará que el montaje de las cadenas de aisladores y herrajes, son correctos conforme a los planos de montaje.

No se admitirá una desviación horizontal de las cadenas de aisladores de suspensión superior al 1% de la longitud de la cadena.

2.6.2.6. Distancias a masa

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las que mínimas establecidas por el R.L.A.T.

2.7. Plan de seguridad y salud de la obra.

El plan de seguridad en obra se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud correspondiente al proyecto de la obra, y en la partida alzada de la aplicación del estudio de seguridad y salud, el contratista se obliga a aportar todas las unidades de seguridad marcadas por el estudio de seguridad aprobado por la propiedad, para la obra.

Se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, y del coordinador de seguridad, la inclusión en el plan de seguridad, y por lo tanto en la obra, de cualquier subcontrata.

2.8. Planning de ejecución de la obra.

El contratista deberá aportar antes de comenzar la obra el planning de realización de los trabajos que se ajustará al Estudio de Seguridad y Salud con las medidas correspondientes. Dicho planning será realizado en Microsoft Project o herramienta similar.

Ante ordenes de la propiedad de parada e inicio de obra, la empresa contratista responderá en 24 horas ante la parada y en 72 horas ante la notificación de inicio de obra. El plazo de la obra será considerado como la suma parcial de los periodos comprendidos entre las ordenes de inicio y parada de ejecución de obra. Este será el plazo en el que como máximo la empresa de contrata tendrá estipulado la finalización de la obra.

Después del inicio de la obra, ante paradas obligadas y propuestas por la propiedad, el contratista no repercutirá ningún coste adicional.

La contrata propondrá a la propiedad, por escrito y justificadamente, la aprobación de cualquier posible modificación de dicho planning.

2.9. Dirección de obra.

El contratista deberá dar el servicio de Dirección de Obra, con las siguientes condiciones:

1. Deberá emitir el documento de Compromiso de Dirección de Obra, que deberá visarse en el colegio de Ingenieros Industriales, asumiendo por escrito las responsabilidades inherentes a dicho cargo. Este documento deberá ser presentado con la documentación que proporcione el contratista antes de la firma del acta de replanteo. Su nombre deberá figurar al solicitar la Licencia de obras en los organismos que lo requieran.
2. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), cuando no sea necesaria la designación de Coordinador de Seguridad, la dirección Facultativa de la obra será el máximo responsable de seguridad en la obra designado por el promotor, y deberá:
 - Aprobar por escrito el plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como todas las subcontrataciones
 - Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra
 - Cumplimentar el libro de incidencias (el cual se deberá mantener siempre en la obra), Custodiar el mismo, y anotar la variaciones o incidencias que se produzcan en la obra
3. En las obras afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), en las que se haya designado Coordinador de Seguridad, la Dirección Facultativa de obras deberá figurar en el libro de incidencias y en algunos casos en el Acta de Aprobación del plan de Seguridad y Salud que ha realizado el Coordinador de Seguridad.
4. En las obras no afectadas por el RD 1627/97 (Seguridad y Salud en obras de construcción), la Dirección Facultativa de obras deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud específico elaborado por el contratista adjudicatario de la obra, así como los correspondientes a todos los subcontratistas.

La dirección de obra deberá mantener periódicamente informado al control de obra por parte de la empresa propietaria, aportando la documentación necesaria (planos, mediciones, cálculos,...).

El contratista deberá responsabilizarse con la firma del Documento de Dirección de Obra Terminada, visado en el Colegio Oficial de Ingenieros.

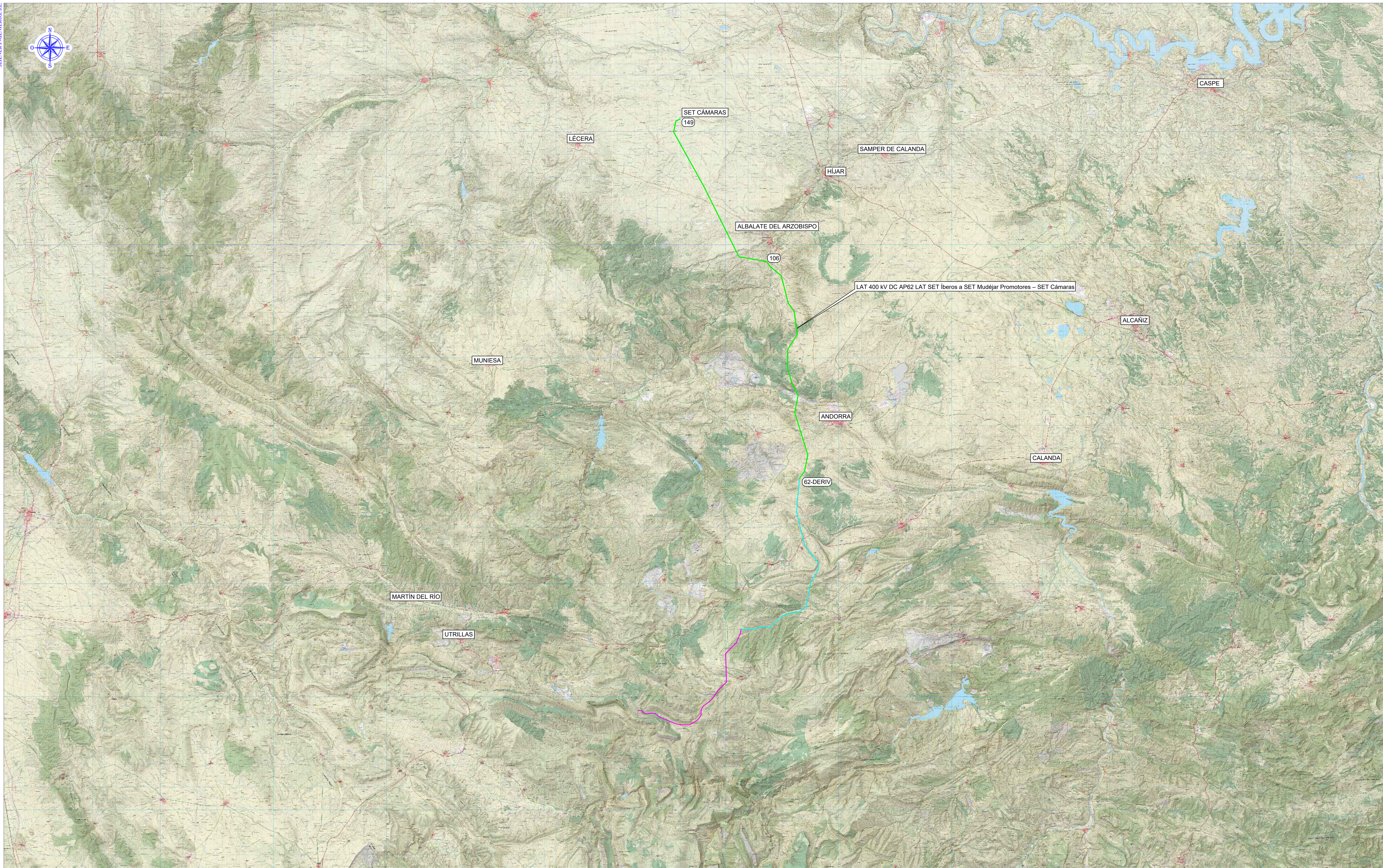
El documento que se presente en el Colegio, deberá certificar la realización de la obra conforme al proyecto constructivo. En caso de haber sido necesario realizar modificaciones se deberán documentar, incorporando los cálculos justificativos, y planos que describan la obra terminada.

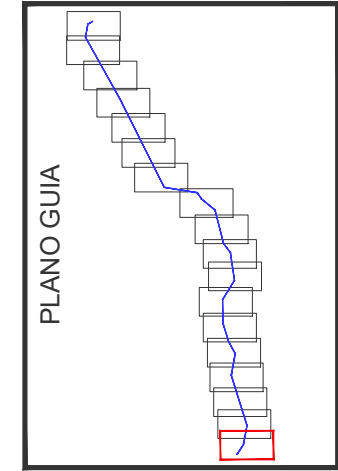
Además se deberán incorporar los datos de las mediciones realizadas por el contratista (resistencias de puesta a tierra, tensiones de paso y contacto, mediciones de aislamiento), y demás datos solicitados para la tramitación del proyecto en la Delegación de Industria correspondiente.

3. PLANOS

3.1. Lista de planos

Situación.....	FE-20000033-01
Emplazamiento.....	FE-20000033-02
Perfil y Planta	FE-20000033-03
Catastral.....	FE-20000033-04
Apoyos Tipo.....	FE-20000033-05
Cadenas de Aisladores.....	FE-20000033-06
Separador línea Dúplex	FE-20000033-07
Antivibrador tipo Stockbridge	FE-20000033-08
Salvapájaros espiral	FE-20000033-09
Cimentaciones Apoyos	FE-20000033-10
Puesta a Tierra	FE-20000033-11





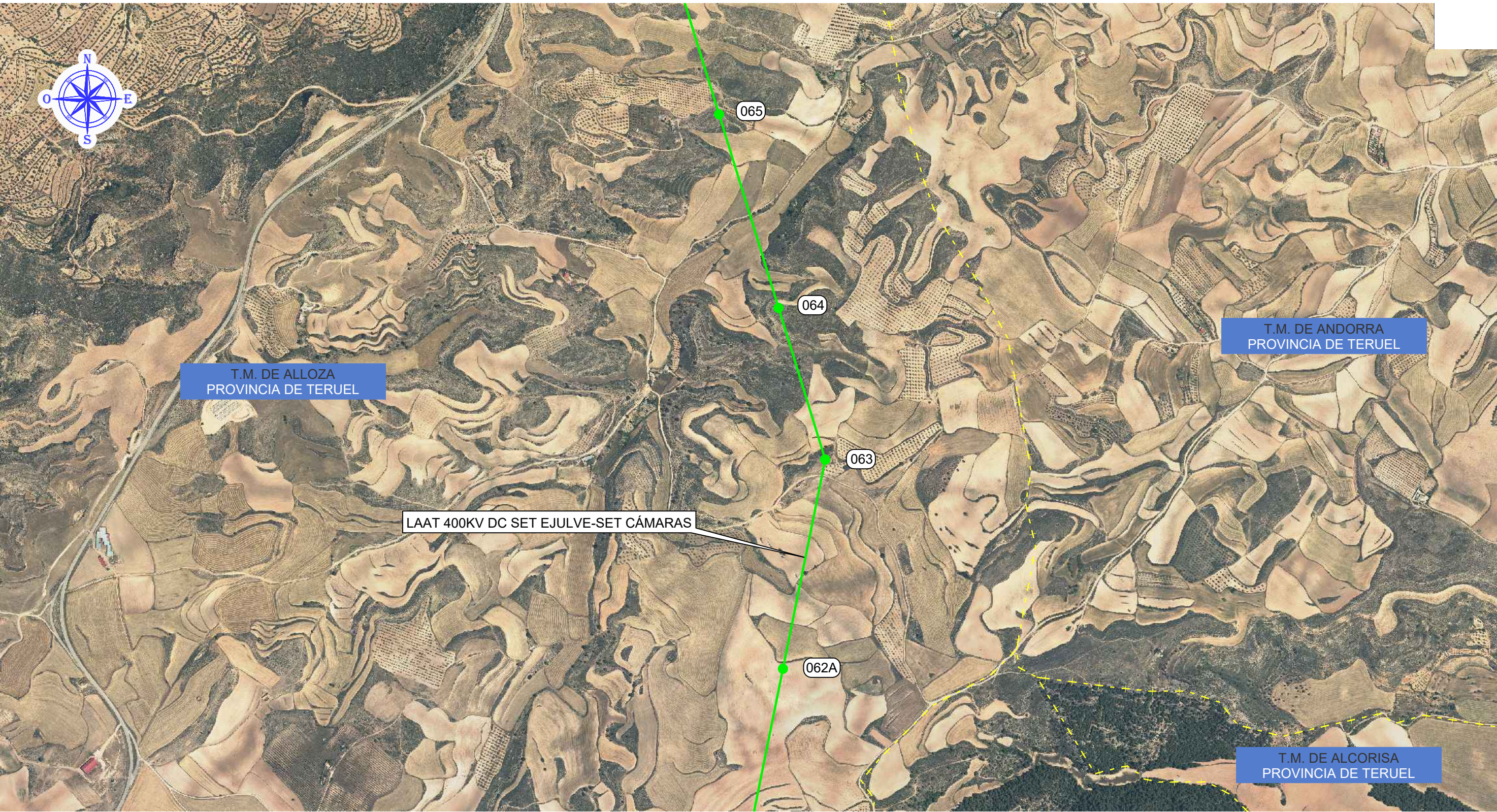
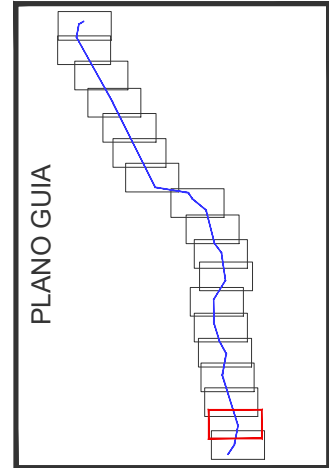
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

RFB

Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala:	1/10.000
		Revisión:	00
		Hoja:	02.01
		Siguiente:	02.02
		Código:	FE-20000033

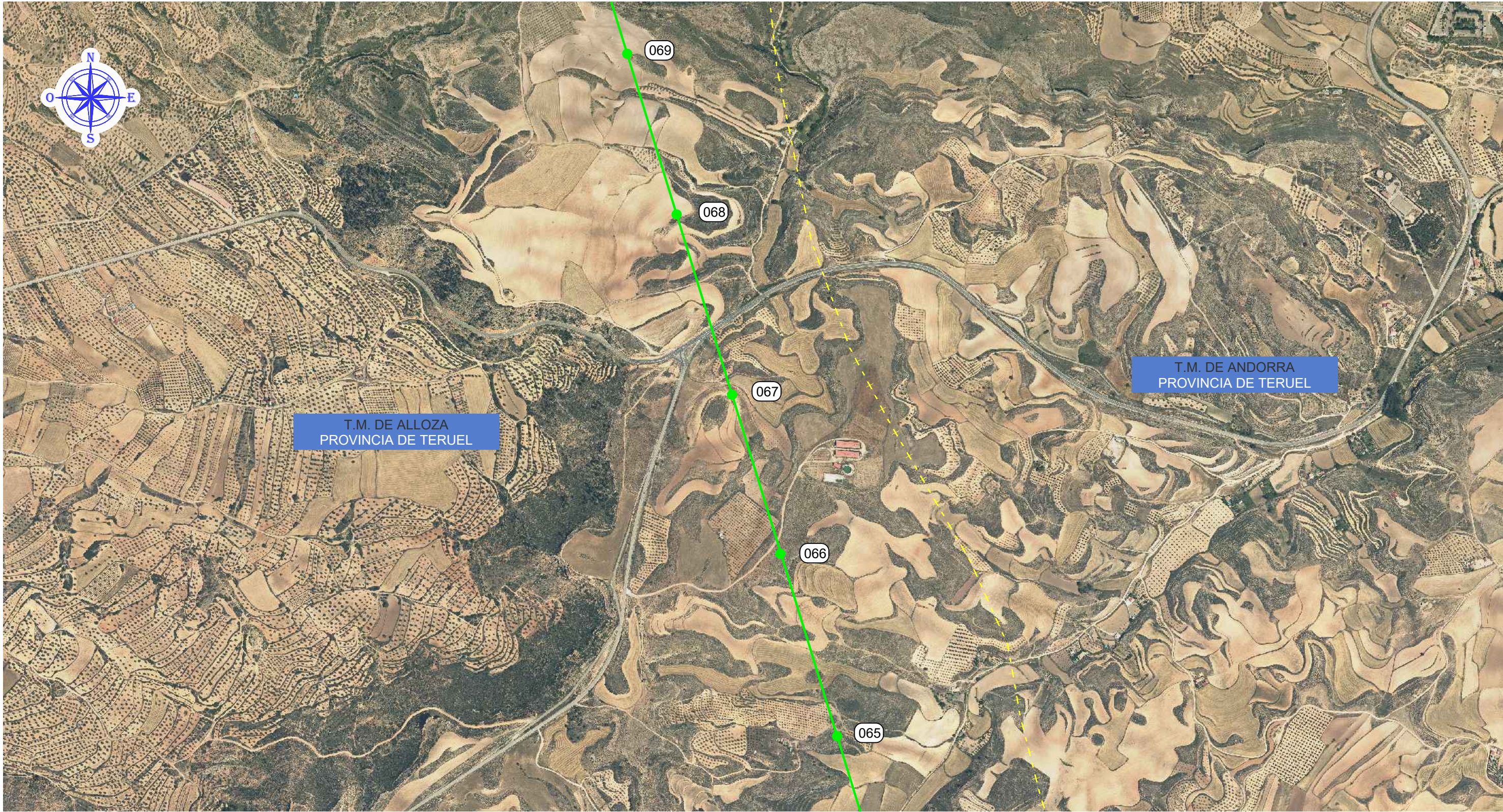
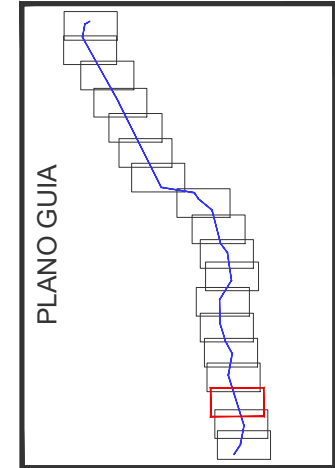
PLANO DE EMPLAZAMIENTO




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



RFB

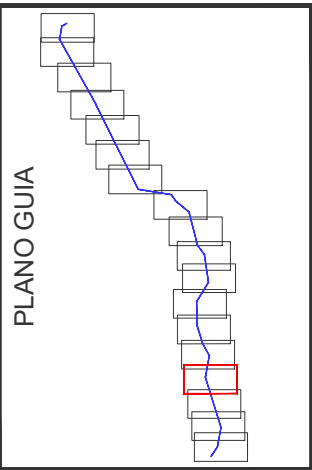
<div><div>FEMTAB</div><div>Grupo Sisener Ingenieros</div></div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: <div> 1/10.000</div>	
			PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Revisión:	00
					Hoja:	02.02
					Siguiente:	02.03
					Código: FE-20000033	
	Fecha:	Nombre:				
Dibujado:	04/2021	BCP				
Comprobado:	04/2021	JAS				
Aprobado:	04/2021	RFB				



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




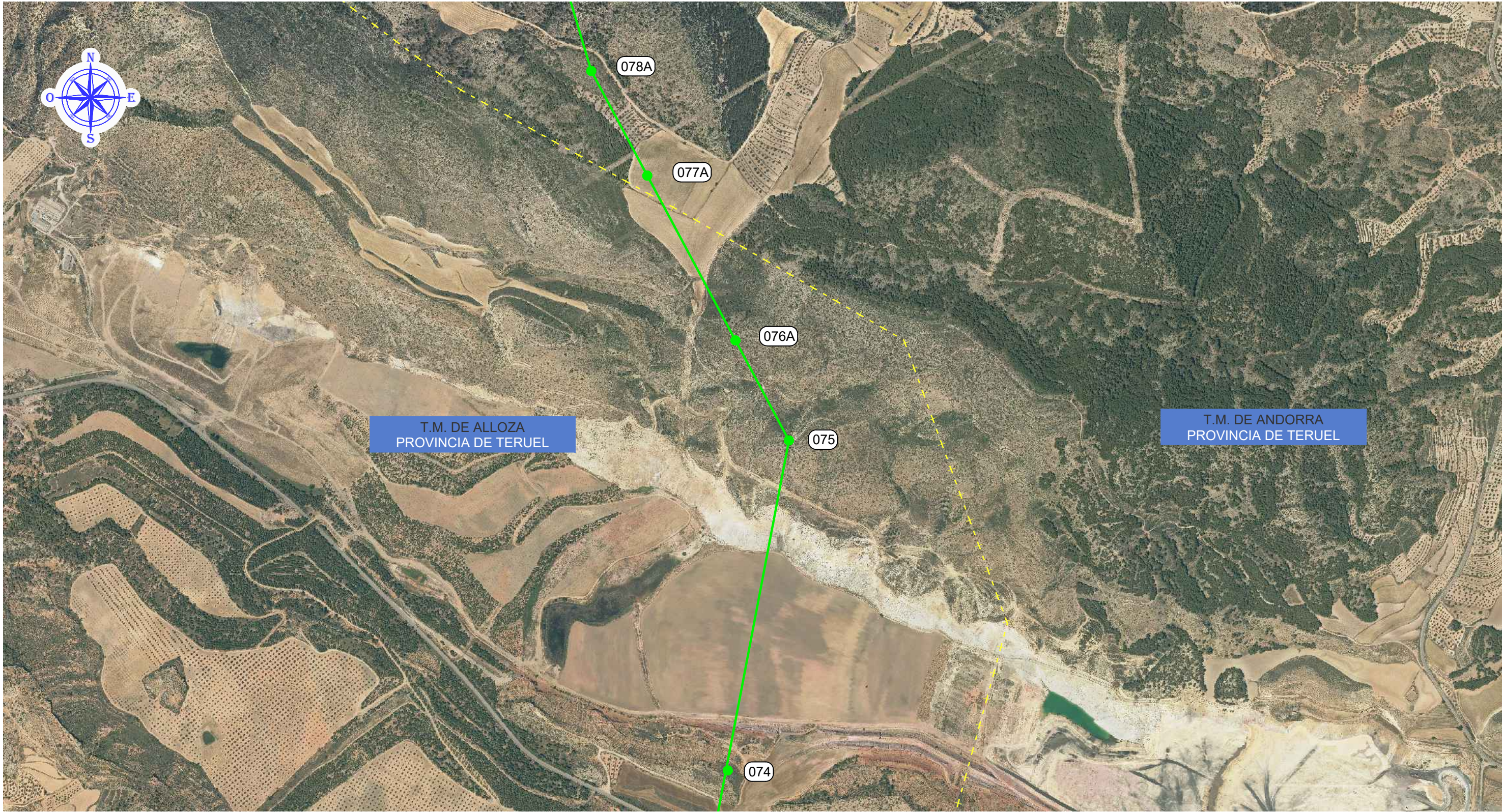
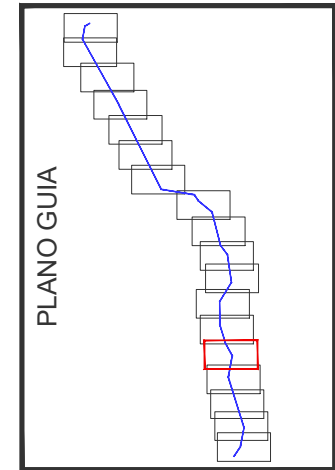
<div></div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: <div> 1/10.000</div>	
		Revisión:			00	
	Fecha:	Nombre:	PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Hoja:	02.03
Dibujado:	04/2021	BCP			Siguiente:	02.04
Comprobado:	04/2021	JAS			Código: FE-20000033	
Aprobado:	04/2021	RFB				



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

RFB

 Grupo Sisener Ingenieros			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000
Dibujado:			Fecha:	Nombre:	Revisión:
Comprobado:			04/2021	BCP	00
Aprobado:			04/2021	JAS	Hoja:
			04/2021	RFB	02.04
PLANO DE EMPLAZAMIENTO					Siguiente:
					02.05
					Código:
					FE-20000033



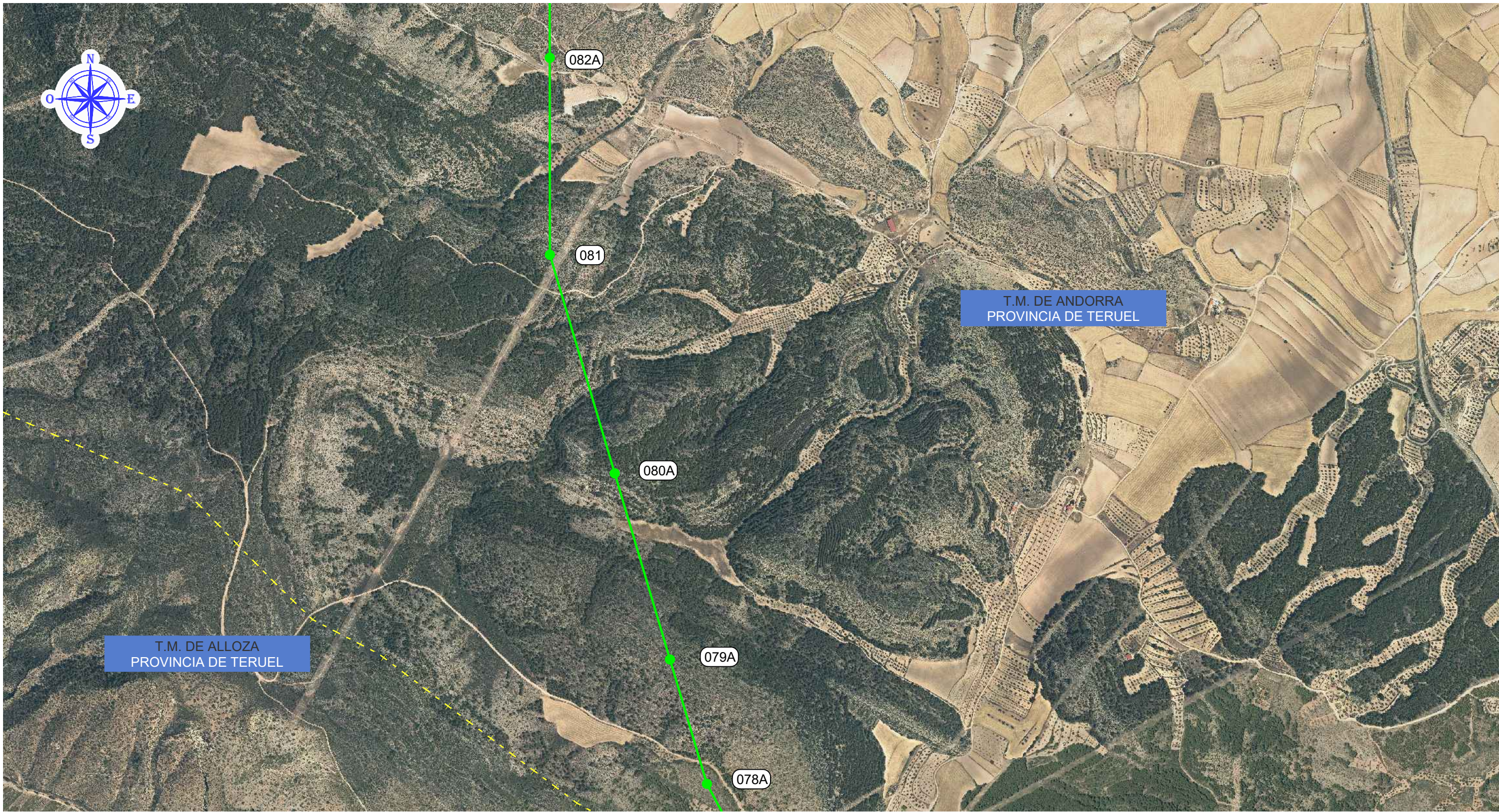
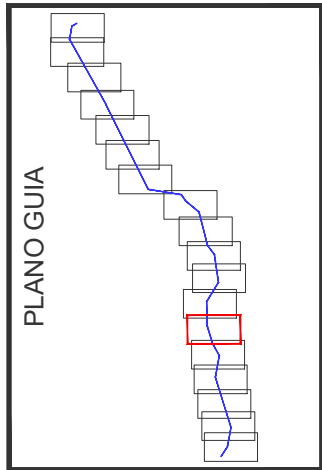
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

RFB

		
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS	
PLANO DE EMPLAZAMIENTO	

Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.05
Siguiente:	02.06
Código:	FE-20000033



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

RFB

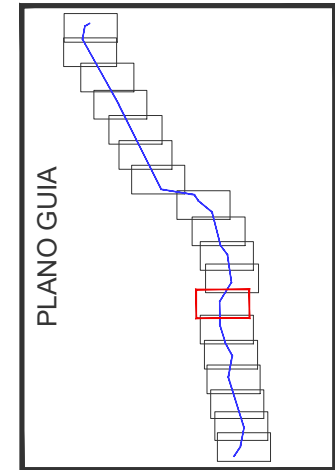


	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.06
Siguiente:	02.07
Código:	FE-20000033



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

RFB

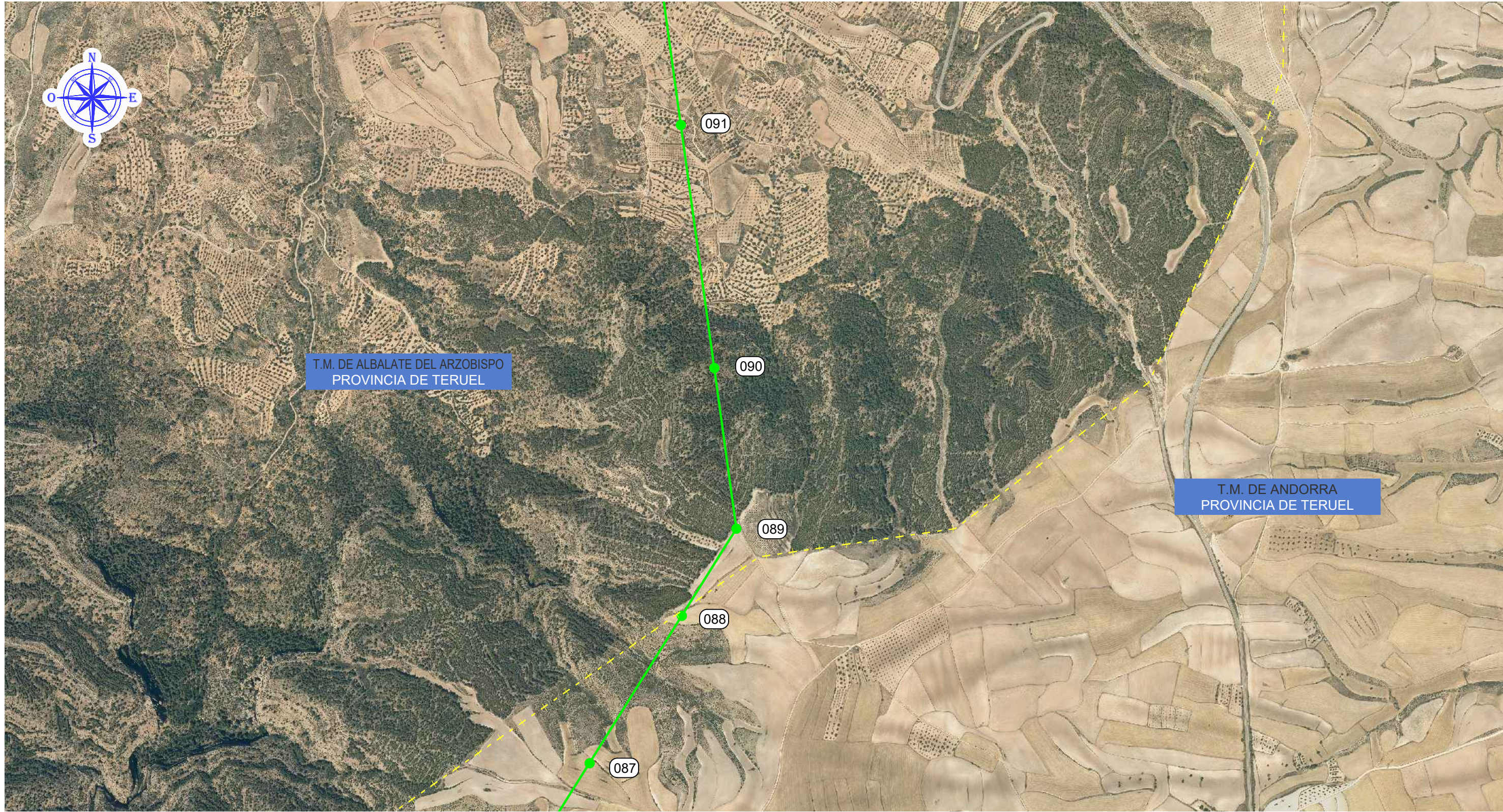
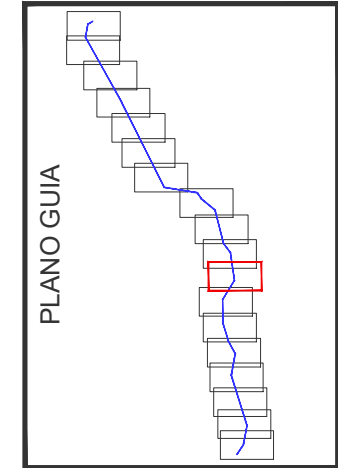


	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS



PLANO DE EMPLAZAMIENTO

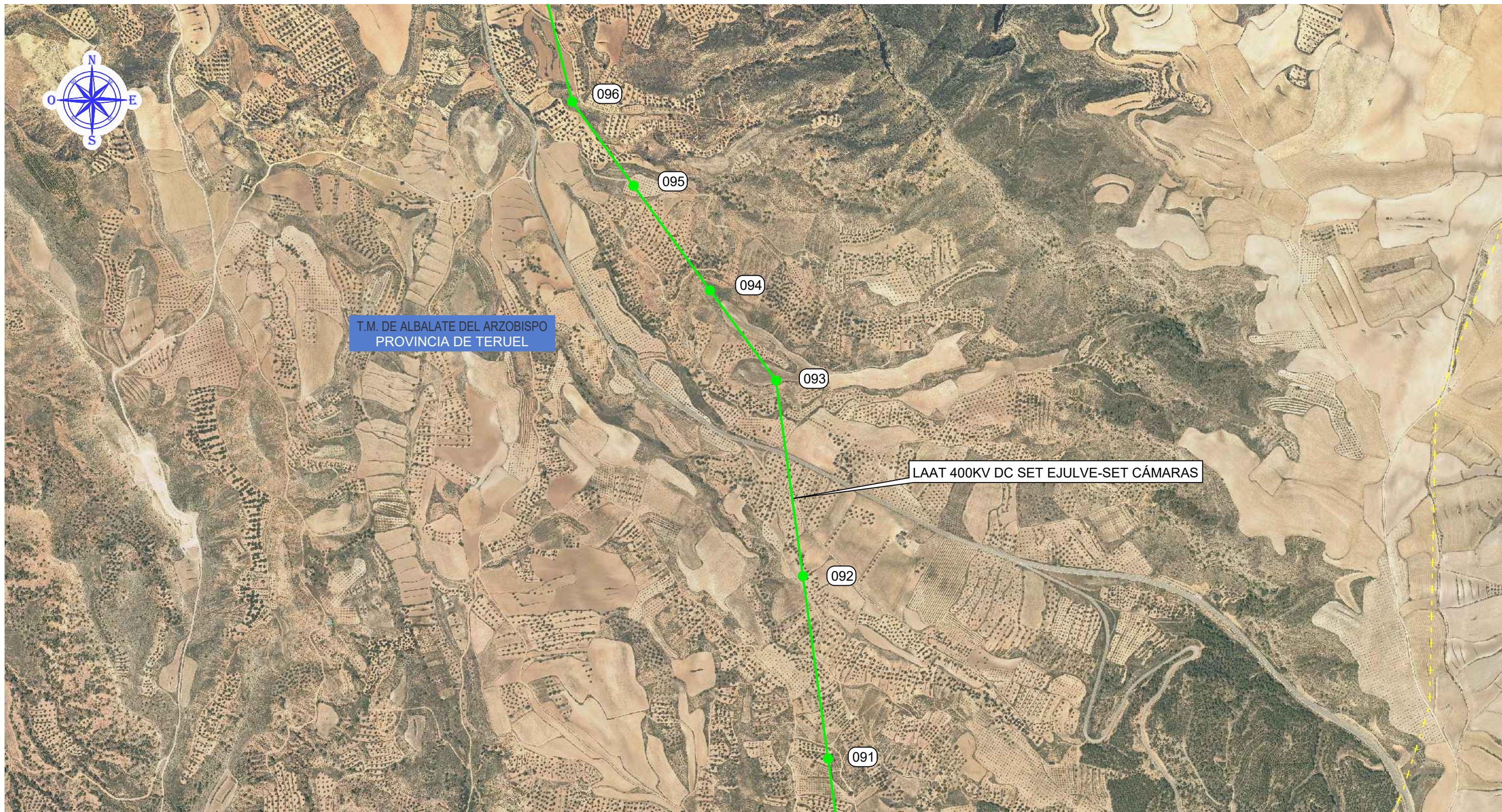
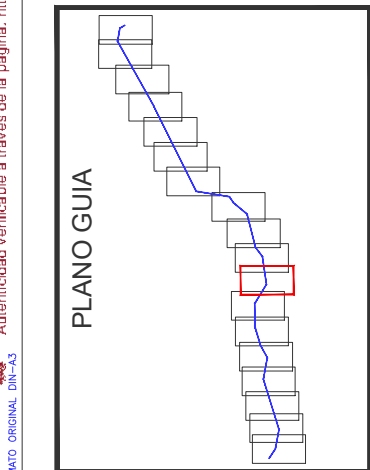
Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.07
Siguiente:	02.08
Código:	FE-20000033



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

RFB

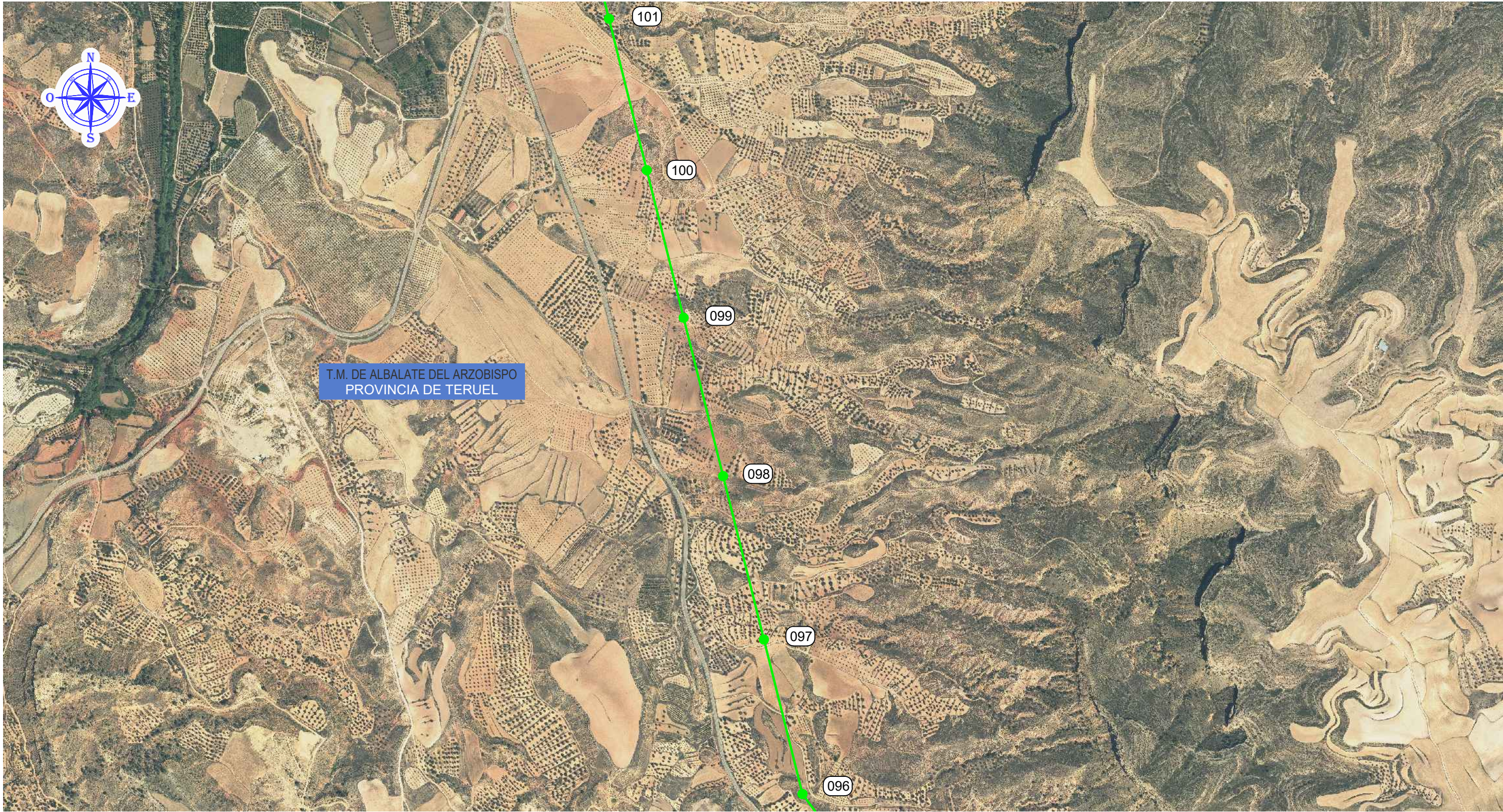
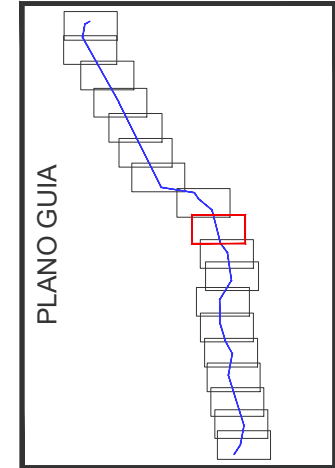
<div></div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: <div> 1/10.000</div>	
		Revisión:			00	
	Fecha:	Nombre:	PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Hoja:	02.08
Dibujado:	04/2021	BCP			Siguiente:	02.09
Comprobado:	04/2021	JAS			Código: FE-20000033	
Aprobado:	04/2021	RFB				



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

RFB

			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000
					Revisión: 00
					Hoja: 02.09
					Siguiente: 02.10
					Código: FE-20000033
			PLANO DE EMPLAZAMIENTO		
Fecha:	Nombre:				
Dibujado:	04/2021	BCP			
Comprobado:	04/2021	JAS			
Aprobado:	04/2021	RFB			



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

RFB

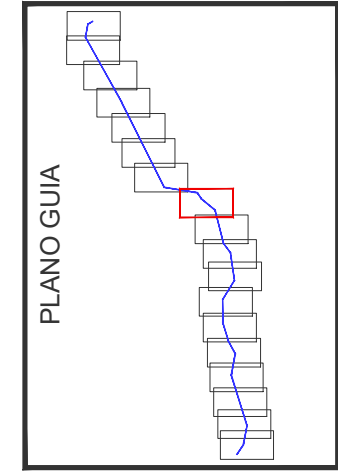
 **FENIAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.10
Siguiente:	02.11
Código:	FE-20000033



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

RFB

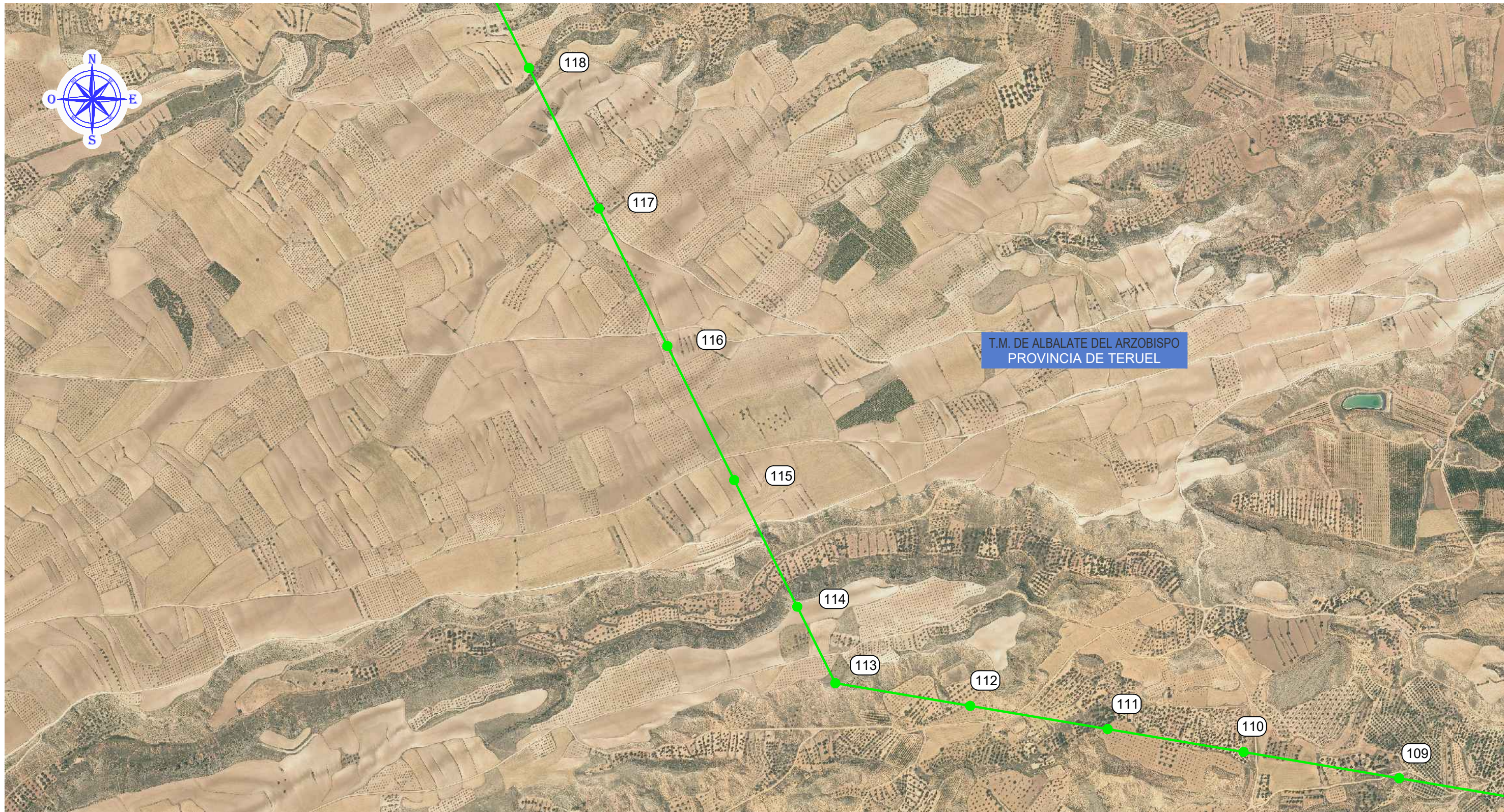
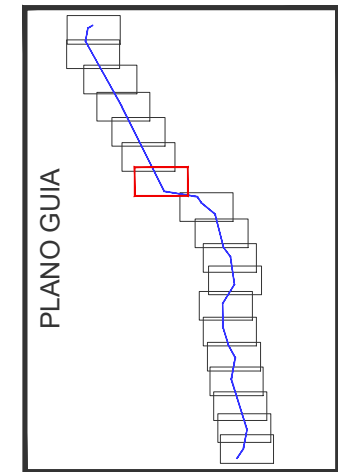


	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

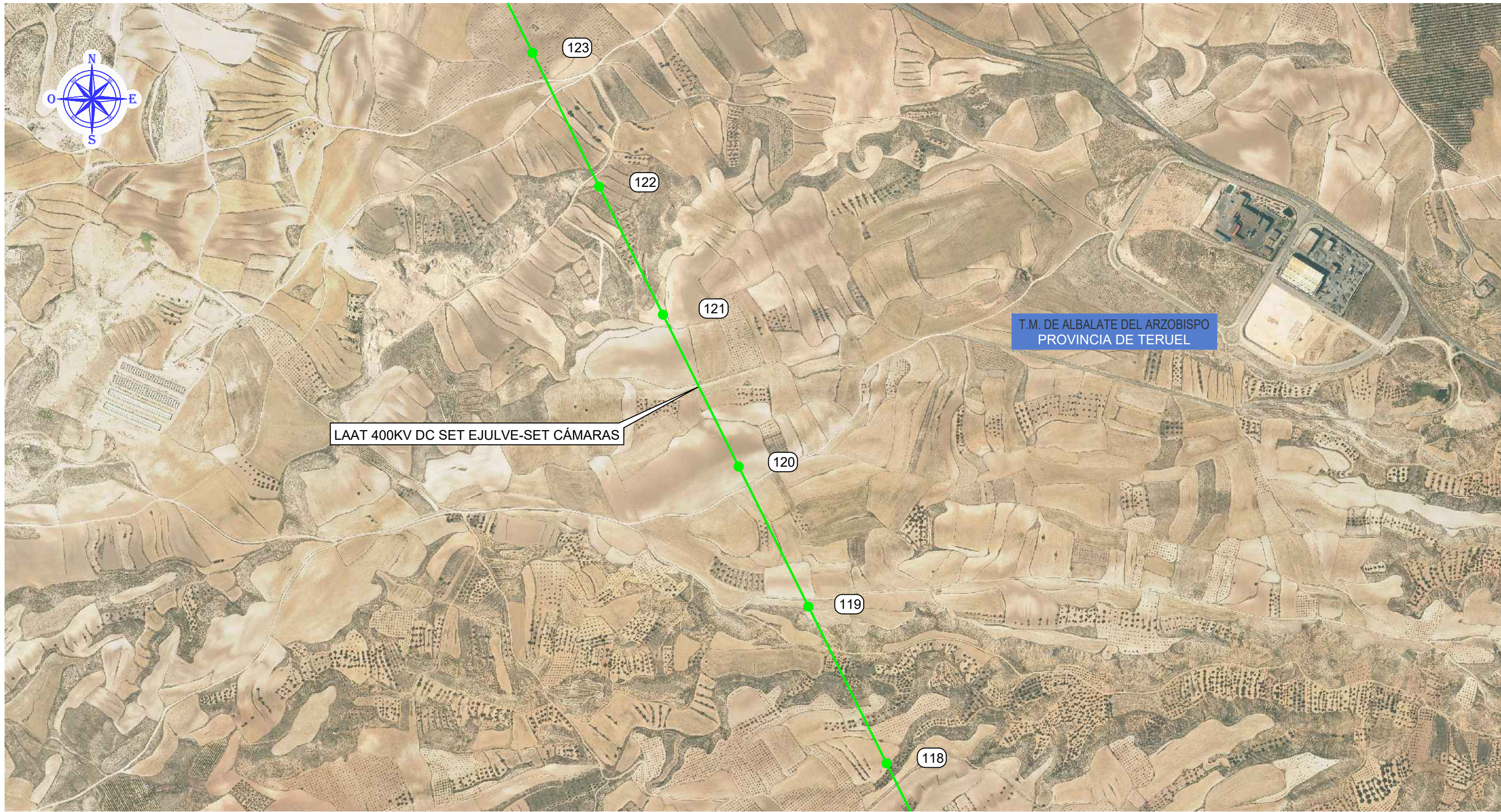
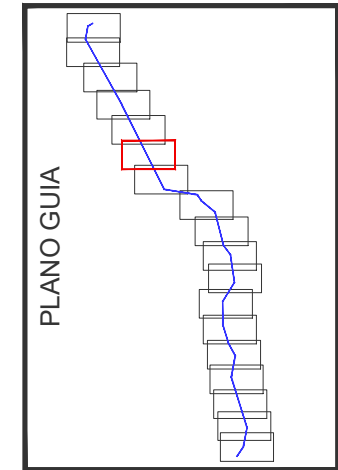
Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.11
Siguiente:	02.12
Código:	FE-20000033



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

RFB

			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000
					Revisión: 00
					Hoja: 02.12
					Siguiente: 02.13
					Código: FE-20000033
			PLANO DE EMPLAZAMIENTO		
	Fecha:	Nombre:			
Dibujado:	04/2021	BCP			
Comprobado:	04/2021	JAS			
Aprobado:	04/2021	RFB			



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

RFB

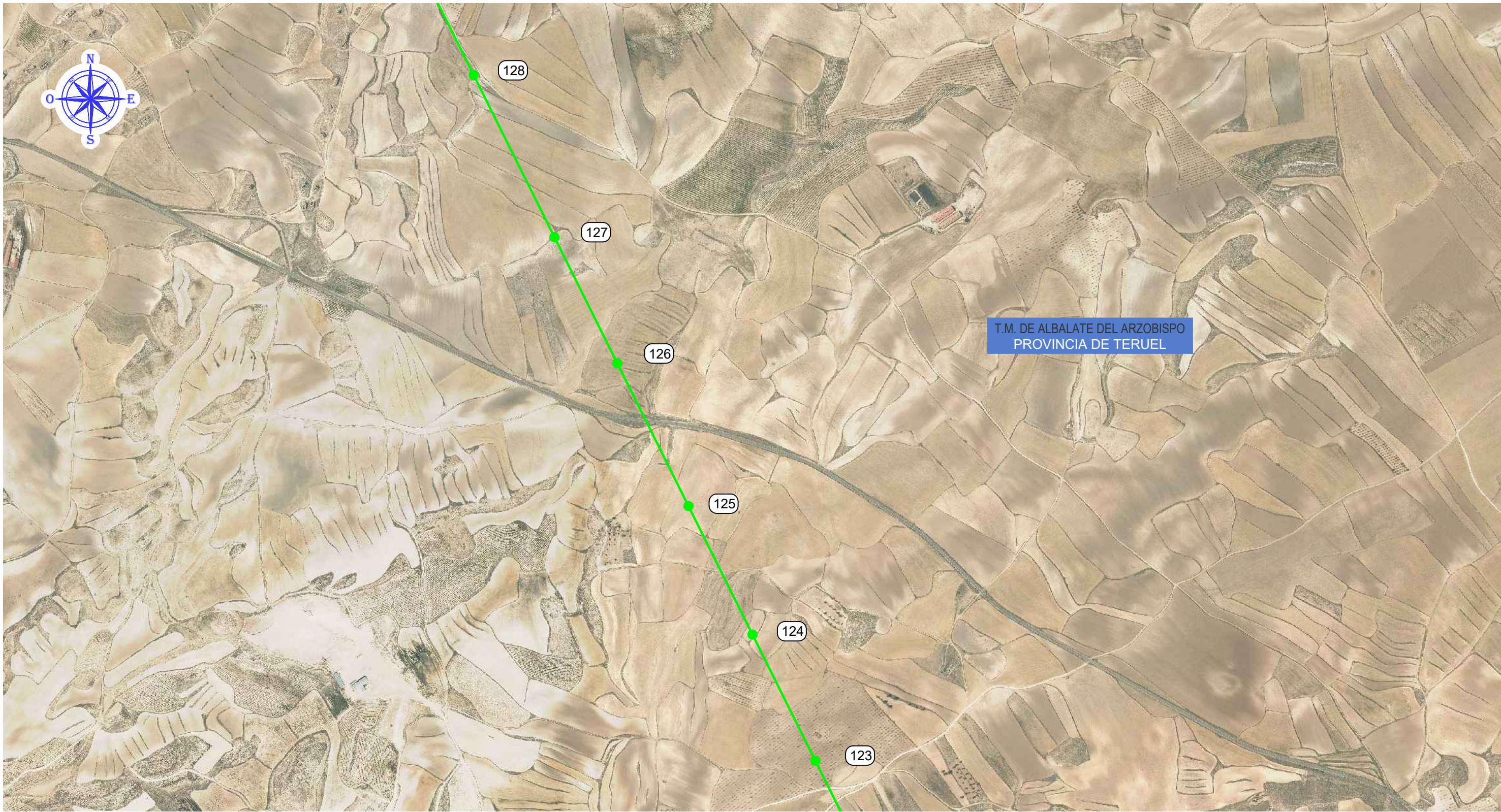
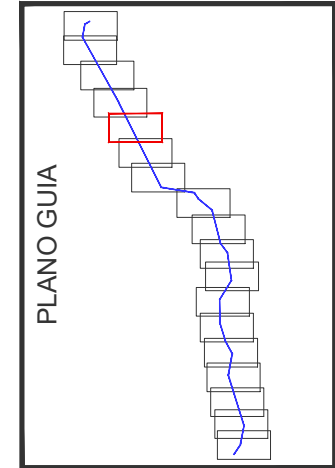


	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB


MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS



PLANO DE EMPLAZAMIENTO

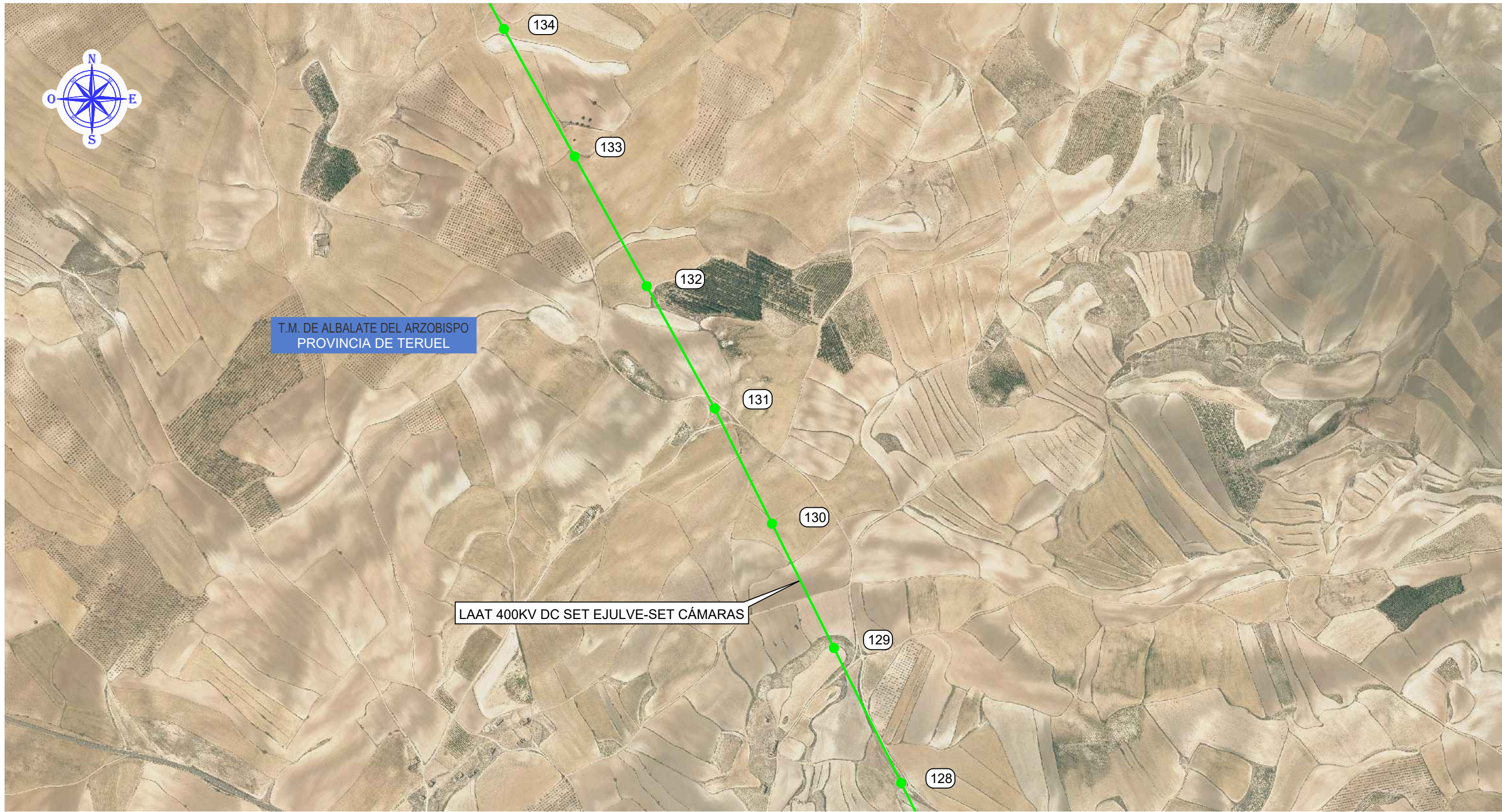
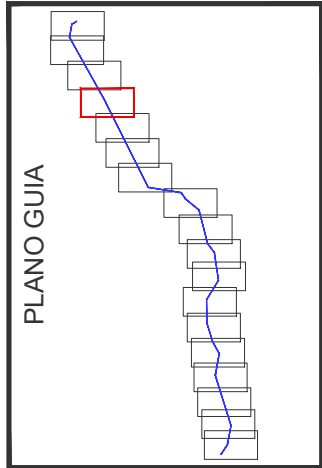
Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.13
Siguiente:	02.14
Código:	FE-20000033



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



<div><div>Grupo Sisener Ingenieros</div></div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: <div> 1/10.000</div>	
		Revisión:			00	
	Fecha:	Nombre:	PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Hoja:	02.14
Dibujado:	04/2021	BCP			Siguiente:	02.15
Comprobado:	04/2021	JAS			Código: FE-20000033	
Aprobado:	04/2021	RFB				



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

RFB

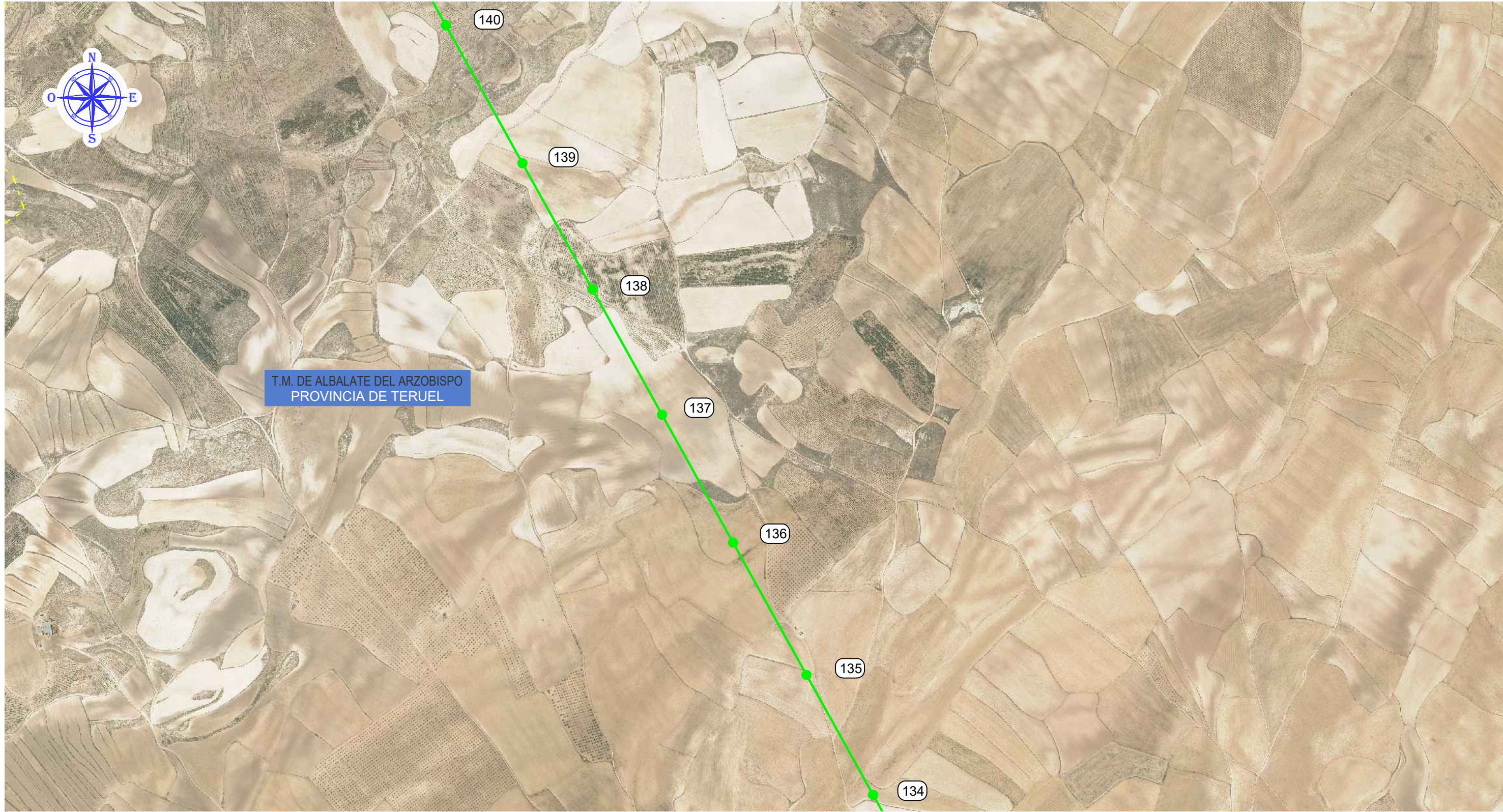
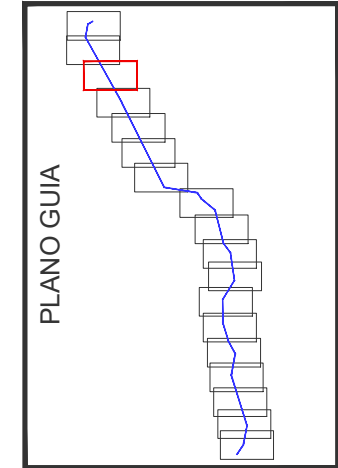
 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB


MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS



PLANO DE EMPLAZAMIENTO

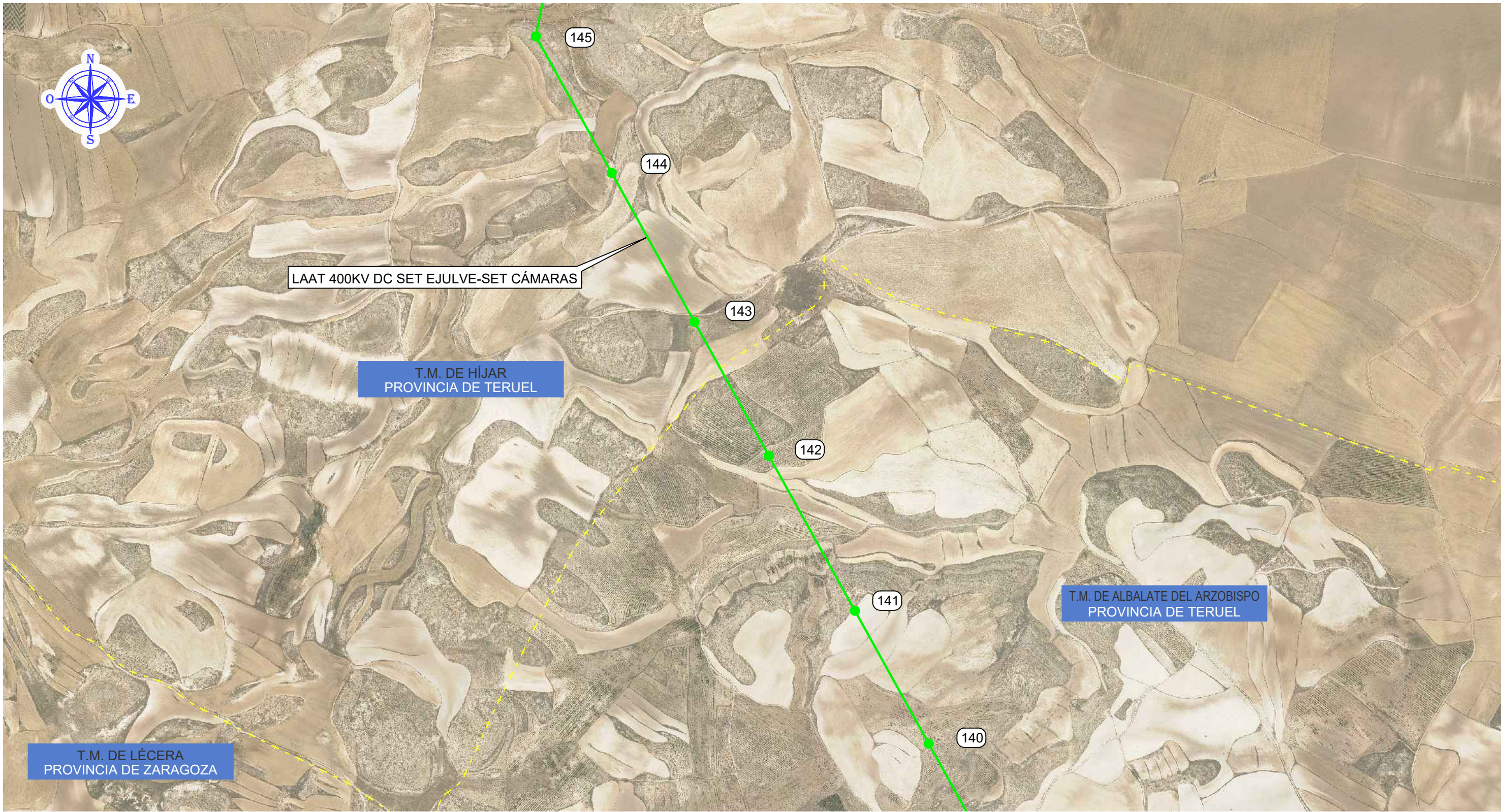
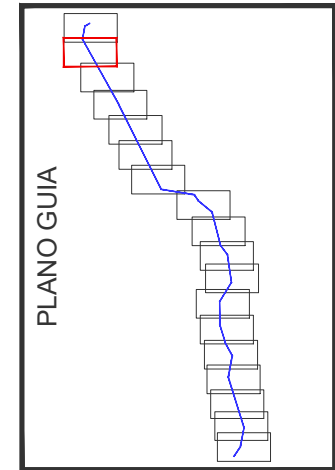
Escala:	1/10.000
Revisión:	00
Hoja:	02.15
Siguiente:	02.16
Código:	FE-20000033



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





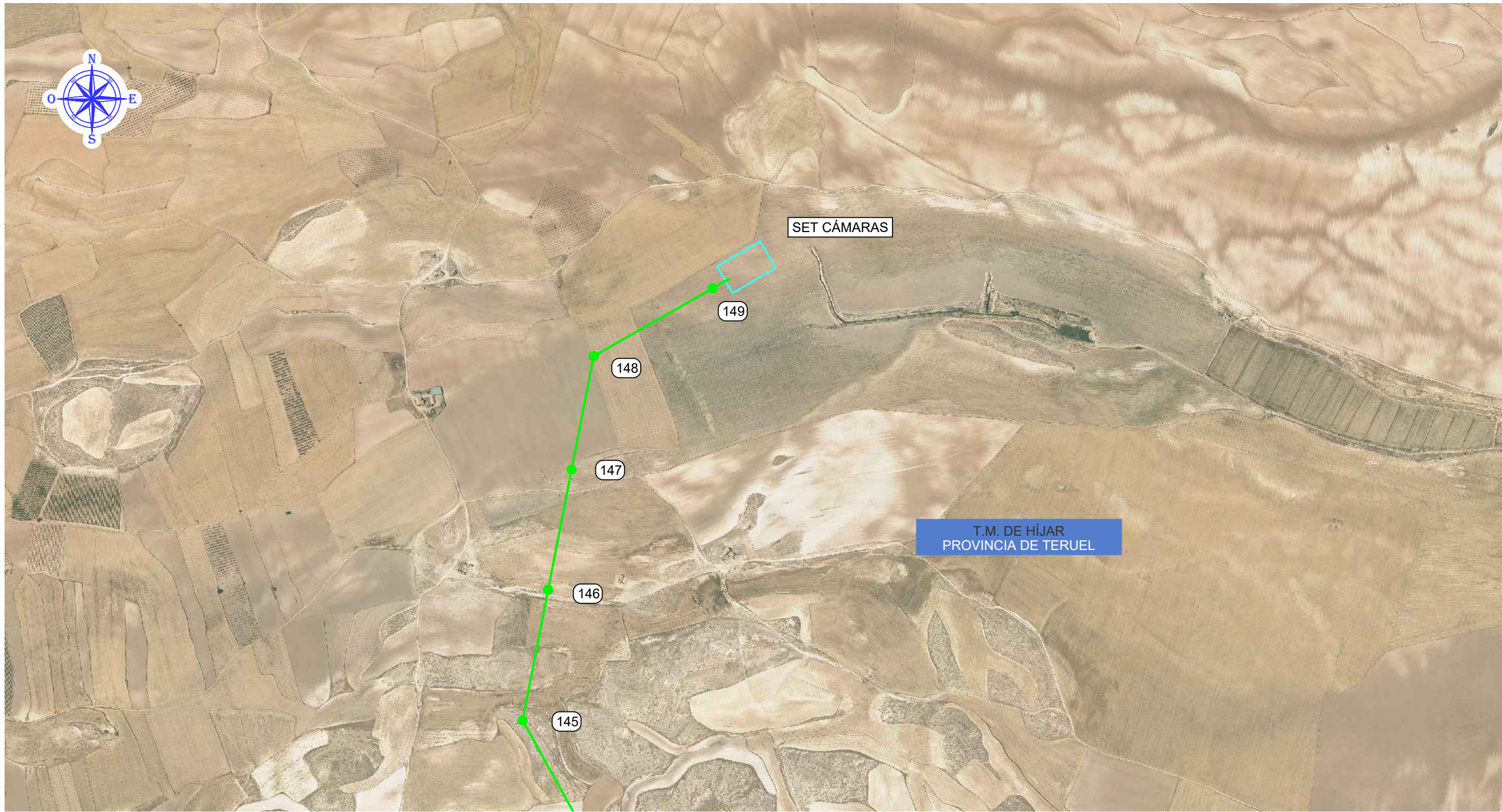
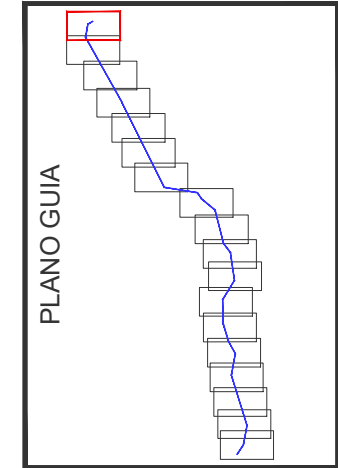
			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000 	
		Revisión: 00				
					Hoja: 02.16	
					Siguiente: 02.17	
			PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Código: FE-20000033	
Fecha:		Nombre:				
Dibujado:	04/2021	BCP				
Comprobado:	04/2021	JAS				
Aprobado:	04/2021	RFB				



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


RFB

			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000 	
					Revisión: 00	
			PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Hoja: 02.17	
					Siguiente: 02.18	
					Código: FE-20000033	
	Fecha:	Nombre:				
Dibujado:	04/2021	BCP				
Comprobado:	04/2021	JAS				
Aprobado:	04/2021	RFB				

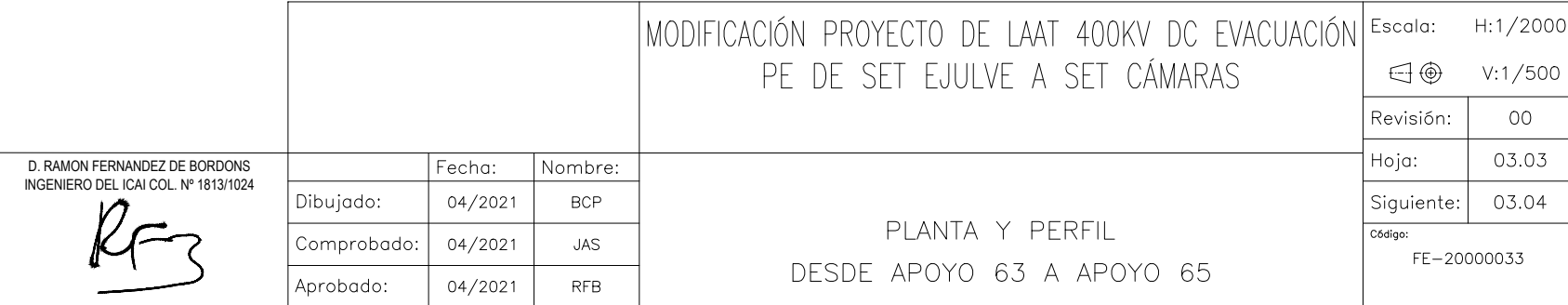


D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024

RFB

 Grupo Sisener Ingenieros			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: 1/10.000
Dibujado:			Fecha:	Nombre:	Revisión: 00
Comprobado:			04/2021	BCP	Hoja: 02.18
Aprobado:			04/2021	JAS	Siguiente: -
			04/2021	RFB	Código: FE-20000033
PLANO DE EMPLAZAMIENTO					

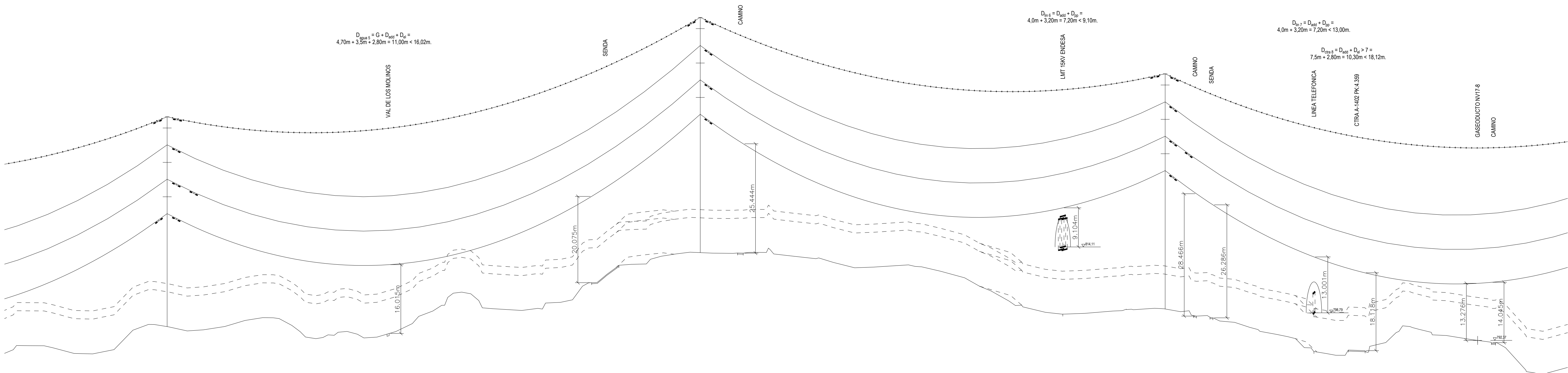
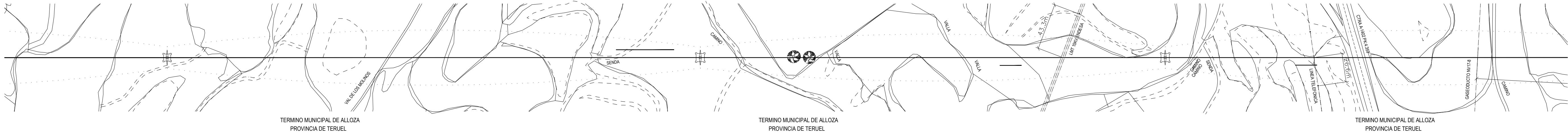




COOR. GEOGRAFICAS
COORDENADAS U.T.M.
DISTANCIA A ORIGEN
CLASE DE TERRENO
TIPO APOYOS
VANOS Y Nº APOYOS
ALINEACIONES

Long. 0° 28' 45.5" Lat. 40° 57' 37.3"		Long. 0° 28' 51.5" Lat. 40° 57' 52.8"		Long. 0° 28' 56.4" Lat. 40° 58' 6.3"			
X=712.132 Y=4.537.496 Z=795.58	X=712.071 Y=4.537.593 Z=795.90	X=711.986 Y=4.537.970 Z=796.12.79	X=711.987 Y=4.538.293 Z=796.49	X=711.859 Y=4.538.394 Z=796.68	X=711.818 Y=4.538.516 Z=789.79	X=711.806 Y=4.538.554 Z=790.05	X=711.773 Y=4.538.661 Z=792.37
3.203,1		3.699.0		4.131,4			
AL 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 36 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 36 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS			
65	495.9	66	432.4	67	490.6		
ALINEACION N°3 DE 3.928.2m.							

PLANTA GENERAL

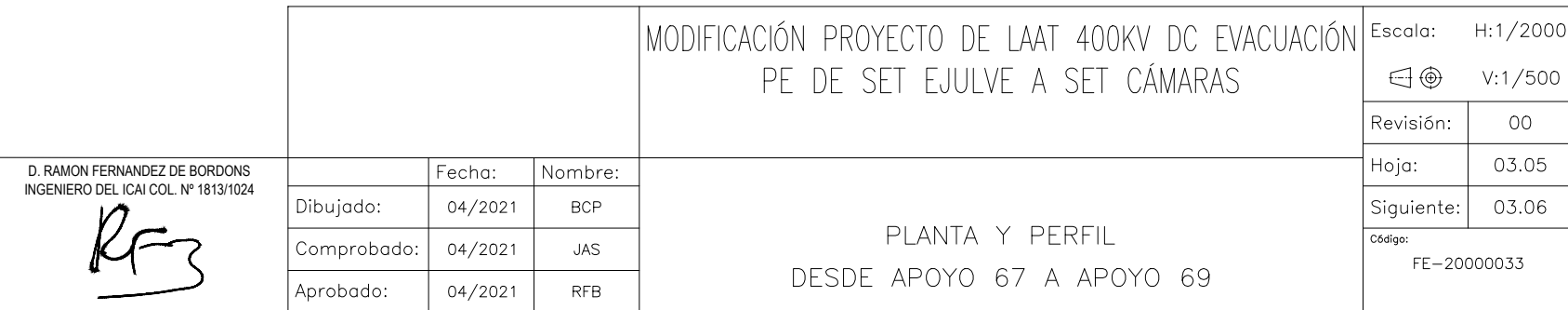
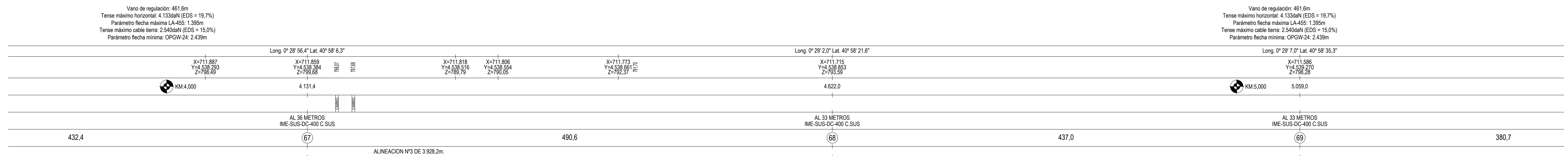


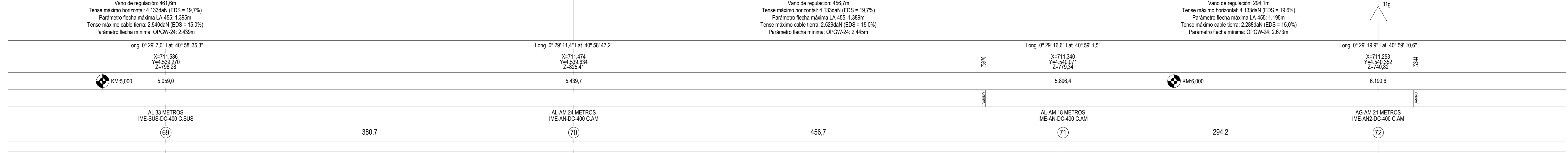
Vano de regulación: 461,6m
Tense máximo horizontal: 4.133daN (EDS = 19,7%)
Parámetro flecha máxima LA-455: 1.395m
Tense máximo cable tierra: 2.540daN (EDS = 15,0%)
Parámetro flecha mínima: OPGW-24: 2.439m


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

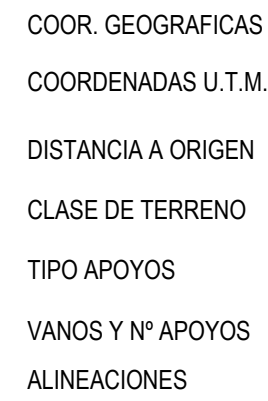
RFB


			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS		Escala: H:1/2000 v:1/500
			Fecha:	Nombre:	Revisión: 00
			Dibujado: 04/2021	BCP	Hoja: 03.04
			Comprobado: 04/2021	JAS	Siguiente: 03.05
			Aprobado: 04/2021	RFB	Chapa: FE-20000033
			PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 65 A APOYO 67		

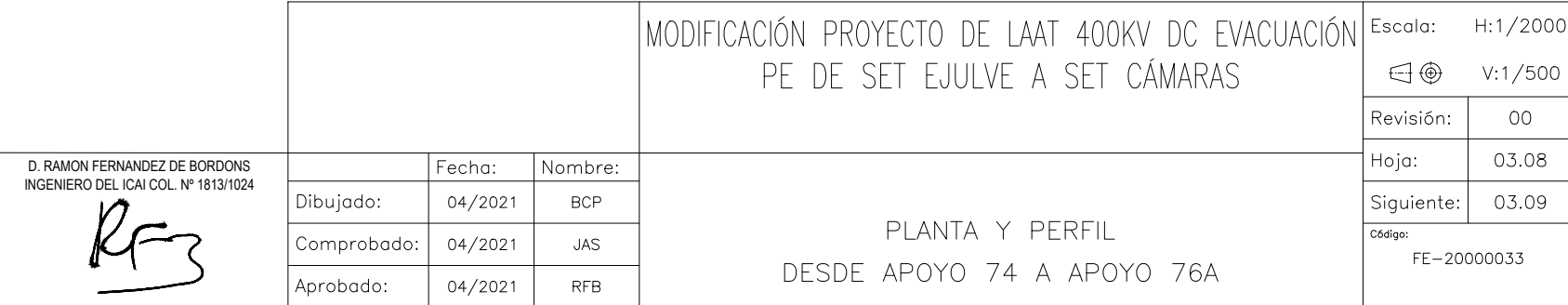


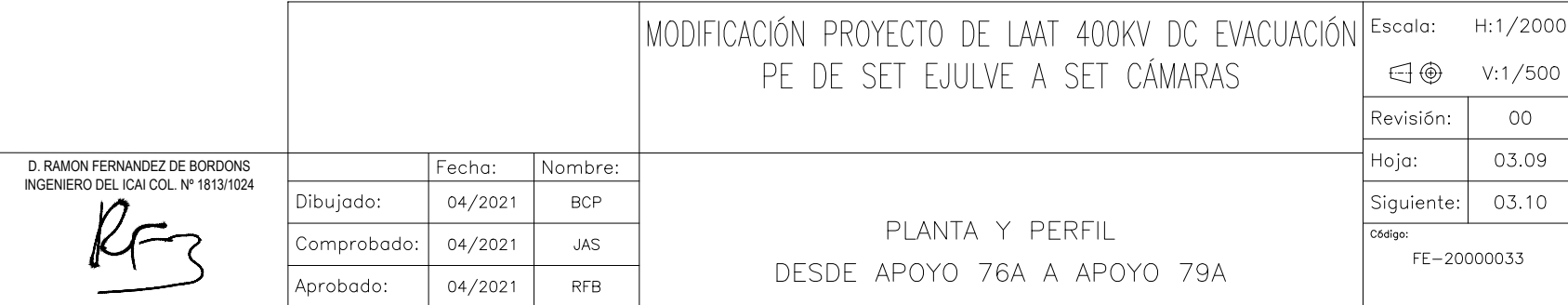


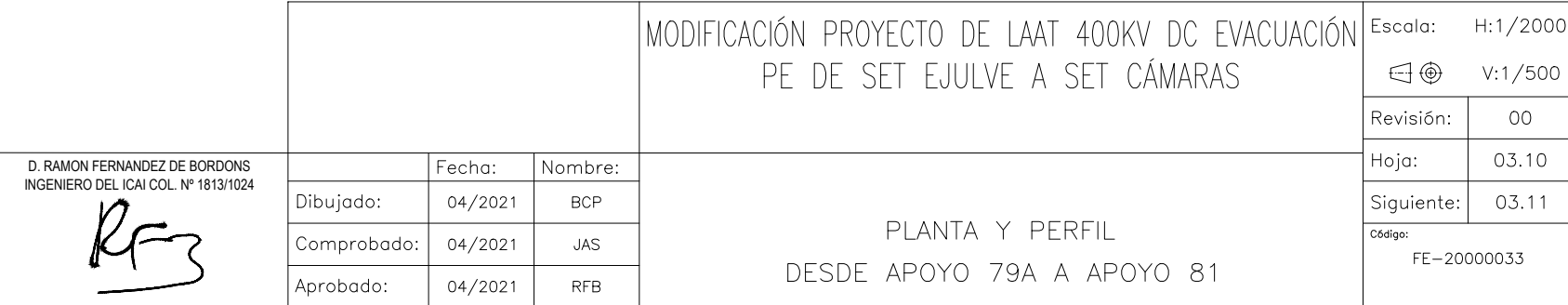
MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS			Escala: H:1/2000	
			 V:1/500	
			Revisión: 00	
			Hoja: 03.06	
Dibujado:	04/2021	BCP	Siguiente: 03.07	
Comprobado:	04/2021	JAS	FE= 20000033	
Aprobado:	04/2021	RFB		
PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 69 A APOYO 72				

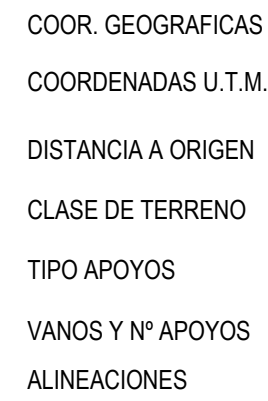




			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000  V:1/500		
	Fecha:	Nombre:	<div style="text-align: center;">PLANTA Y PERFIL</div> <div style="text-align: center;">DESDE APOYO 72 A APOYO 74</div>			Revisión:	00
Dibujado:	04/2021	BCP				Hoja:	03.07
Comprobado:	04/2021	JRS				Siguiente:	03.08
Aprobado:	04/2021	AFB				Código:	FE-20000033

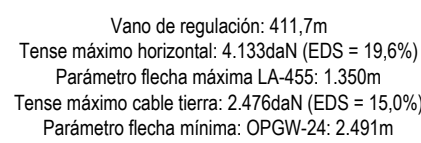




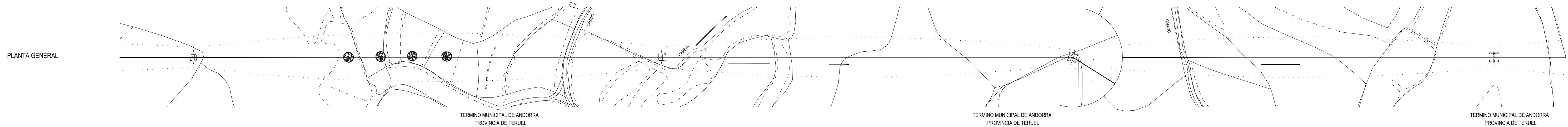





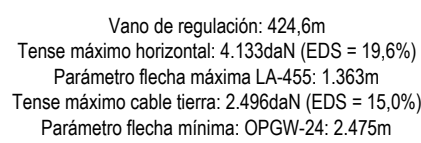
<div><div></div><div>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024</div></div> <div></div>			<div><div>MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACION PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS</div><div>PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 81 A APOYO 83</div></div>	Escala: H:1/2000 v:1/500	
				Revisión: 00	
	Dibujado: 04/2021 BCP			Hoja: 03.11	
	Comprobado: 04/2021 JAS Aprobado: 04/2021 RFB			Siguiente: 03.12 Código: FE-20000033	



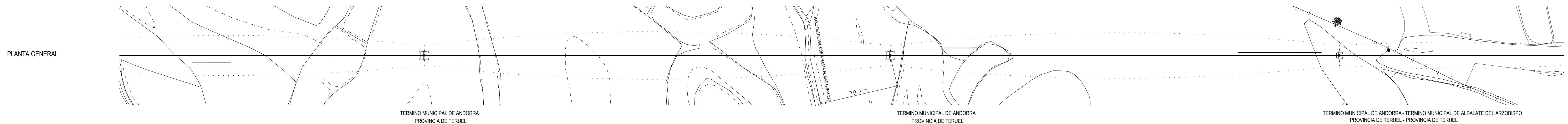
COORD. GEOGRAFICAS	Long. 0° 29' 41.1" Lat. 41° 1' 42.8"		Long. 0° 29' 40.5" Lat. 41° 1' 58.1"		Long. 0° 29' 40.0" Lat. 41° 2' 11.4"		Long. 0° 29' 30.0" Lat. 41° 2' 22.9"	
COORDENADAS U.T.M.	X=710.624 Y=545.030 Z=702.74	8213	X=710.623 Y=545.030 Z=690.35	8237	X=710.623 Y=545.014 Z=683.65	8638	X=710.845 Y=545.273 Z=648.22	
DISTANCIA A ORIGEN	11 085.2		11 555.7		11 968.9	 KM.12.000	12 392.4	
CLASE DE TERRENO		TERRENO		TERRENO				TERRENO
TIPO APOYOS	AL 24 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AG-AM 30 METROS IME-ANZ-DC-400 C.AM		AL 36 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS	
VANOS Y N° APOYOS	(83-A)	470,5	(84-A)	413,2	(85-A)	423,5	(86)	
ALINEACIONES	ALINEACION N°7 DE 1.684,6m.							





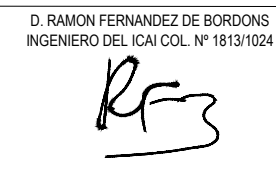
			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000		
					 V:1/500		
					Revisión:	00	
					Hoja:	03.12	
					Siguiente:	03.13	
			PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 83 A APOYO 86		Código: FE-20000033		
Fecha:	Nombre:						
Dibujado:	04/2021	BCP					
Comprobado:	04/2021	JAS					
Aprobado:	04/2021	RFB					




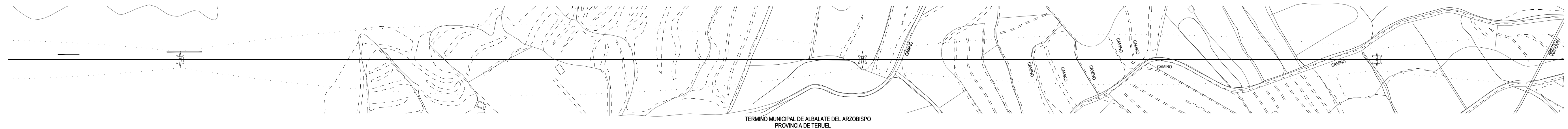
COORD. GEOGRAFICAS	Long. 0° 29' 30.0" Lat. 41° 2' 22.9"		Long. 0° 29' 16.8" Lat. 41° 2' 35.5"		Long. 0° 29' 8.1" Lat. 41° 2' 47.7"	
COORDENADAS U.T.M.	X=710.848 Y=4546.273 Z=665.22		X=711.087 Y=4546.670 Z=651.57		X=711.337 Y=4547.053 Z=647.22	
DISTANCIA A ORIGEN	12.392,4		12.861,4		13.313,4	
CLASE DE TERRENO						
TIPO APOYOS	AL 36 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 36 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 24 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS	
VANOS Y Nº APOYOS	423,5		452,0		267,2	
ALINEACIONES	86		87		88	





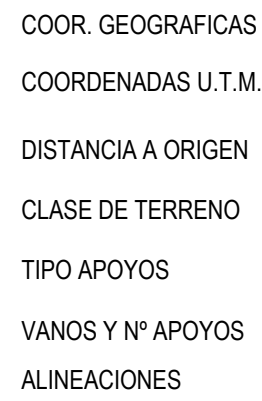
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. N° 19131024 			MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACION PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS	Escala: H:1/2000  V:1/500
				Revisión: 00
				Hoja: 03.13
				Siguiente: 03.14
	Fecha:	Nombre:	PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 86 A APOYO 88	Código: FE-20000033
Dibujado:	04/2021	BCP		
Comprobado:	04/2021	JAS		
Aprobado:	04/2021	RFB		




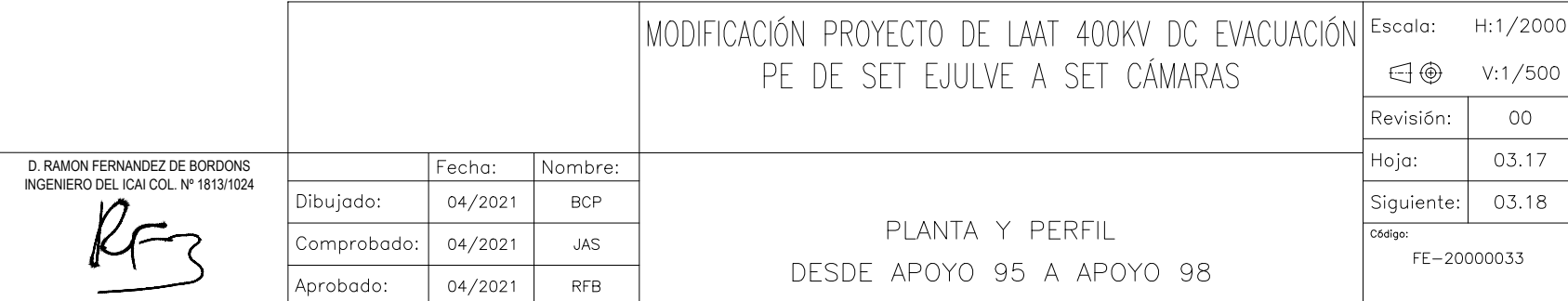
			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS		Escala: H:1/2000  V:1/500		
	Fecha:	Nombre:	PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 88 A APOYO 90			Revisión:	00
Dibujado:	04/2021	BCP				Hoja:	03.14
Comprobado:	04/2021	JAS				Siguiente:	03.15
Aprobado:	04/2021	RFB				Código:	FE-20000033

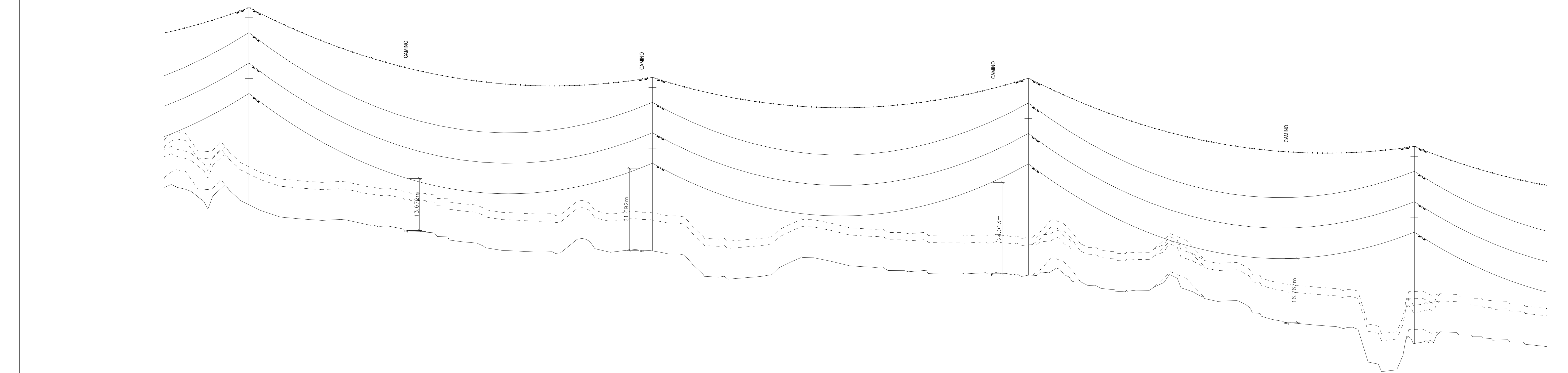


<div> <div> D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024 </div> <div>  </div> </div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EUJLVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000  V:1/500	
		Fecha:	Nombre:		Revisión:	00
	Dibujado:	04/2021	BGP		Hoja:	03.15
	Comprobado:	04/2021	JAS		Siguiente:	03.16
	Aprobado:	04/2021	RFB	PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 90 A APOYO 92		Código: FE-20000033

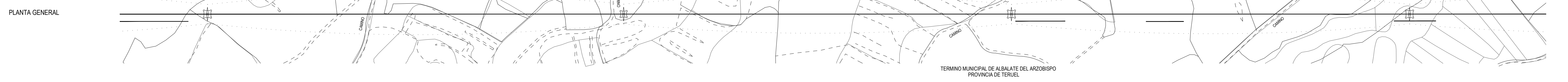


			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS		Escala: H:1/2000  V:1/500		
	Fecha:	Nombre:	PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 92 A APOYO 95			Revisión:	00
Dibujado:	04/2021	BCP				Hoja:	03.16
Comprobado:	04/2021	JRS				Siguiente:	03.17
Aprobado:	04/2021	RFB				Código:	FE-20000033

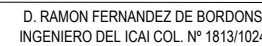





COORD. GEOGRAFICAS	Long. 0° 29' 40,8" Lat. 41° 4' 51,9"				Long. 0° 29' 44,7" Lat. 41° 5' 5,4"				Long. 0° 29' 48,3" Lat. 41° 5' 17,9"				Long. 0° 29' 52,0" Lat. 41° 5' 30,7"			
COORDENADAS U.T.M.	X=710.463 Y=4.550.863 Z=409.95				X=710.360 Y=4.551.275 Z=397.81				X=710.264 Y=4.551.669 Z=391.43				X=710.166 Y=4.552.062 Z=373.47			
DISTANCIA A ORIGEN	17.382,5				17.806,8				18.202,1				18.608,0			
CLASE DE TERRENO	4035				3035				3035				3035			
TIPO APOYOS	AL 33 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS				AL 27 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS				AL 33 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS				AL 33 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS			
VANOS Y Nº APOYOS	98				99				100				101			
ALINEACIONES	424,3				395,3				405,9							
					ALINEACION Nº11 DE 2.481,6m.											



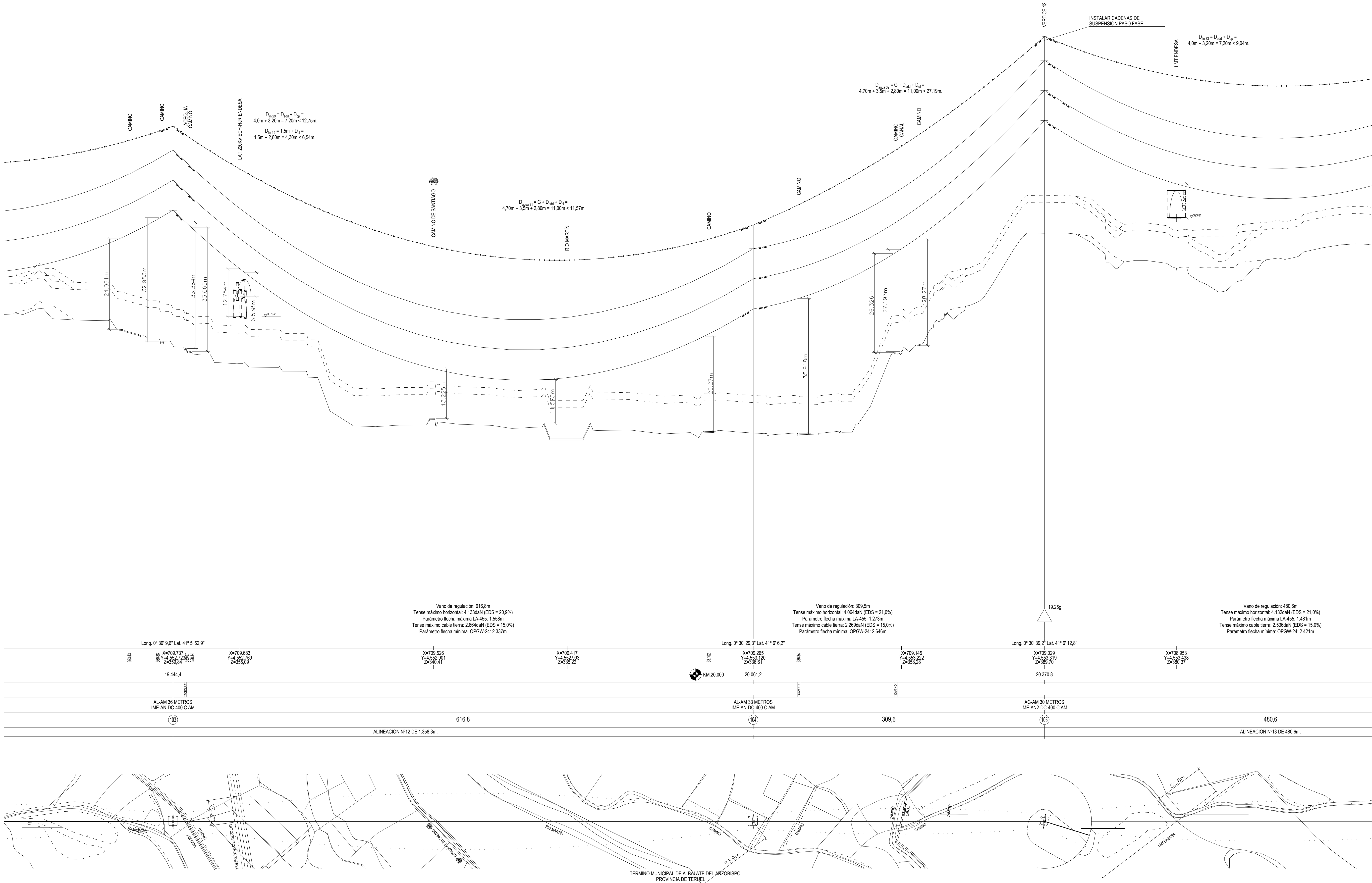
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDOS INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS			Escala:	H:1/2000
RFB							v:1/500
Dibujado:			Fecha:	Nombre:		Revisión:	00
Comprobado:			04/2021	BCP		Hoja:	03.18
Aprobado:			04/2021	JAS		Siguiente:	03.19
			04/2021	RFB		Obra:	FE-20000033
			PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 98 A APOYO 101				



Escala:	H:1/2000
	V:1/500
Revisión:	00
Hoja:	03.19
Siguiente:	03.20
Código: FE-20000033	

COORDINADAS U.T.M.
DISTANCIA A ORIGEN
CLASE DE TERRENO
TIPO APOYOS
VANOS Y N° APOYOS
ALINEACIONES

PLANTA GENERAL

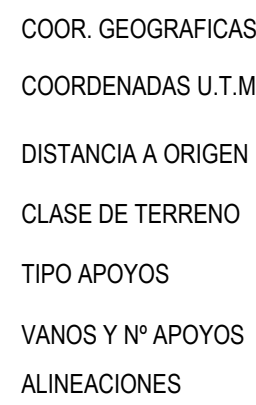


D. RAMON FERNANDEZ DE BORDON
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 18131024

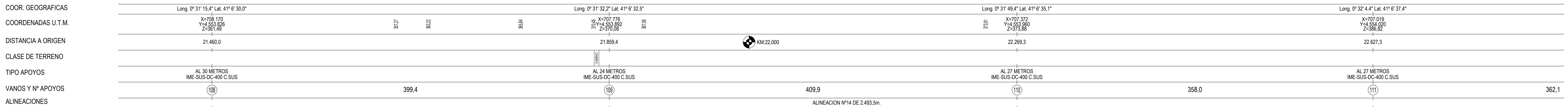
Fecha:	04/2021	Nombre:	BCP
Dibujado:	04/2021	JAS	
Comprobado:	04/2021	JAS	
Aprobado:	04/2021	RFB	





MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARAS	
PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 103 A APOYO 105	

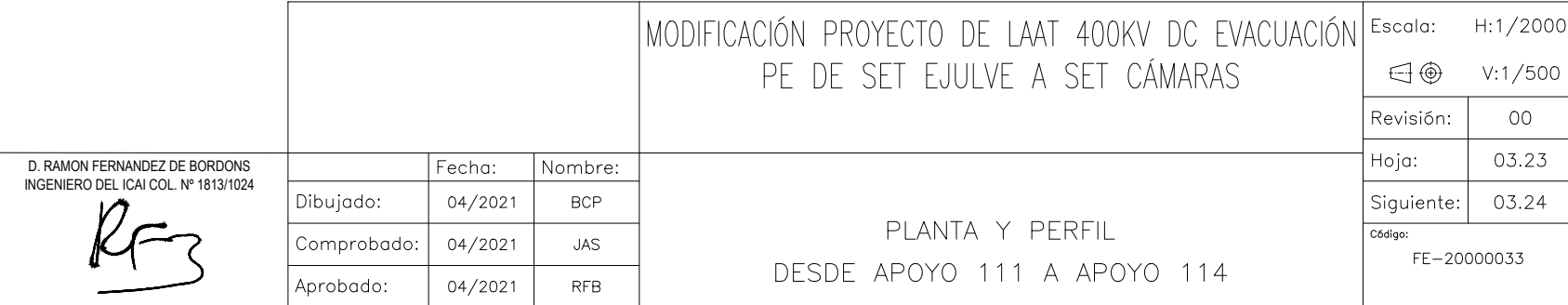
Escala:	H:1/2000 V:1/500
Revisión:	00
Hoja:	03.20
Siguiente:	03.21
Chapero:	FE-20000033

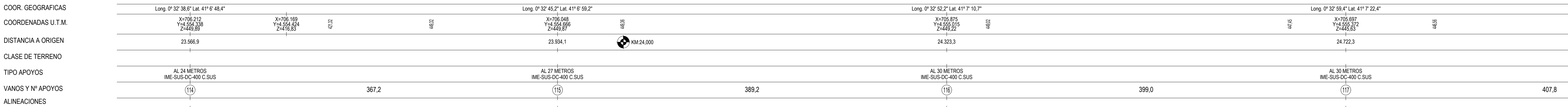


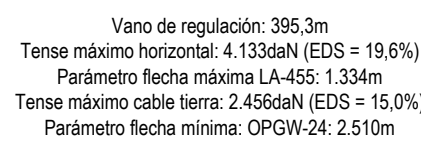
			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000 V:1/500	
	Fecha:	Nombre:			Revisión: 00	
Dibujado:	04/2021	BCP			Hoja: 03.21	
Comprobado:	04/2021	JKS			Signatura: 03.22	
Aprobado:	04/2021	RFB	PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 105 A APOYO 108		FE-20000033	



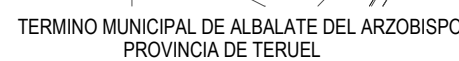
			<p>MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KY DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS</p>		Escala: H:1/2000	
					 V:1/500	
					Revisión: 00	
					Hoja: 03.22	
					<p>  </p>	
<p>D. RAMON FERNANDEZ DE BORSODON INGENIERO P.O. - ICA-COL. N° 1813/1824</p>			Fecha:	Nombre:	<p>PLANTA Y PERFIL</p> <p>DESDE APOYO 108 A APOYO 111</p>	
			Dibujado:	04/2021	BCP	
			Comprobado:	04/2021	JAS	
			Aprobado:	04/2021	RFBI	
					<p>FE=20000033</p>	





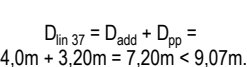




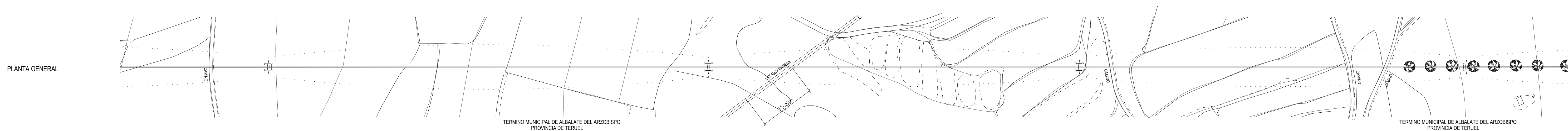
COORD. GEOGRAFICAS	Long. 0° 32' 59.4" Lat. 41° 7' 22.4"		Long. 0° 33' 6.8" Lat. 41° 7' 34.4"		Long. 0° 33' 15.0" Lat. 41° 7' 47.8"		Long. 0° 33' 22.4" Lat. 41° 7' 59.8"	
COORDENADAS U.T.M.	4115	X=705.697 Y=455.972 Z=445.63	4115	X=705.515 Y=456.297 Z=442.70	4213	X=705.311 Y=456.145 Z=451.35	4215	X=705.130 Y=456.510 Z=456.18
DISTANCIA A ORIGEN	24.722,3	 KM 25,000	25.130,1		25.586,6		25.994,1	 KM 26,000
CLASE DE TERRENO		TERRENO						
TIPO APOYOS	AL 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 27 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS		AL 30 METROS IME-SUS-DC-400 C.SUS	
VANOS Y N° APOYOS	(11)	407,8	(118)	456,5	(119)	407,5	(12)	
ALINEACIONES								


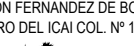


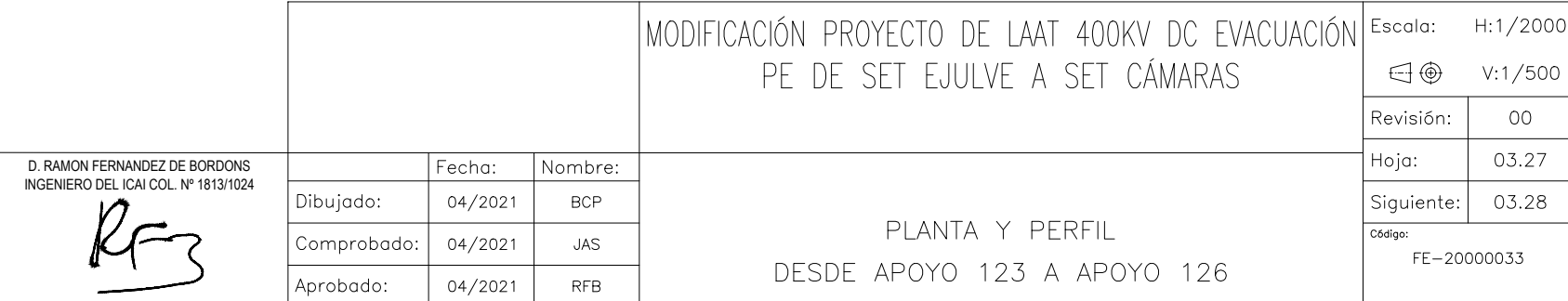
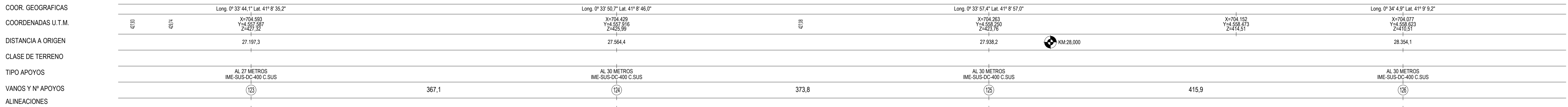
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024 				MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJUJLE A SET CÁMARAS PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 117 A APOYO 120	Escala: H:1/2000  V:1/500
					Revisión: 00
					Hoja: 03.25
					Siguiente: 03.26
	Fecha:	Nombre:			Código: FE-20000033
	Dibujado: 04/2021 BOP				
	Comprobado: 04/2021 JAS				
	Aprobado: 04/2021 RFB				

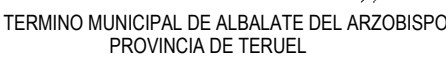




Vano de regulación: 395,3m
Tense máximo horizontal: 4.133daN (EDS = 19,6%)
Parámetro flecha máxima LA-455: 1.334m
Tense máximo cable tierra: 2.456daN (EDS = 15,0%)
Parámetro flecha mínima: OPGW-24: 2.510m

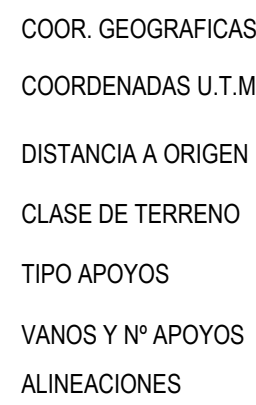



			MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000  V:1/500		
<div>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1819/1024</div> <div></div>			Fecha:	Nombre:	Revisión:	00	
			Dibujado:	04/2021	BCP	Hoja:	03.26
			Comprobado:	04/2021	JAS	Siguiente:	03.27
			Aprobada:	04/2021	RFB	Código:	FE-20000033
			PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 120 A APOYO 123				

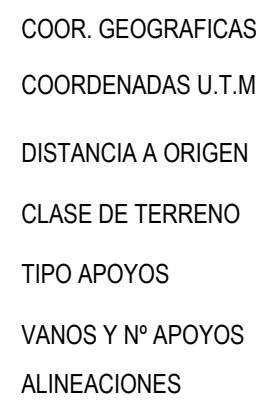




 <p>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDON INGENIERO DE D. ICA/CSL. Nº 1613/1614</p>			<p>MODIFICACIÓN PROYECTO DE LUAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS</p> <p>PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 126 A APOYO 129</p>	<p>Escala: H:1/2000</p> <p> V:1/500</p>
				<p>Revisión: 00</p>
				<p>Hoja: 03.28</p>
				<p>Revisión: 03.29</p>
				<p>Calce: FE-20000033</p>
	<p>Fecha:</p>	<p>Nombre:</p>		
	<p>Dibujado: 04/2021</p>	<p>BCP</p>		
	<p>Aprobado: 04/2021</p>	<p>JAS</p>		
	<p>Aprobado: 04/2021</p>	<p>RFB</p>		

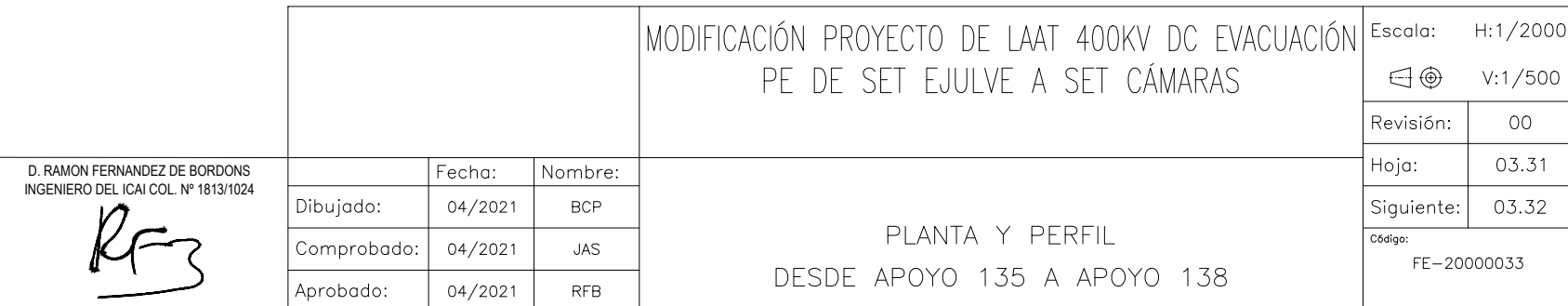
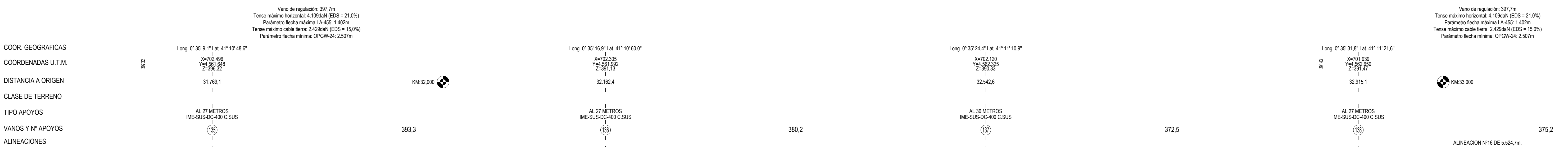


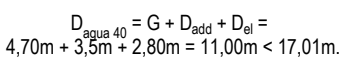
			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: H:1/2000 V:1/500 	
	Fecha:	Nombre:			Revisión:	00
Dibujado:	04/2021	BCP			Hoja:	03.29
Comprobado:	04/2021	JKS			Siguiente:	03.30
Aprobado:	04/2021	RFB			Código:	FE-20000033
			PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 129 A APOYO 132			



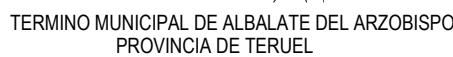
PLANTA Y PERFIL
DESDE APOYO 132 A APOYO 135

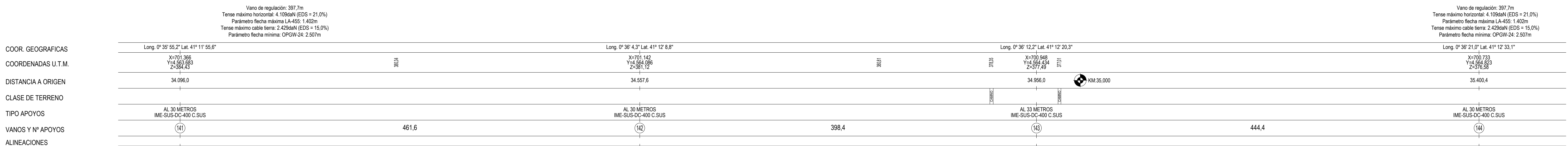
Escala: H:1/2000	
V:1/500	
Revisi6n:	00
Hoja:	03.30
Siguiente:	03.31
C6digo: FE-20000033	





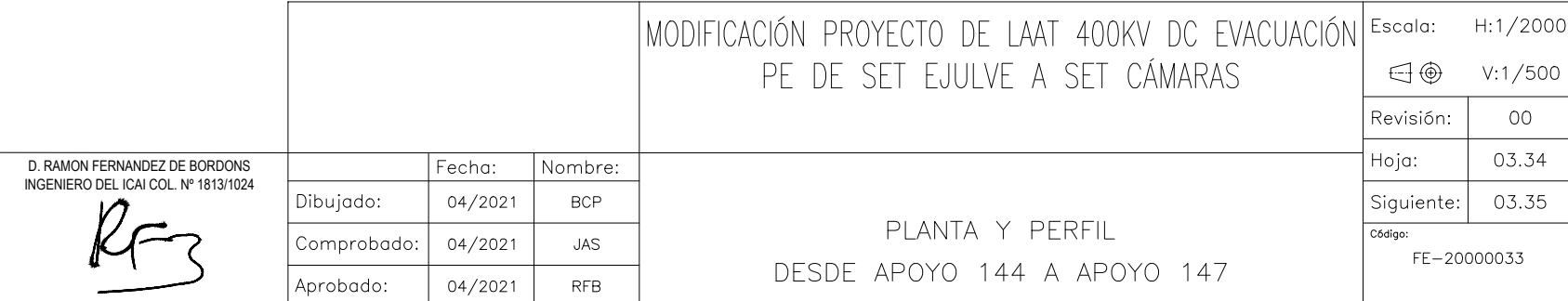


Vano de regulación: 397,7m
Tense máximo horizontal: 4.109daN (EDS = 21,0%)
Parámetro flecha máxima LA-455: 1.402m
Tense máximo cable tierra: 2.429daN (EDS = 15,0%)
Parámetro flecha mínima OPGW-24: 2.507m





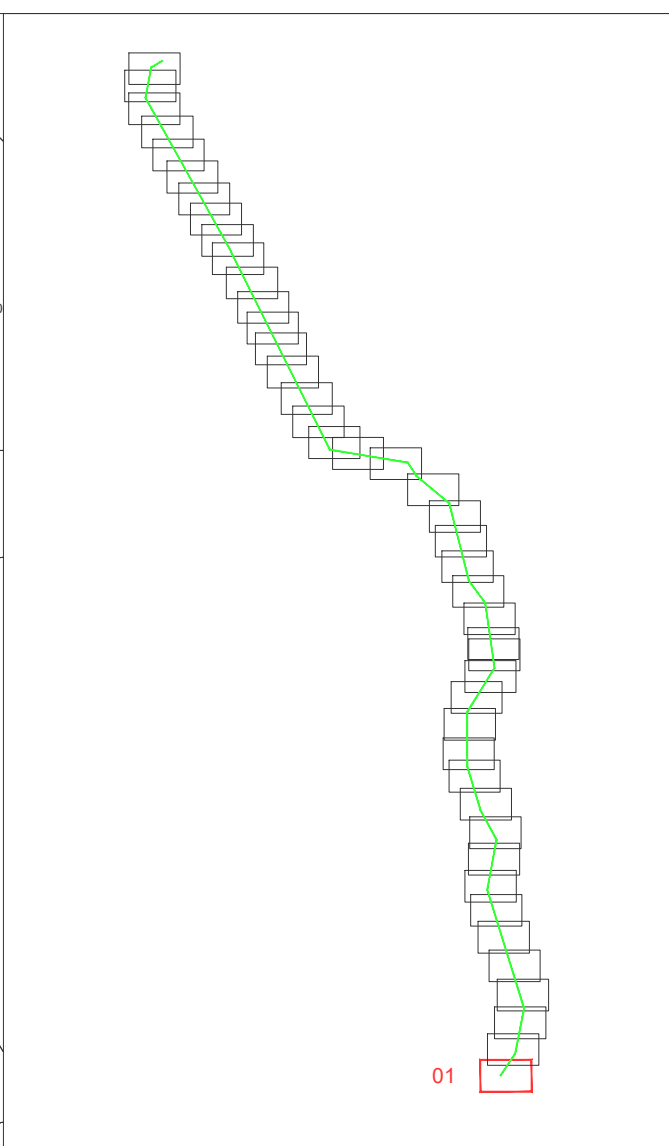










Escala: H:1/2000	
  V:1/500	
Revisión:	00
Hoja:	03.33
Siguiente:	03.34
Código: FE-20000033	




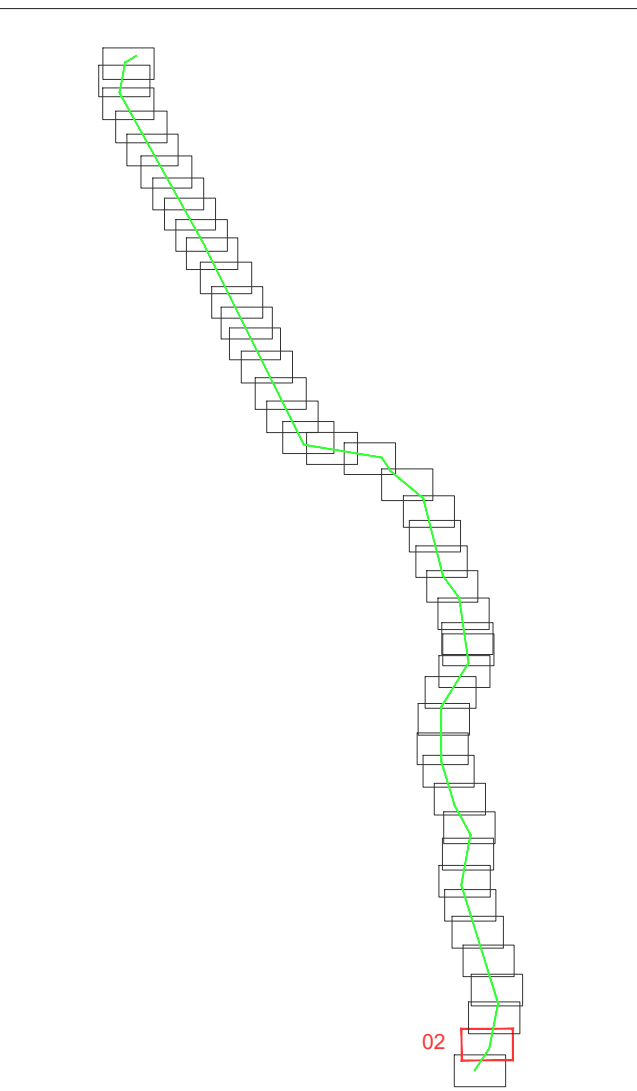


 <p>D. RAMON FERNANDEZ DE BORDON INGENIERO DEL C.A. COL. N° 18131024</p>			<p>MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS</p>	<p>Escala: H:1/2000</p> <p> V:1/500</p>
				<p>Revisión: 00</p>
				<p>Hoja: 03.35</p>
				<p>Siguiente: -</p>
	<p>Dibujado: 04/2021 BCP</p> <p>Comprobado: 04/2021 JAS</p> <p>Aprobado: 04/2021 RFB</p>	<p>PLANTA Y PERFIL DESDE APOYO 147 A PÓRTECO SET</p>		<p>Código: FE-20000033</p>



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion PERMANENTE
	Ocupacion TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

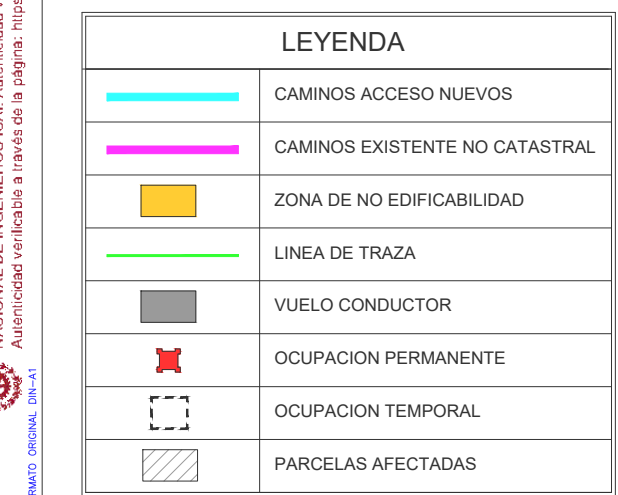
<div></div>			MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJVULE A SET CÁMARA			Escuela: 1/2.000 	
						Revisión: 00	
Fecha:			Nombre:			Hoja: 04.01	
Dibujado: 04/2021 DMS			PLANO CATASTRAL				
Comprobado: 04/2021 JAS							
Aprobado: 04/2021 RFB			Siguiendo: 04.02				
			Codigo: FE-20000033				




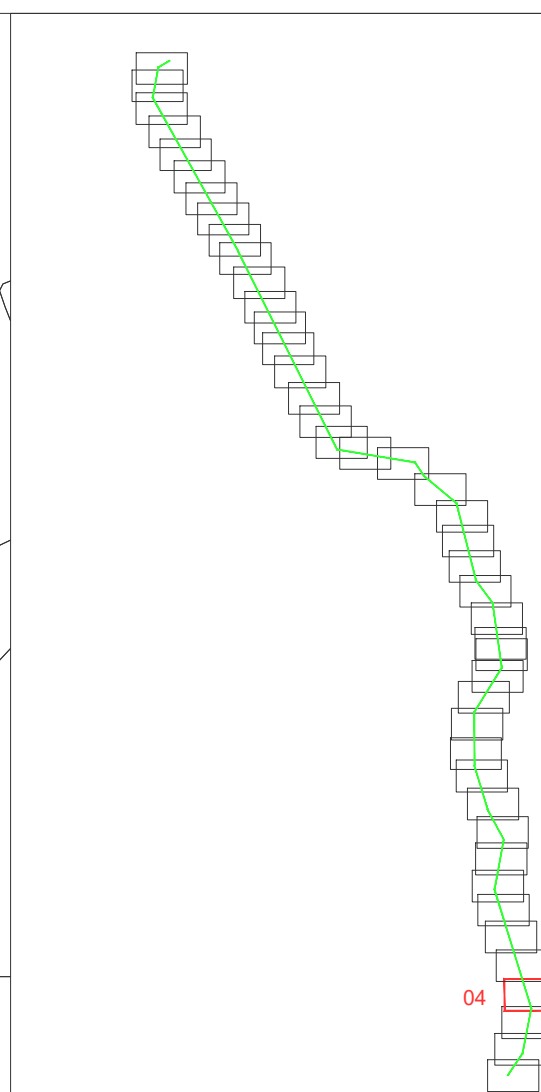
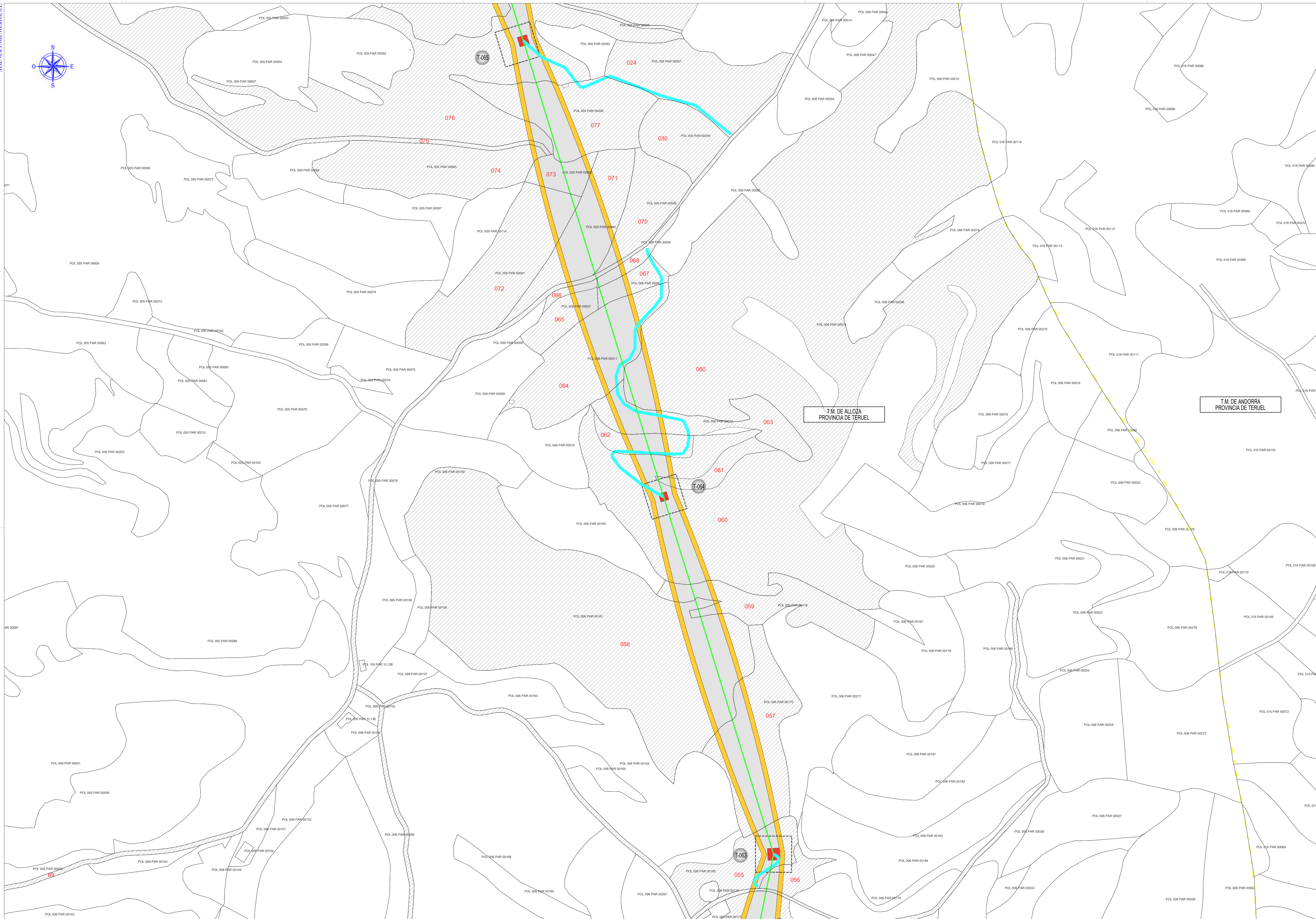






PLANO CATASTRAL

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



 FENITAB Grupo Sisener Ingenieros	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA		Escala: 1/2.000
			Revisión: 00
			Hoja: 04.03 Siguiente: 04.04
			Cargas: FE-200000.33
Fecha: Nombre:			
Dibujado: 04/2021 DMS			
Comprobado: 04/2021 JAS			
Aprobado: 04/2021 RFB			



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 **Grupo Sisener Ingenieros**

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

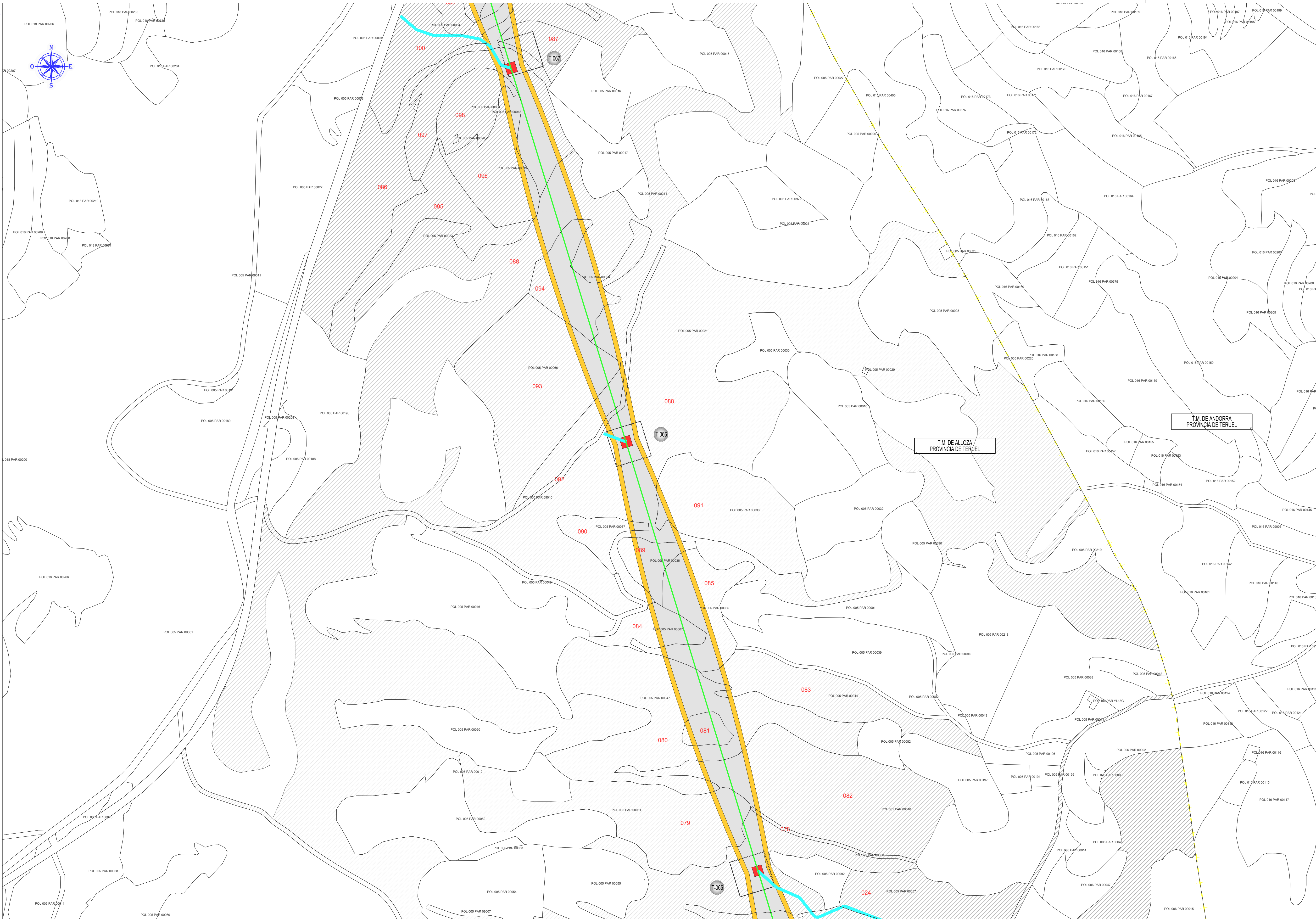
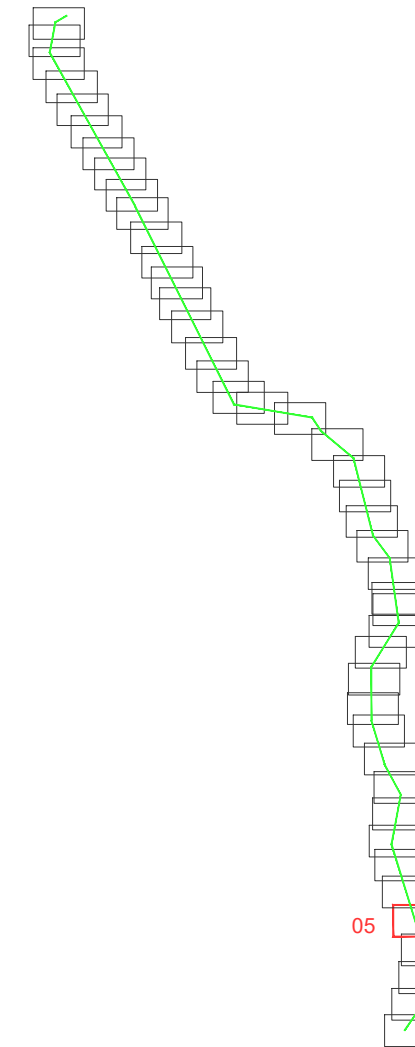
PLANO CATASTRAL



Escala:		1/2.000
Revisi3n:		00
Hoja:		04.04
Siguiente:		04.05
C3digo:		
FE-20000033		

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

Rf-3

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion PERMANENTE
	Ocupacion TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

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

Rf-3

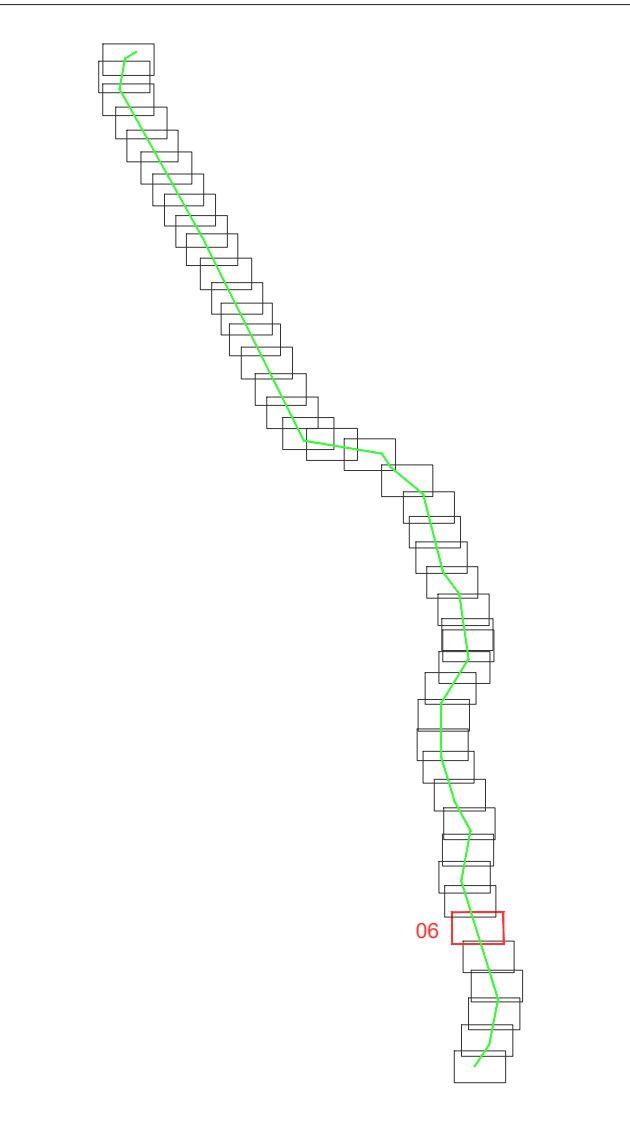
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

Escala: 1/2.000

Revisión:	00
-----------	----



Hoja:	04.05
Siguiente:	04.06

Código:
FE-20000033



 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

Escala: 1/2.000
 

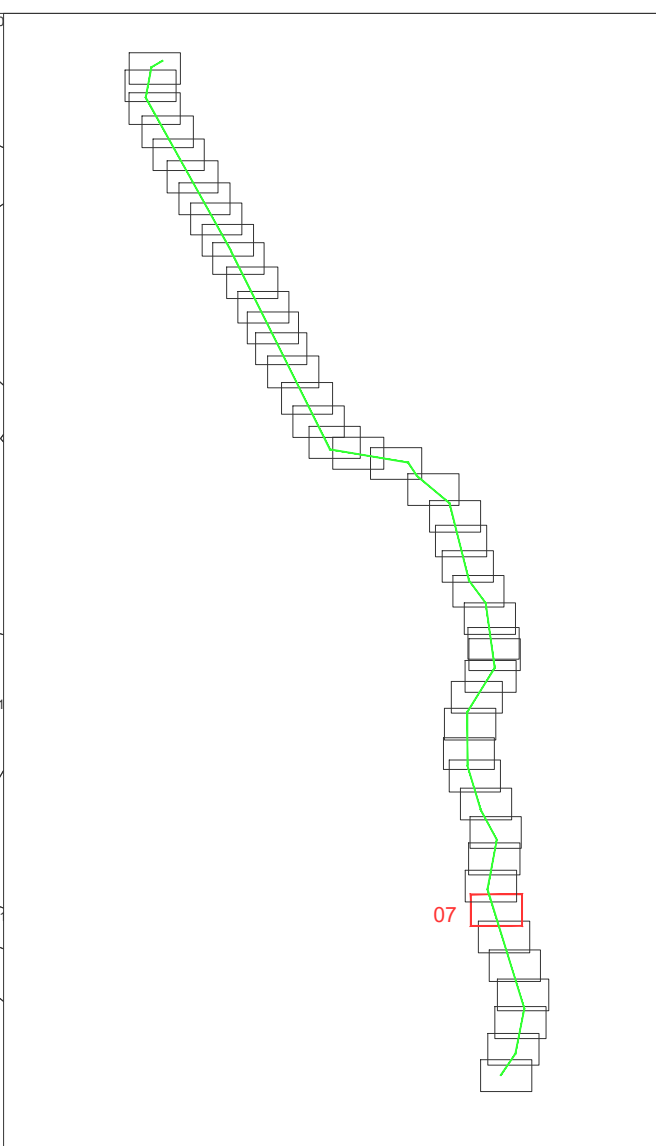
Revisión:	00
Hoja:	04.06
Siguiente:	04.07



Código: FE-20000033

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

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

PLANO CATASTRAL



Escala:		1/2.000
 		
Revisión:	00	
Hoja:	04.07	
Siguiente:	04.08	
Código: FE-20000033		

PLANO CATASTRAL

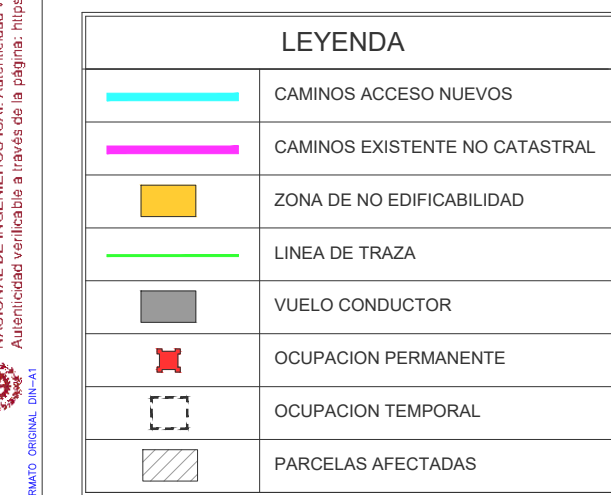
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024


	Fecha:	Nombre:

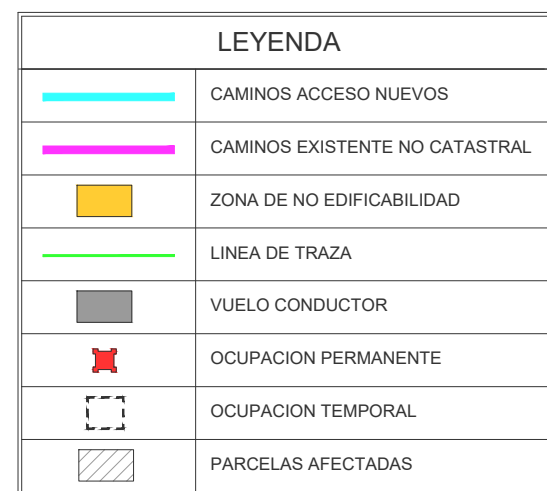
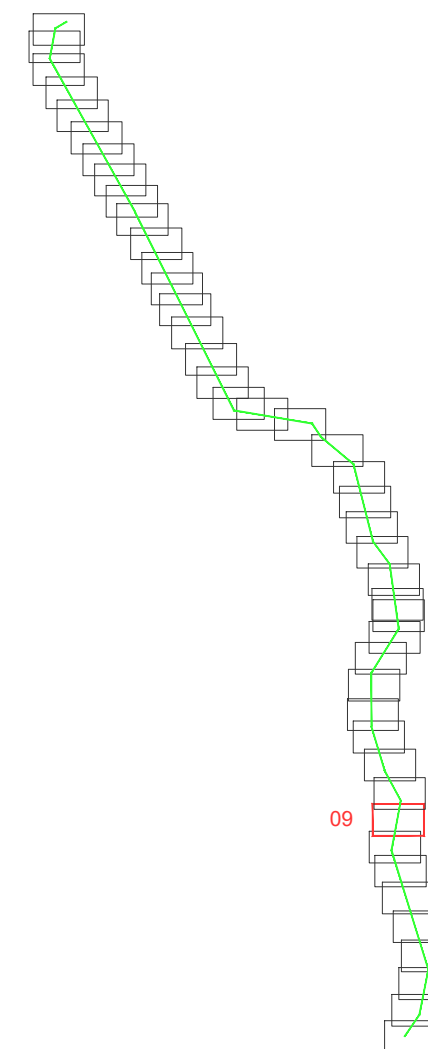
Elaborado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	IAS

Aprobado:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----

PLANO CATASTRAL



			MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA			Escala: 1/2,000 	
Grupo Sisener Ingenieros			<div style="text-align: center;"> PLANO CATASTRAL </div>			Revisión: 00	
Fecha: Nombre:						Hoja: 04.08	
Dibujado: 04/2021 DMS						Siguiente: 04.09	
Comprobado: 04/2021 JAS						Código: FE-20000033	
Aprobado: 04/2021 RFB							



 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

Escala:

Revisiōn:	00
-----------	----

Siguiente:	04.10
------------	-------

Código: FE-20000033

PLANO CATASTRAL

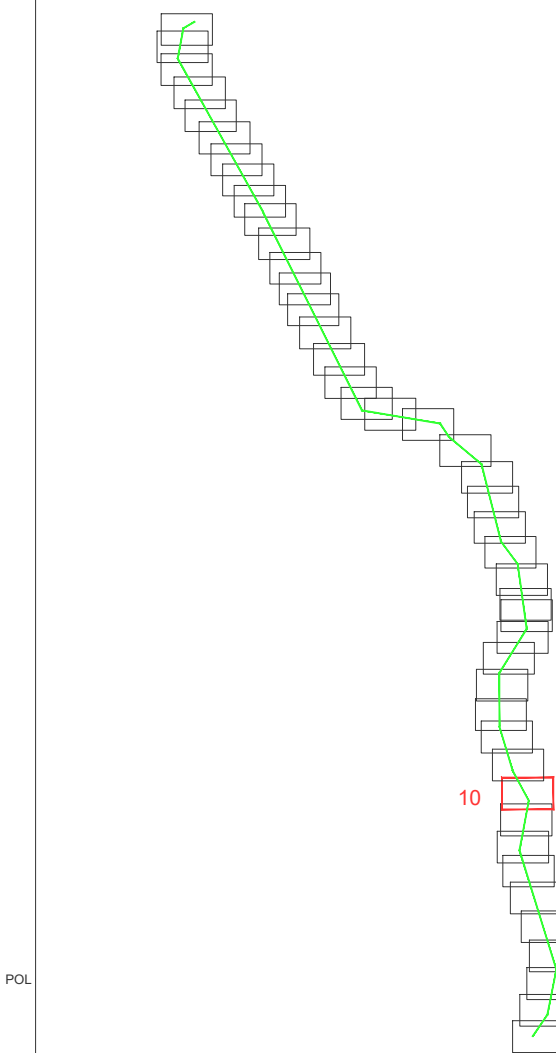
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. Nº 1813/1024



INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

	Fecha:	Nombre:
--	--------	---------

Comprobado:	04/2021	JAS
-------------	---------	-----

Aprobado:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	OCUPACION PERMANENTE
	OCUPACION TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:

Revisiōn:	00
-----------	----





Hoja:	04.10
-------	-------

Siguiente:	04.11
------------	-------

Código: FE-20000033

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

 $R_F =$

LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

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

17.

KF

15

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

<p>Escala:</p>

1/2.000

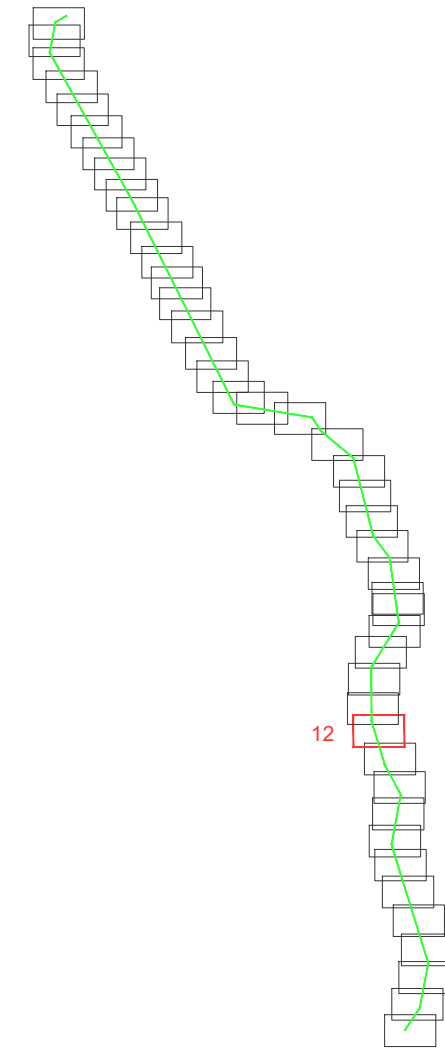
Revision:	00

Hoja:	04.11
-------	-------

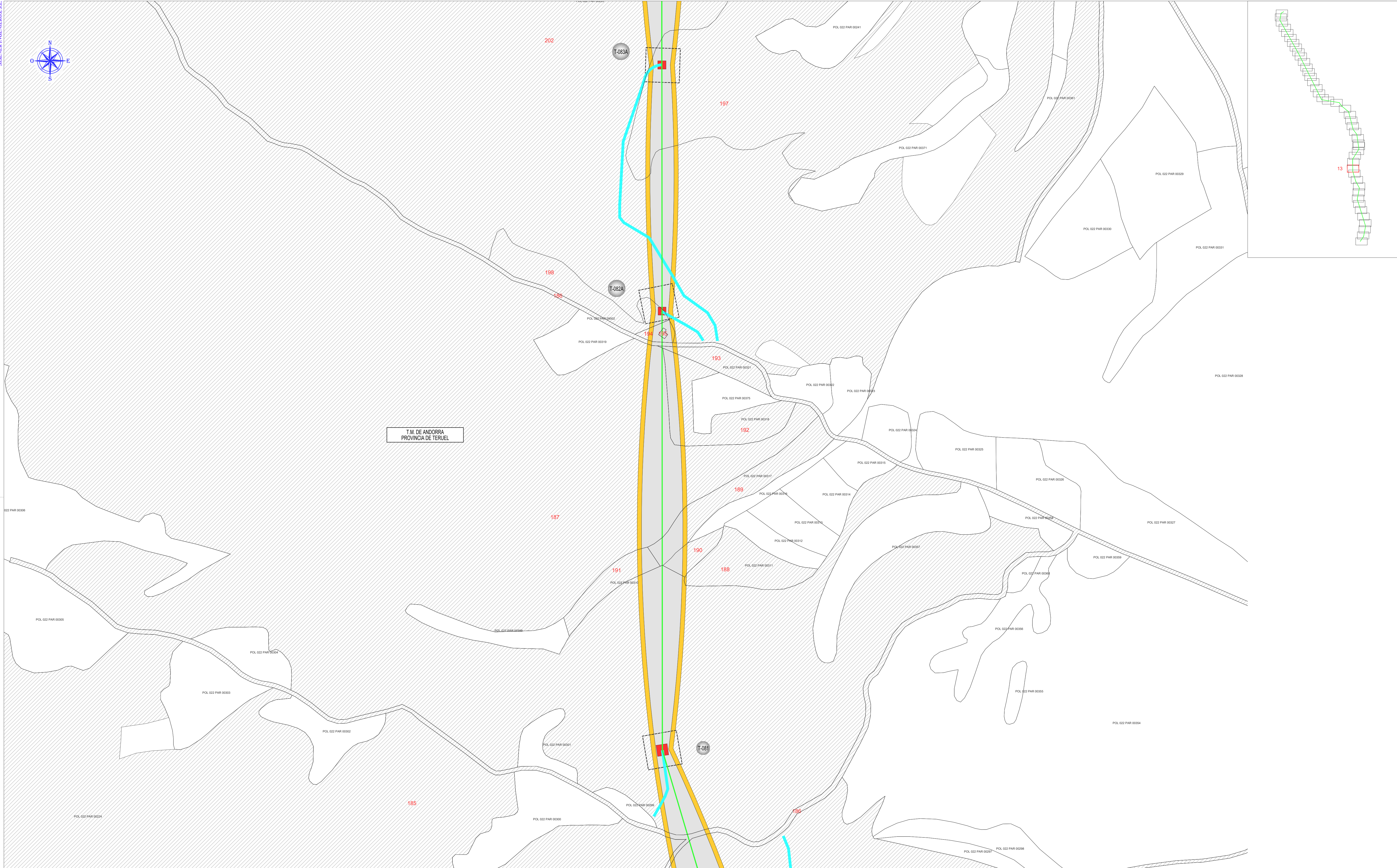
Siguiente:	04.12
------------	-------









Código: EE-20000033

11-200000000



Escala:		1/2.000
Revisión:		00
Hoja:		04.12
Siguiente:		04.13
Código:		
FE-20000033		



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	OCUPACION PERMANENTE
	OCUPACION TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

Escala: 1/3.000

Revisión:	00
-----------	----

Siguiente:	04.14
------------	-------

Código:
FE-20000033

PLANO CATASTRAL

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

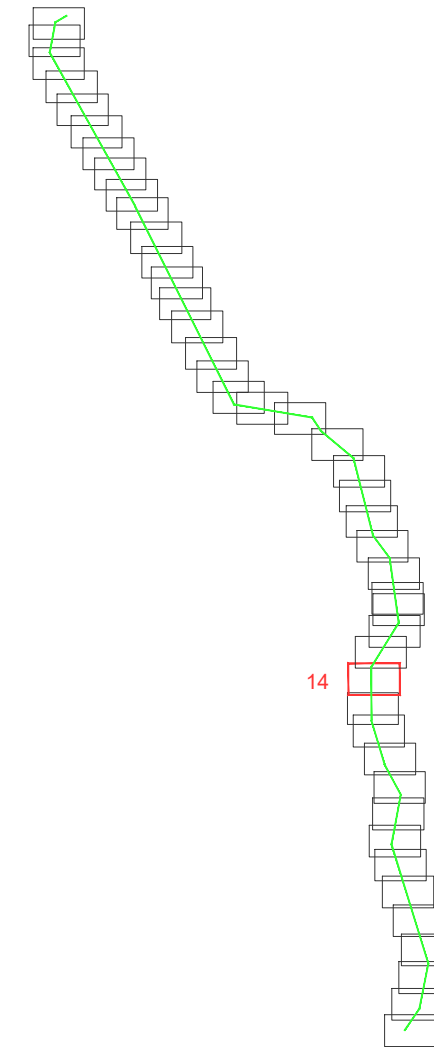
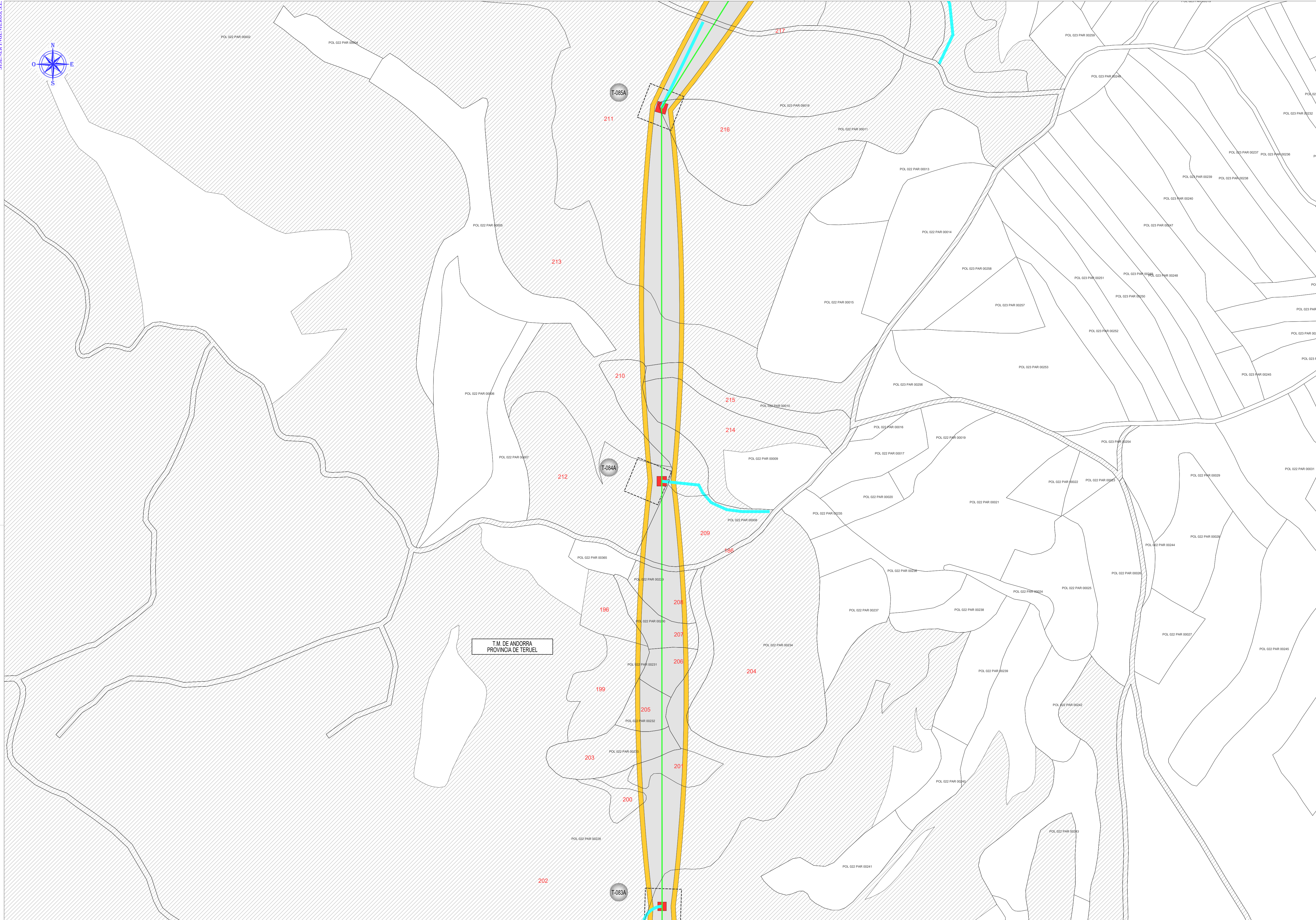
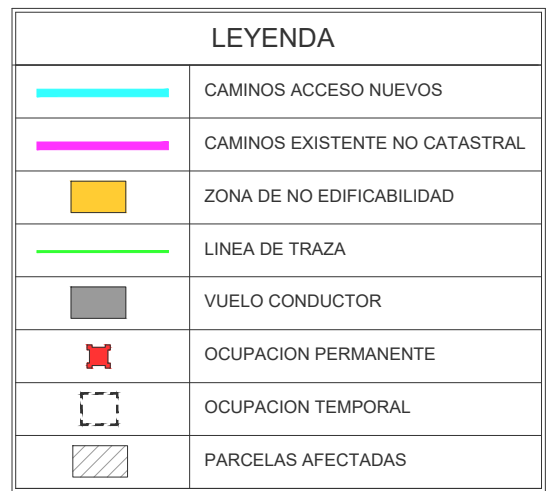
17

	Fecha:	Nombre:

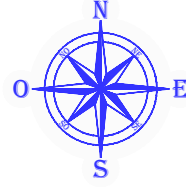
Dibujado:	04/2021	DMS
-----------	---------	-----

Comprobado:	04/2021	JAS
-------------	---------	-----

Aprobado:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----



	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA	Escuela: 1/2.000 
Fecha: Nombre:	PLANO CATASTRAL	Revisión: 00
Dibujado: 04/2021 DMS		Hoja: 04.14
Comprobado: 04/2021 JAS		Siguiendo: 04.15
Aprobado: 04/2021 RFB		Código: FE-20000033



T.M. DE ALBALATE DEL ARZOBISPO
PROVINCIA DE TERUEL

T.M. DE ANDORRA
PROVINCIA DE TERUEL

LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS



MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

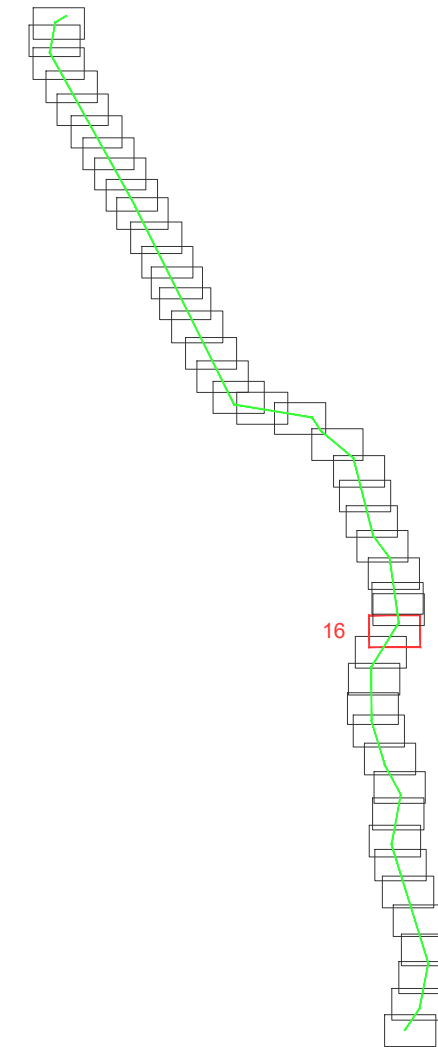
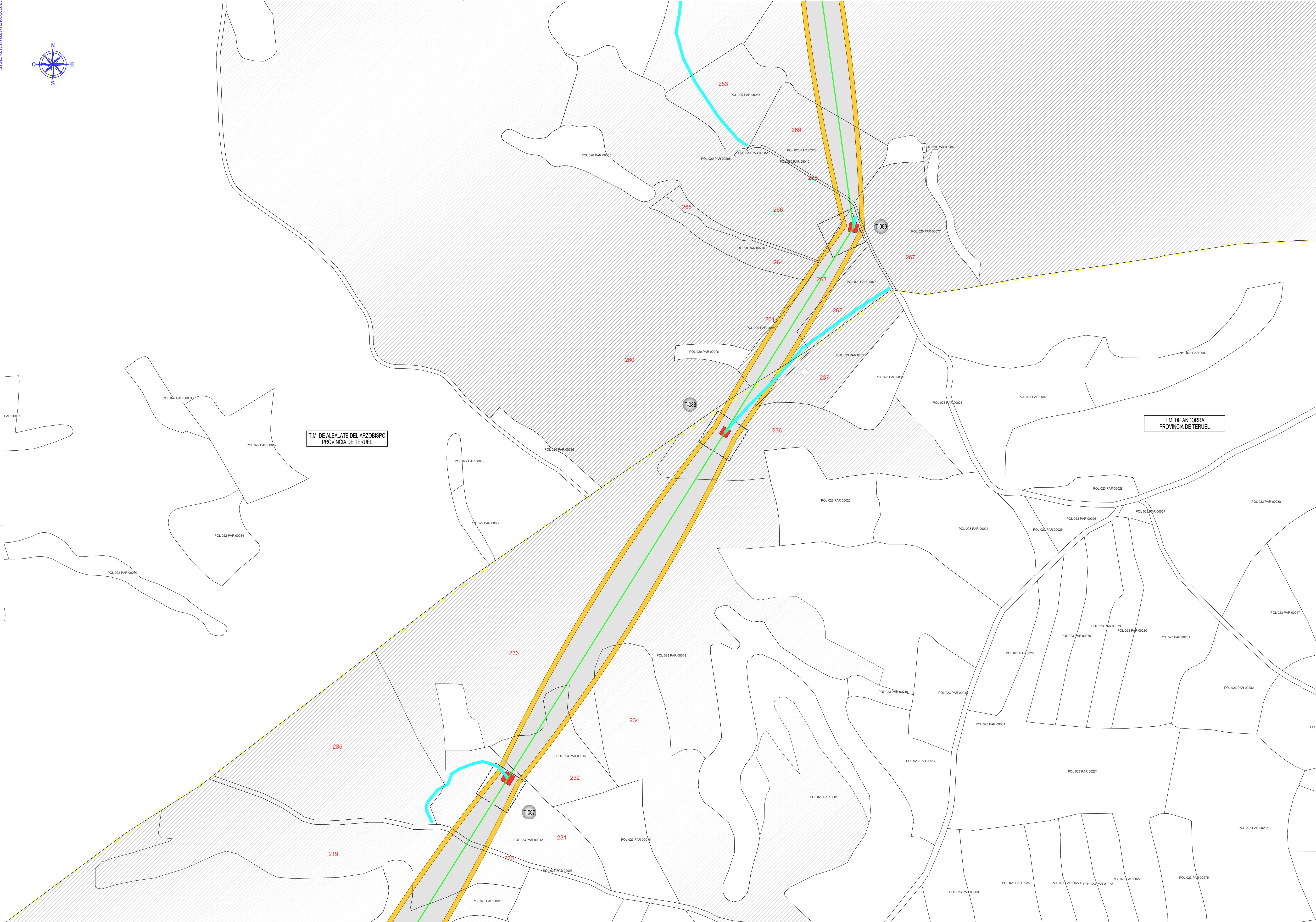
D. RAMÓN FERNÁNDEZ DE BORDONABE
INGENIERO DEL ICAI COL. N.º 18131/2024





RFB

Dibujado:	Fecha:	Nombre:
04/2021	DMS	
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

PLANO CATASTRAL

Escala:	1/2.000
Revisión:	00
Hoja:	04.15
Siguiente:	04.16
Código:	FE-20000033



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

Escala:

Revisión:	00
-----------	----

Siguiente:	04.17
------------	-------

Código:
FE-20000033

PLANO CATASTRAL

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

5

	Fecha:	Nombre:

Dibujado:	04/2021	DMS

Comprobado:	04/2021	JAS

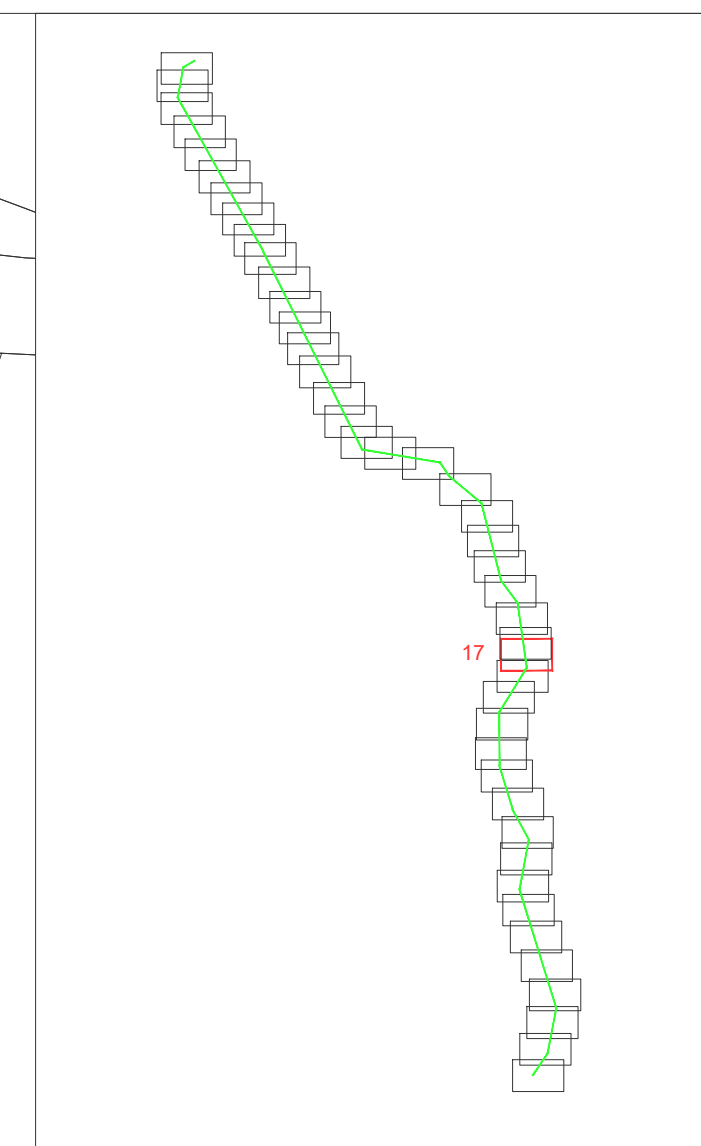
5

KF

—

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD, por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD, Autoridad competente para el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD, en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 04 de mayo de 2021, a las 10:00 horas, en la sede de la página: https://www.colingen.org.co/

SISENER INGENIEROS S.A.



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupación PERMANENTE
	Ocupación TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS



MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA		
Escala:	1/2.000	
Revisión:	00	
Hoja:	04.17	
Siguiente:	04.18	
Código:	FE-20000033	

Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

PLANO CATASTRAL	
-----------------	--

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS CIVILES - COLENG
NACIONAL DE INGENIEROS CIVILES - COLENG
Autenticidad verificable a través de la página: <https://www.coingen.gov.co/verificacion-de-documentos>

SISENER INGENIEROS S.L.



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupación PERMANENTE
	Ocupación TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS



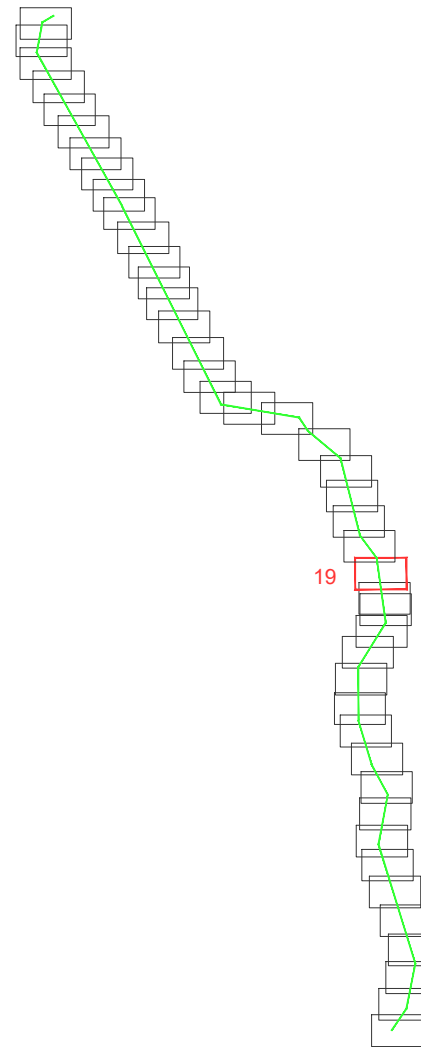
MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA





D. RAMÓN FERNÁNDEZ DE BORDON
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 18131/024
RFB

Fecha:	Nombre:
04/2021	DMS
04/2021	JAS
04/2021	RFB

PLANO CATASTRAL

Escala:	1/2.000
Revisión:	00
Hoja:	04.18
Siguiente:	04.19
Código:	FE-20000033

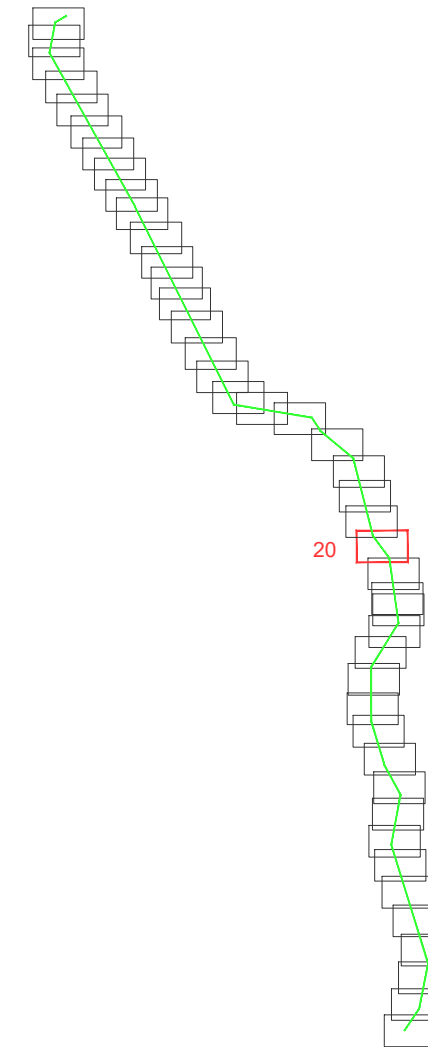
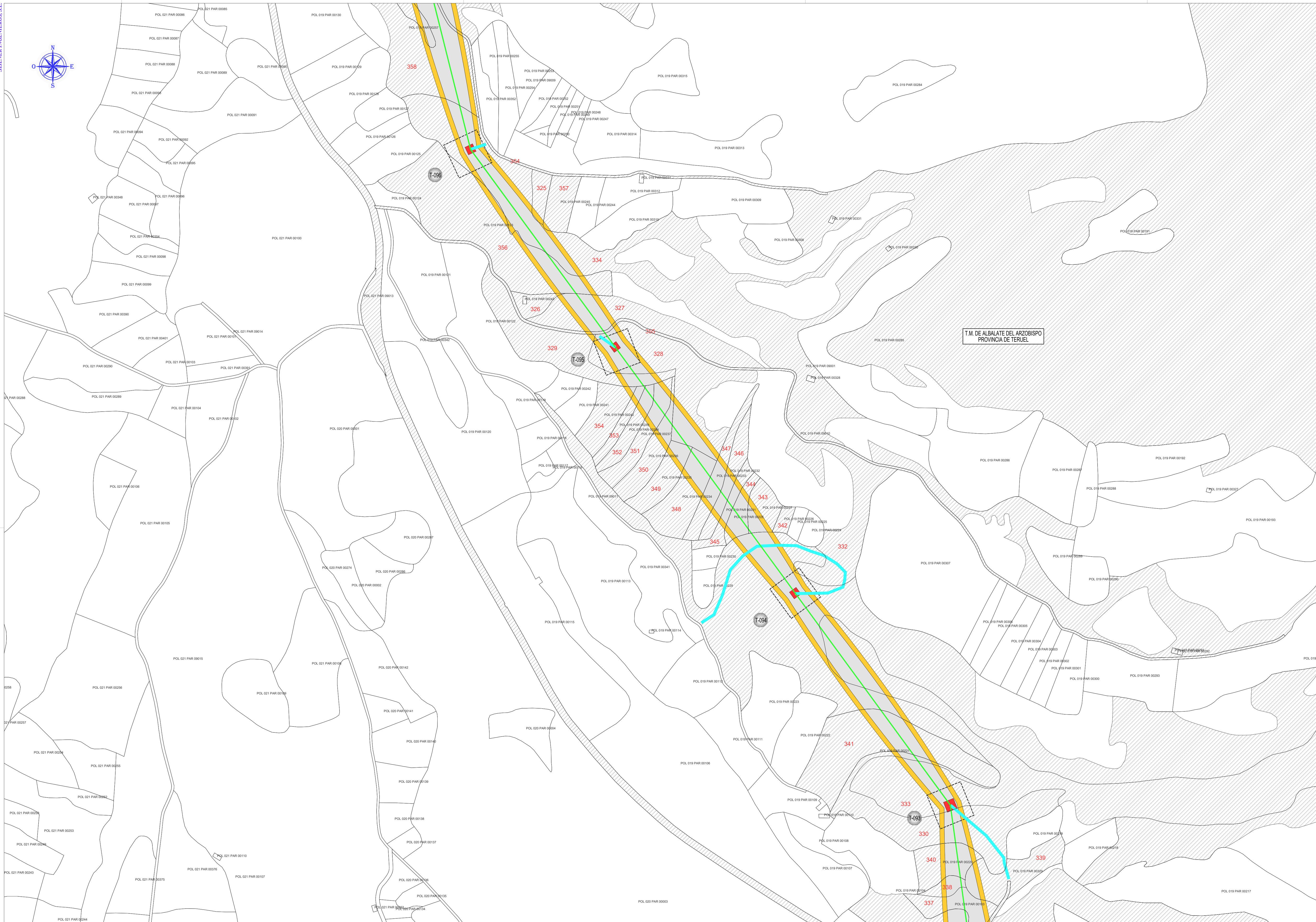






LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:		1/2.000
Revisión:		00
Hoja:		04.19
Siguiente:		04.20
Código: FE-20000033		



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

Escala:	1/2.000
---------	---------

Revisiōn:	00
-----------	----

Siguiente:	04.21
------------	-------

Código:	FE-20000033
---------	-------------

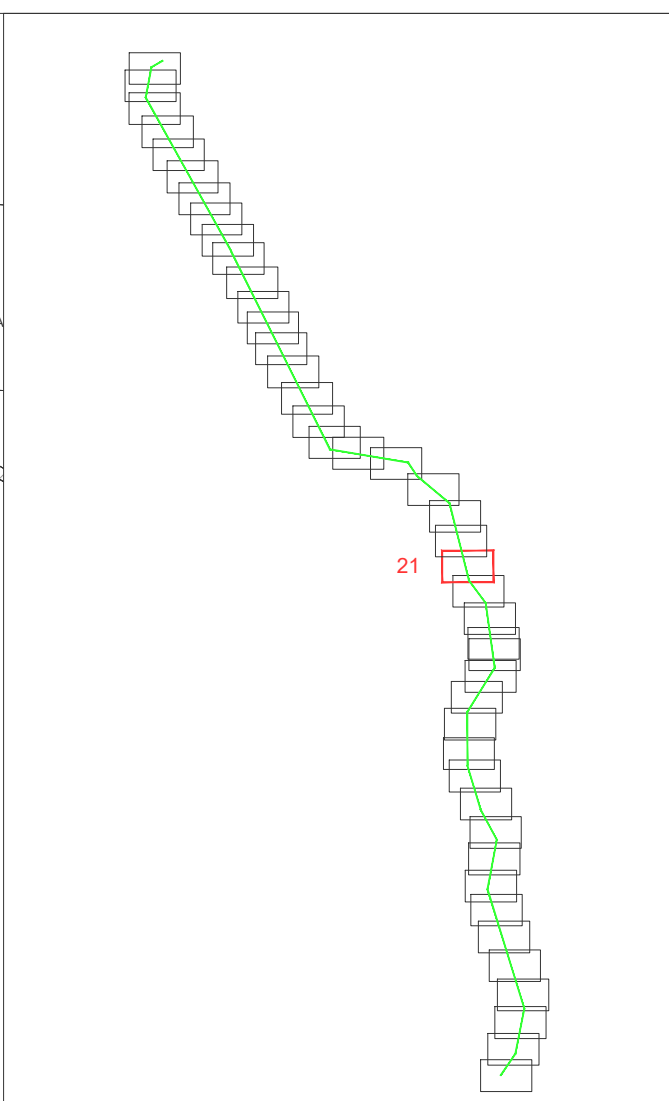
PLANO CATASTRAL



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








Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	IAS


Comprovaço:	04/2021	343
Aerobado:	04/2021	358

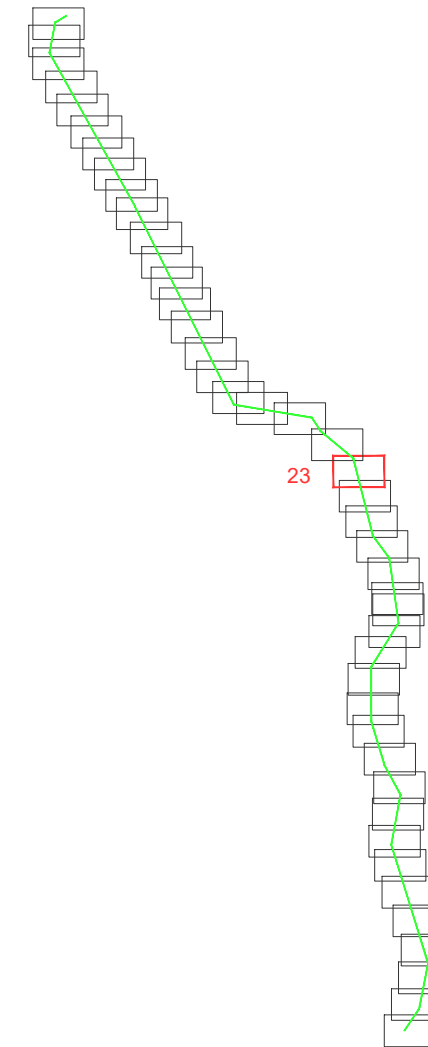
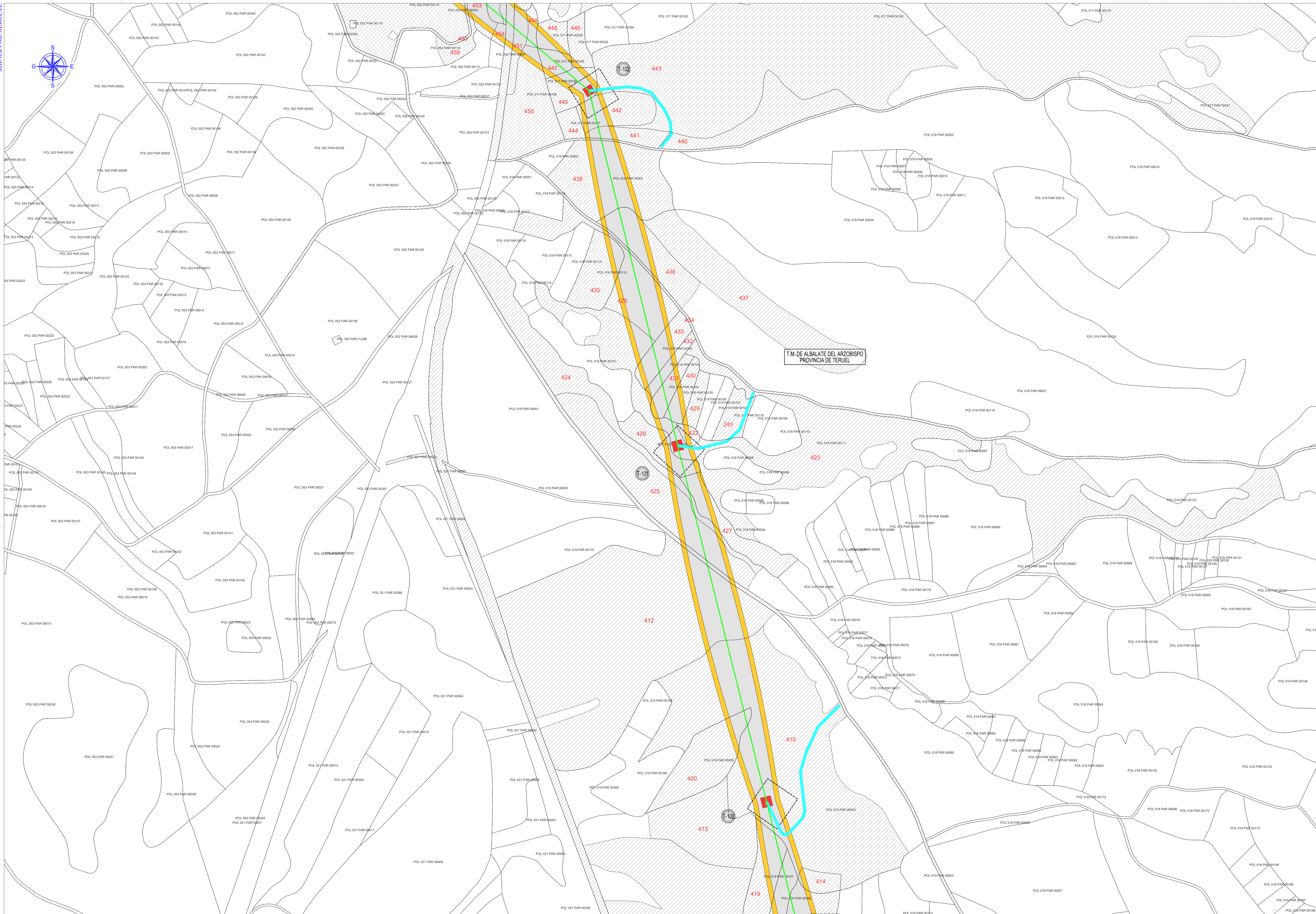
APPROVED:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----







Escala: 1/2.000
 
 Revisión: 00
 Hoja: 04.21
 Siguiente: 04.22
 Código: FE-20000033

LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 FEMTAB Grupo Sisener Ingenieros	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA		Escala: 1/2.000 
			Revisión: 00
			Hoja: 04.22 Siguiente: 04.23
			Fecha: 2000.00.33
Dibujado: 04/2021 DMS Comprobado: 04/2021 JAS Aprobado: 04/2021 RFB	PLANO CATASTRAL		



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:

Revisión:	00
-----------	----

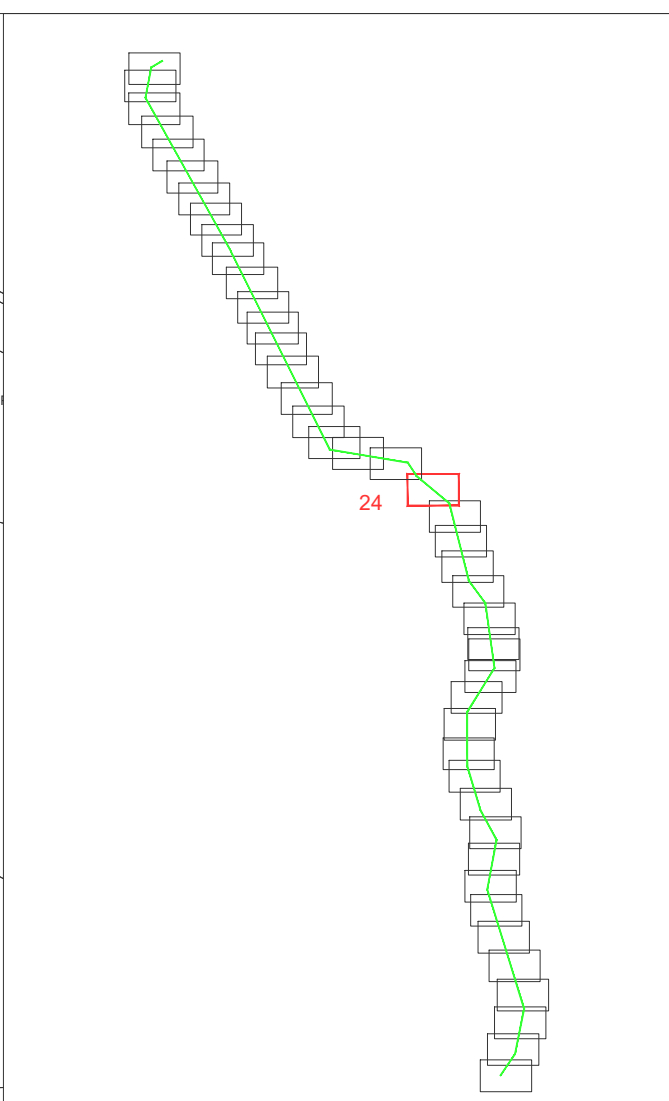
Siguiente:	04.24
------------	-------







Código:
FE-20000033

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

15

MS



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupación PERMANENTE
	Ocupación TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

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

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

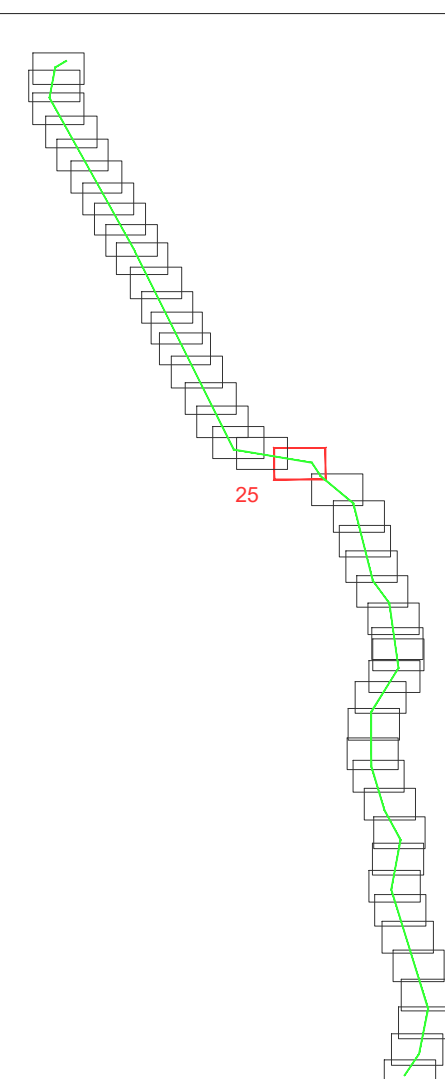
Escala: 1/2.000

Revisión: 00

Hoja: 04.24

Siguiente: 04.25

Código: FE-20000033



Escala: 1/2.000

Revisi3n: 00

Hoja: 04.25

Siguiente: 04.26

C3digo: FE-20000033

PLANO CATASTRAL

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

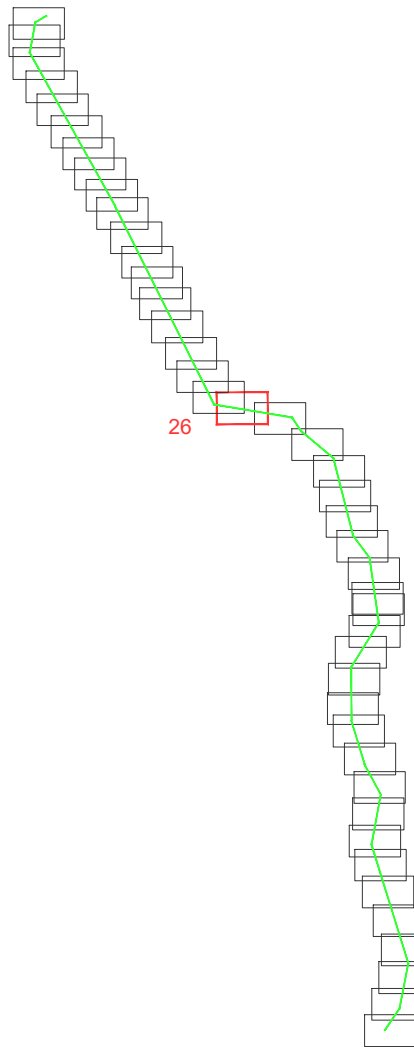
17

	Fecha:	Nombre:

Dibujado:	04/2021	DMS
-----------	---------	-----



Comprobado:	04/2021	JAS
-------------	---------	-----

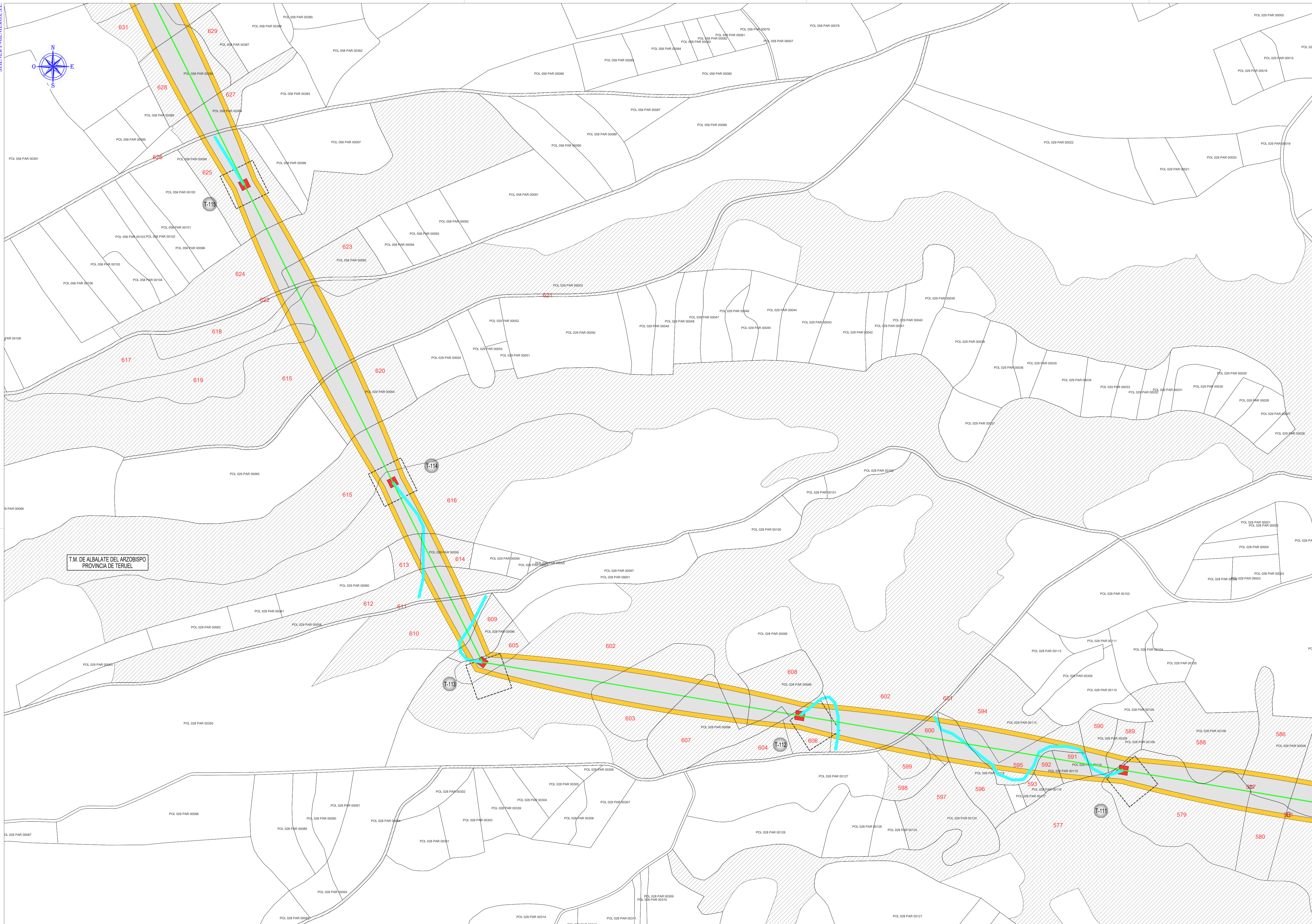
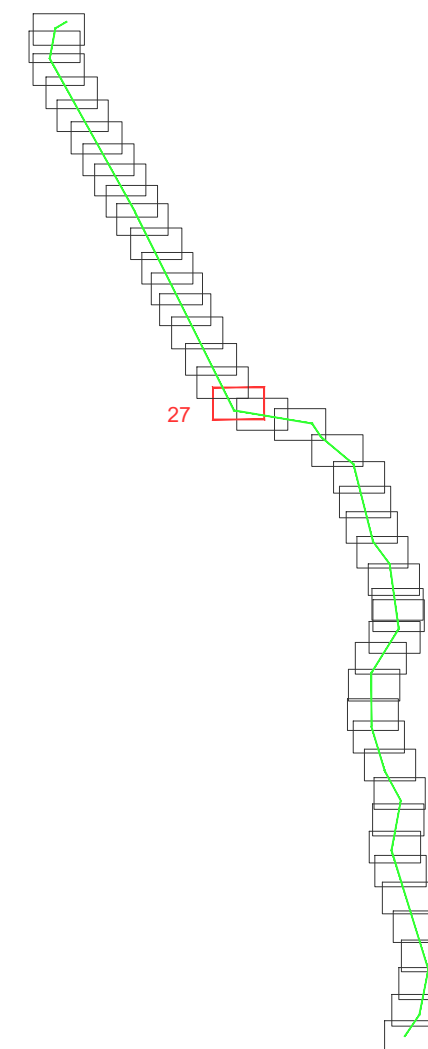
Aprobado:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----





MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:		1/2.000
 		
Revisi3n:	00	
Hoja:	04.26	
Siguiente:	04.27	
C3digo: FE-20000033		



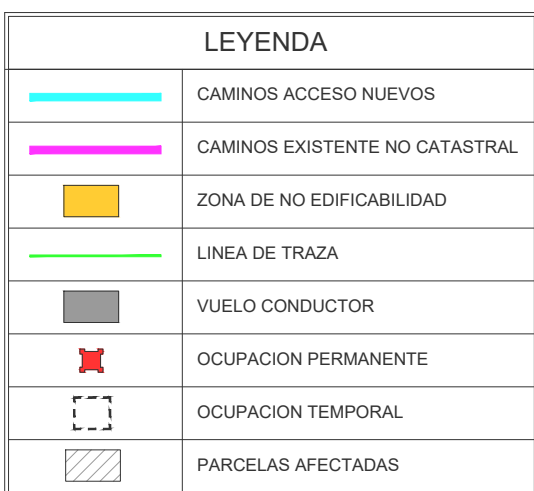
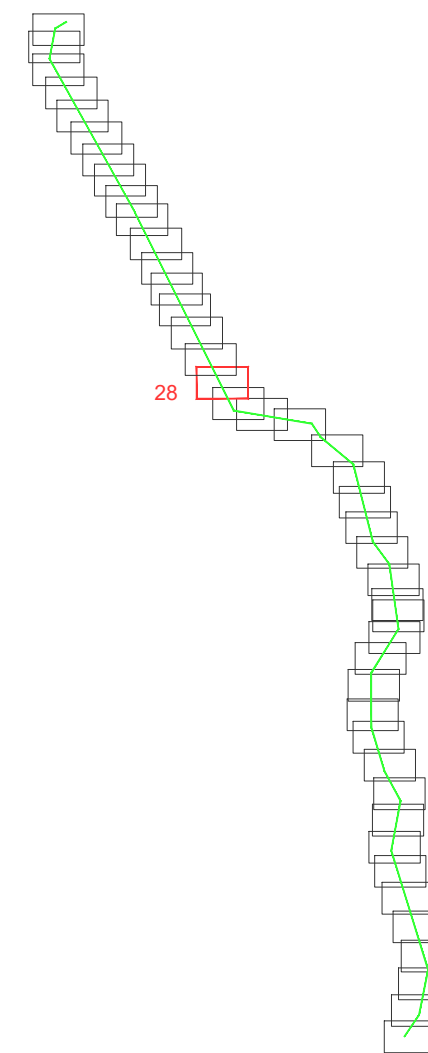
LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	OCUPACION PERMANENTE
	OCUPACION TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:	1/2.000
Revisión:	00
Hoja:	04.27
Siguiente:	04.28
Código:	FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB



 FEMTAB
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

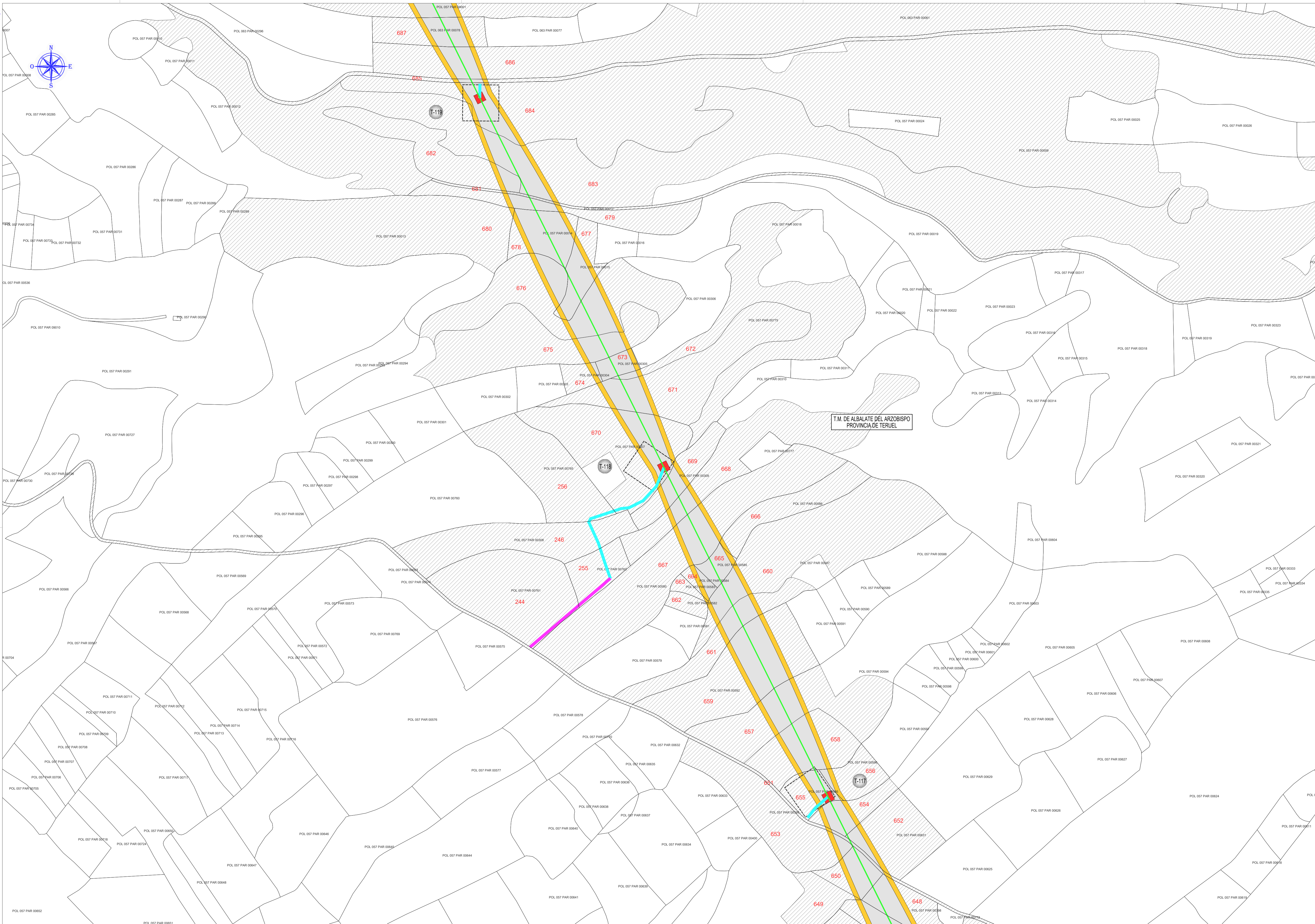
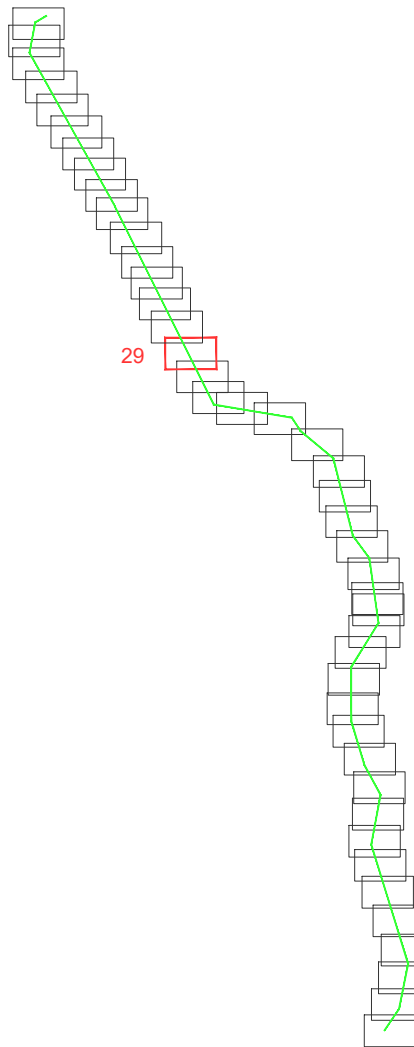
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024





 R_3

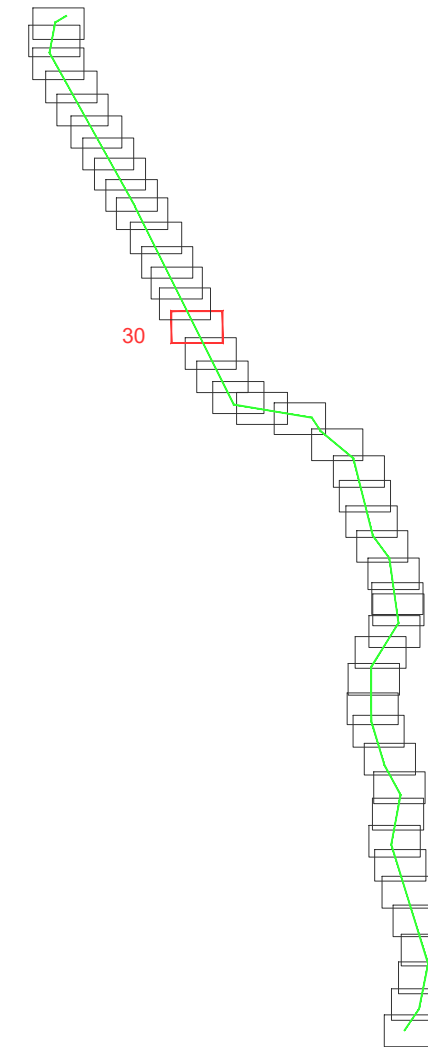
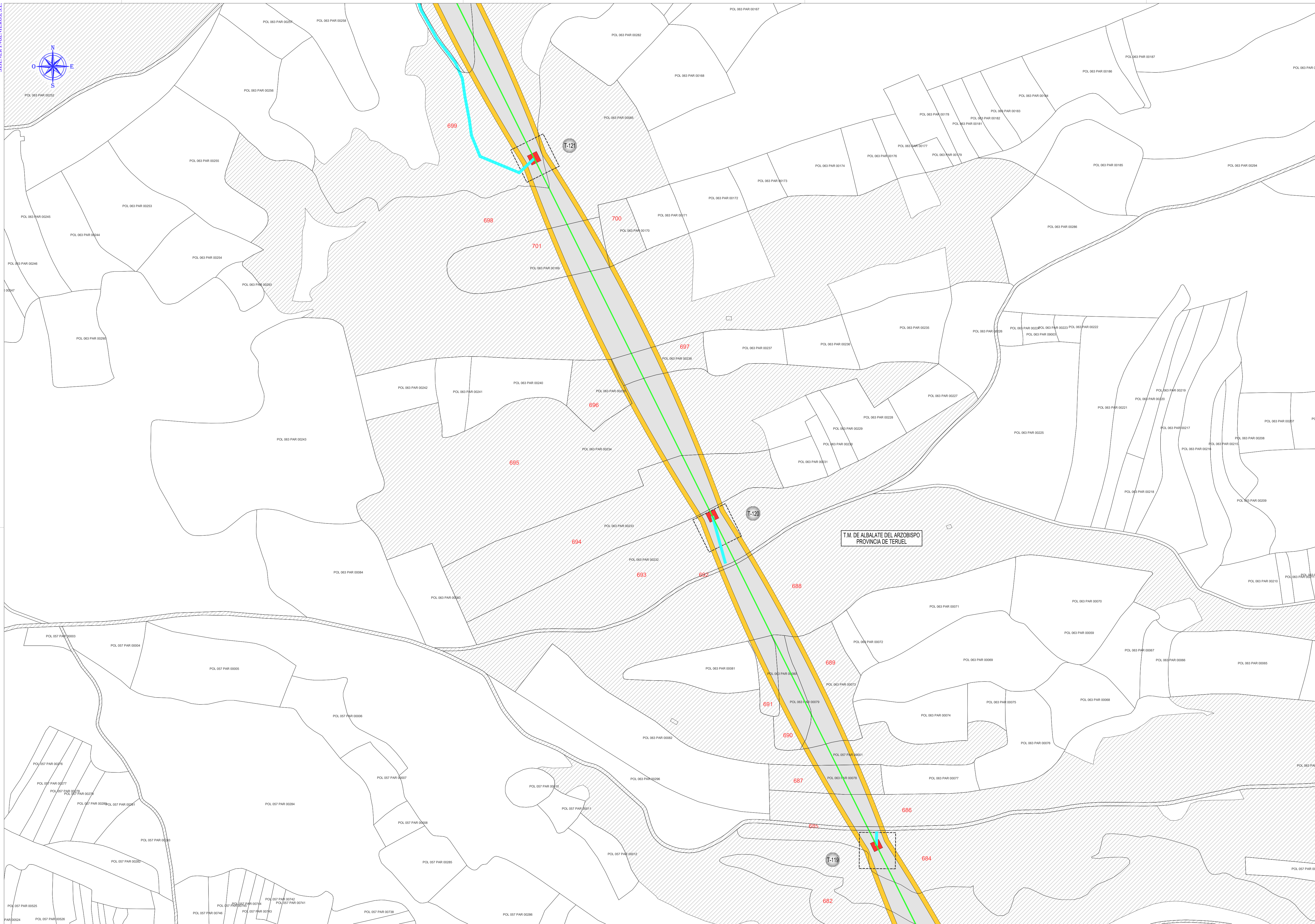
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB





PLANO CATASTRAL

Escala:		1/2.000
Revisión:		00
Hoja:		04.28
Siguiente:		04.29
Código:		
FE-20000033		



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

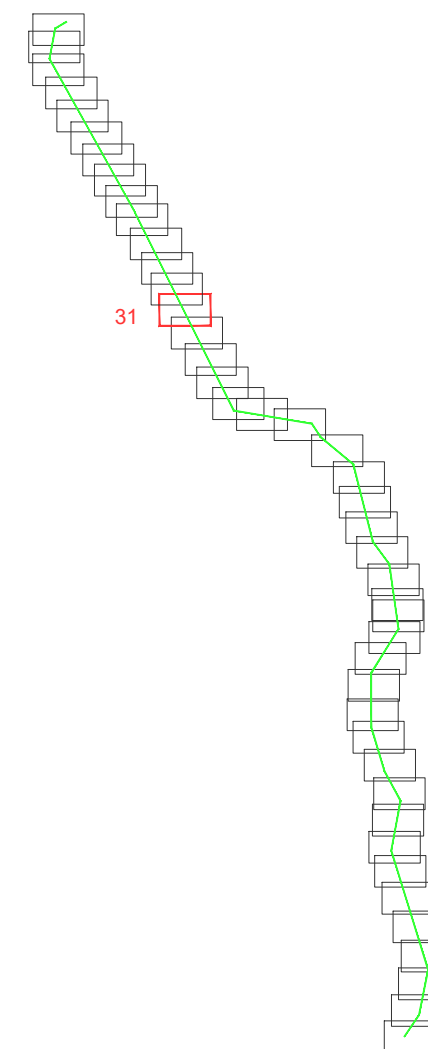







LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escala:		1/2.000
Revisión:		00
Hoja:		04.30
Siguiente:		04.31
Código:		FE-20000033



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	OCUPACION PERMANENTE
	OCUPACION TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS



 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

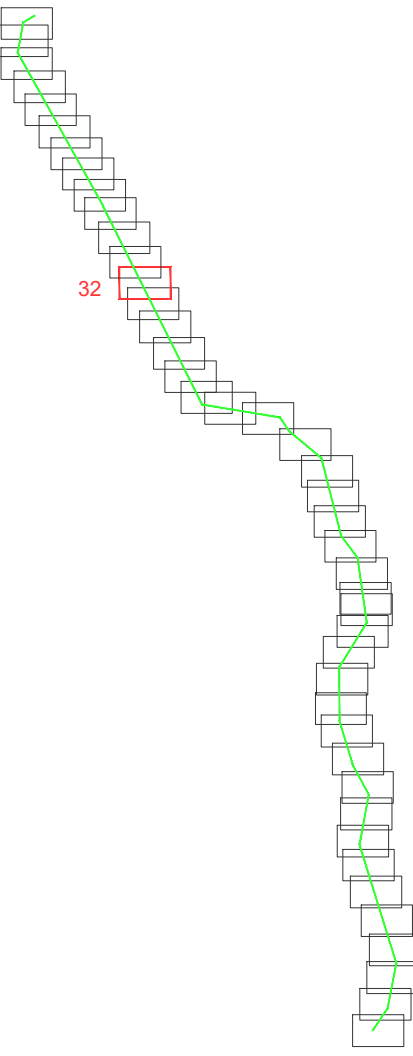
MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA


PLANO CATASTRAL

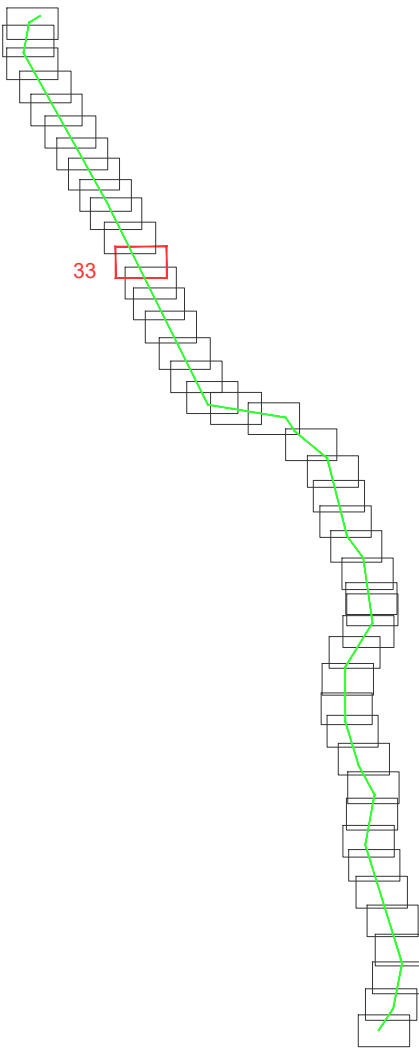
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

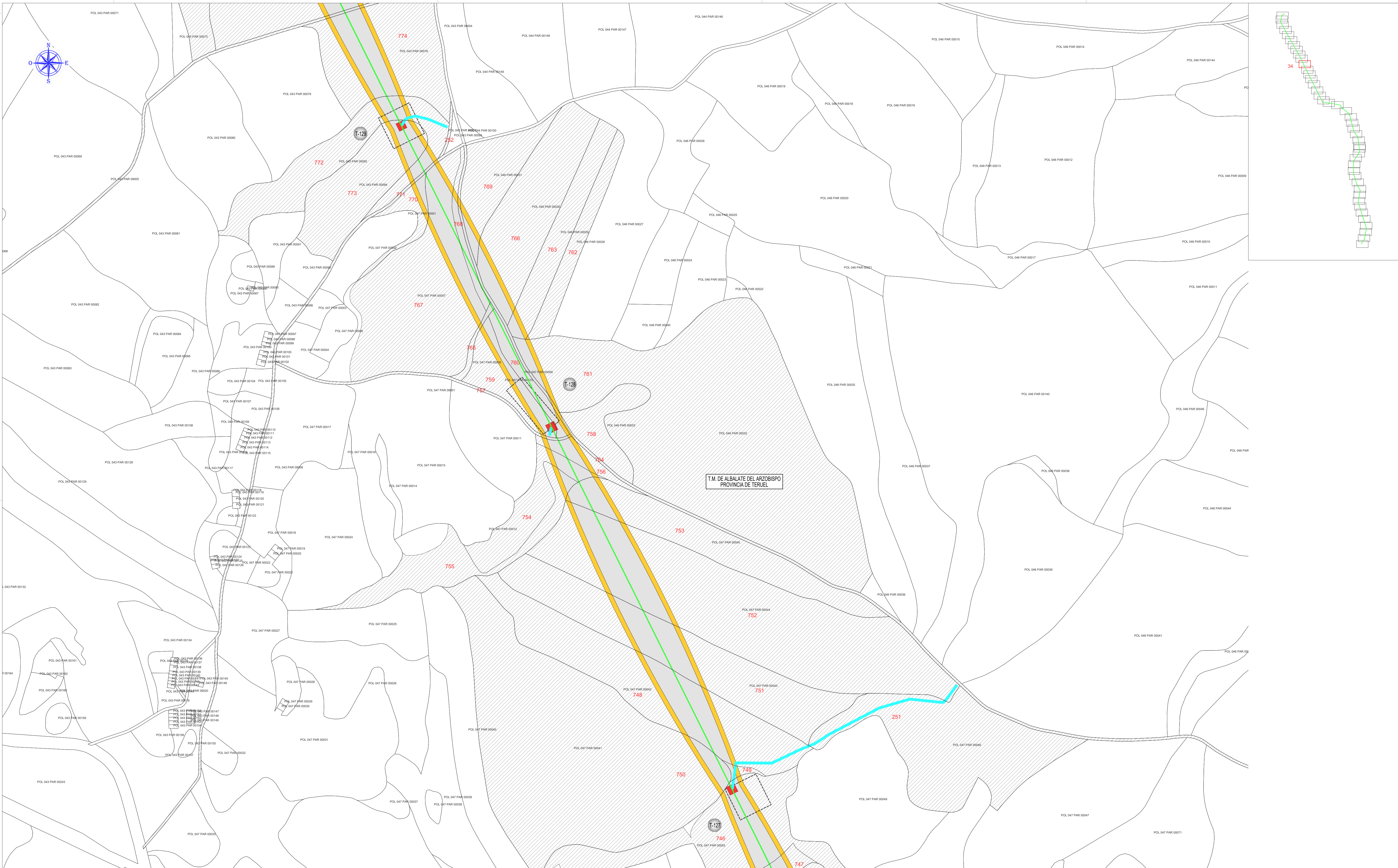
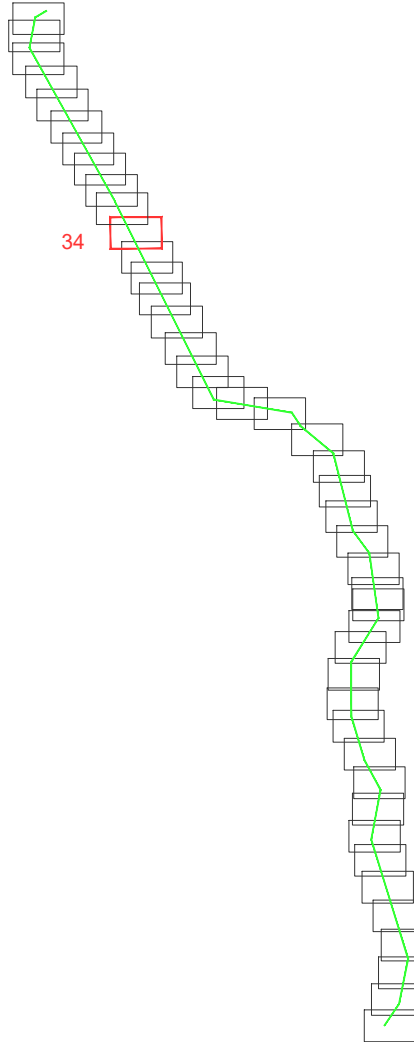
Escala:		1/2.000
 		
Revisión:	00	
Hoja:	04.31	
Siguiente:	04.32	
Código: FE-20000033		







 FEMTAB Grupo Sisener Ingenieros	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA		Escala: 1/2.000 
			Revisión: 00
			Hoja: 04.32
			Siguiente: 04.33
Dibujado: 04/2021 DMS	PLANO CATASTRAL		Fecha: 2020.08.33
Comprobado: 04/2021 JAS			
Aprobado: 04/2021 RFB			

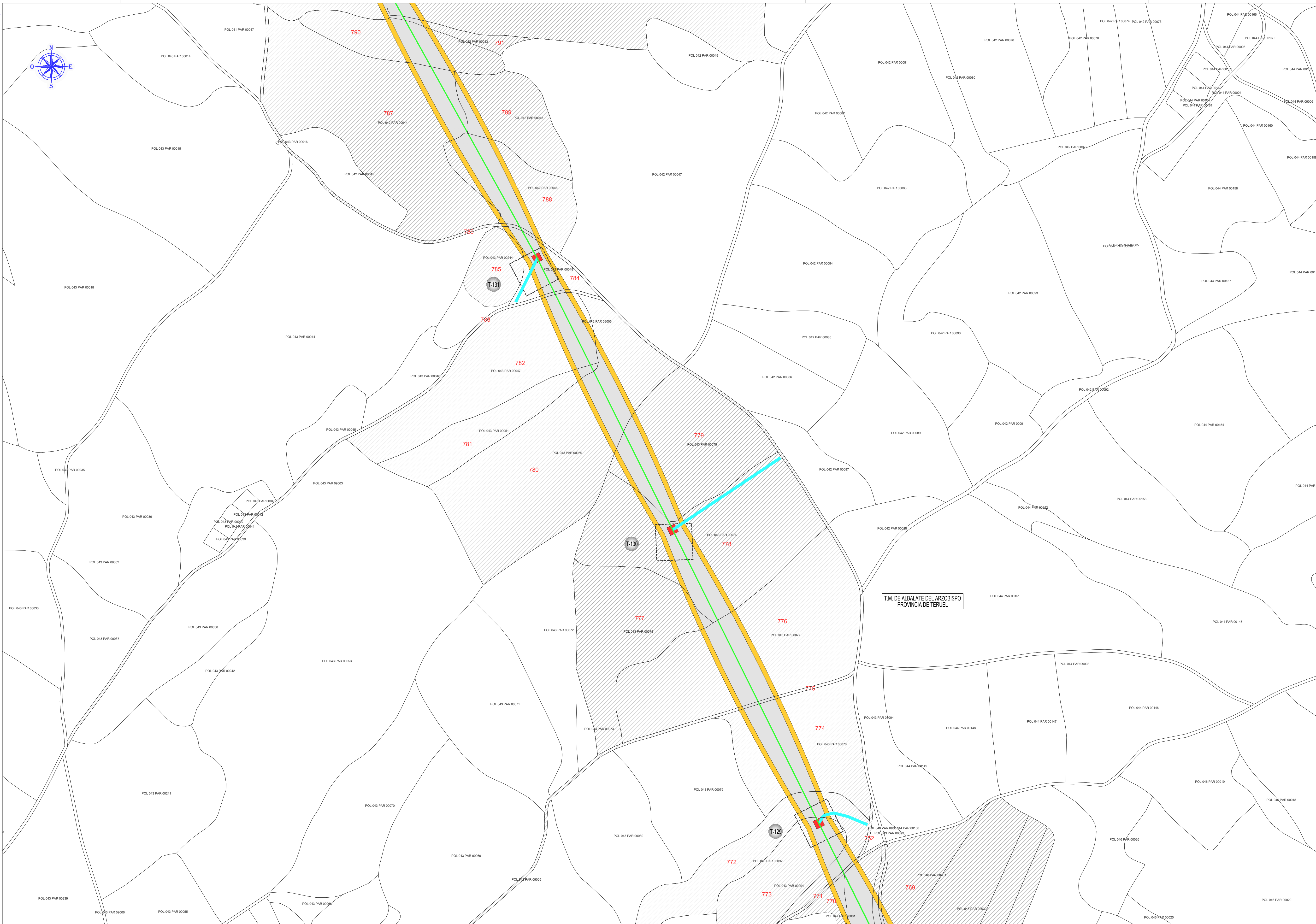
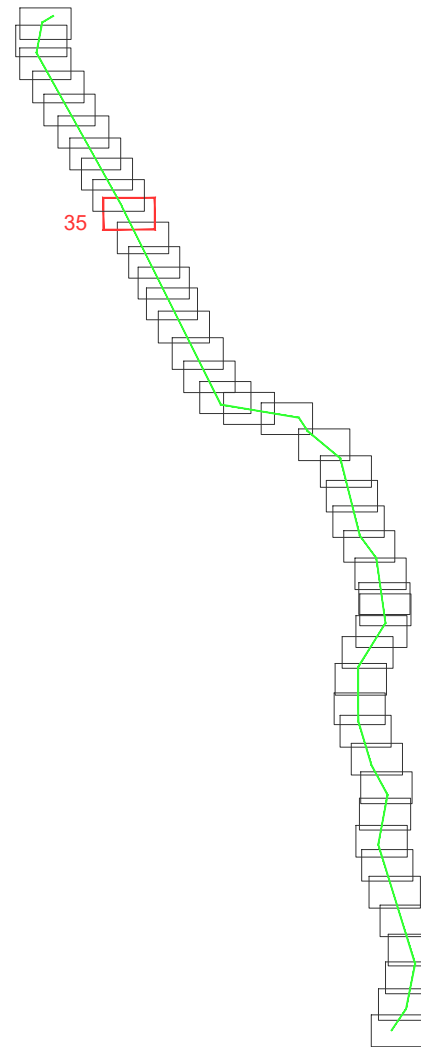



Escala:  	1/2.000
Revisión:	00
Hoja:	04.33
Siguiente:	04.34
Código: FE-20000033	



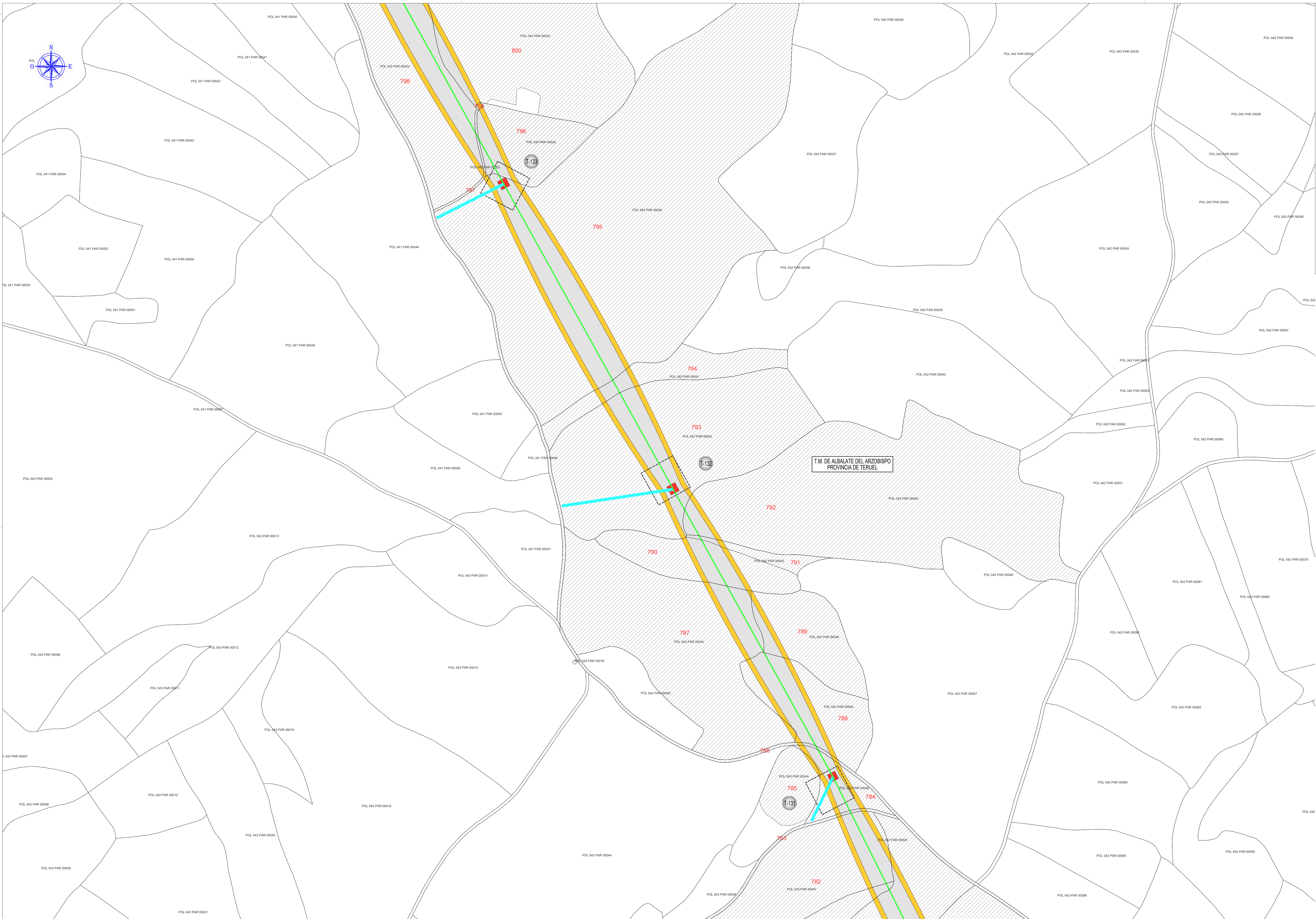
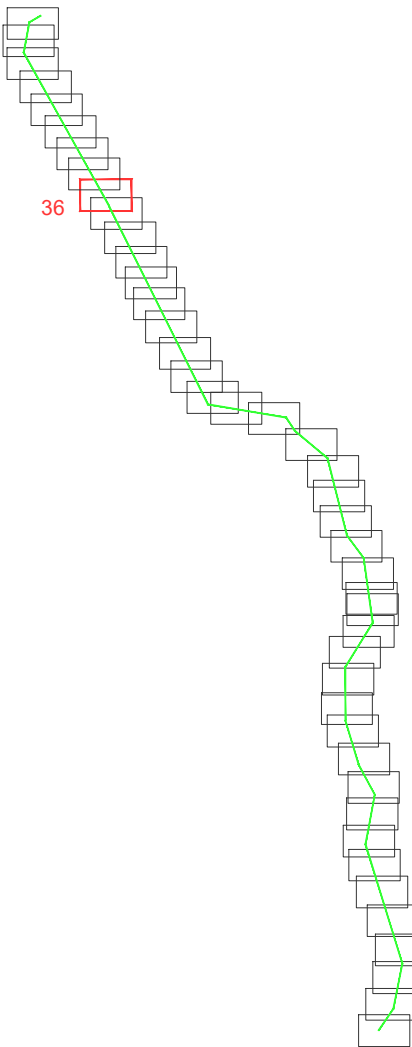
LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas



	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARA		Escala: 1/2.000 
	PLANO CATASTRAL		Revisión: 00
			Hoja: 04.34
			Siguiente: 04.35
			Código: FE-20000033
Fecha: Nombre:			
Dibujado: 04/2021 DMS			
Comprobado: 04/2021 JAS			
Aprobado: 04/2021 RFB			

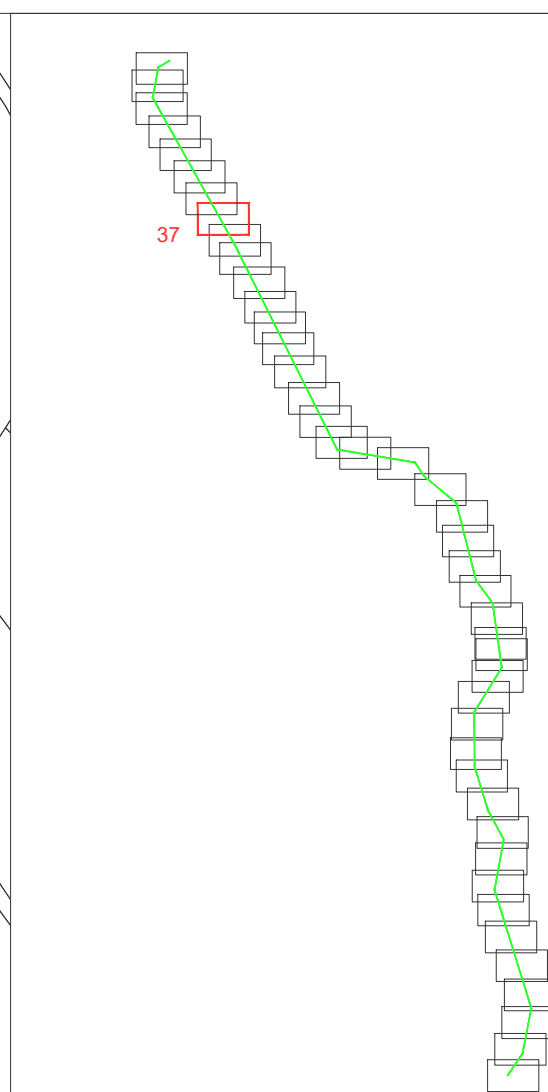







LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion PERMANENTE
	Ocupacion TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS

	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA		Escala: 1/2.000 
	Fecha:	Nombre:	Revisión: 00 
	Dibujado: 04/2021	DMS	Hoja: 04.35 Siguiente: 04.36
	Comprobado: 04/2021	JAS	Código: FE-20000033
Aprobado: 04/2021	RFB	PLANO CATASTRAL	



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

Escola: _____

Revisi6n:	00
-----------	----

Siguiente:	04.38
------------	-------

Código: FE-20000033

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

17






	Fecha:	Nombre:

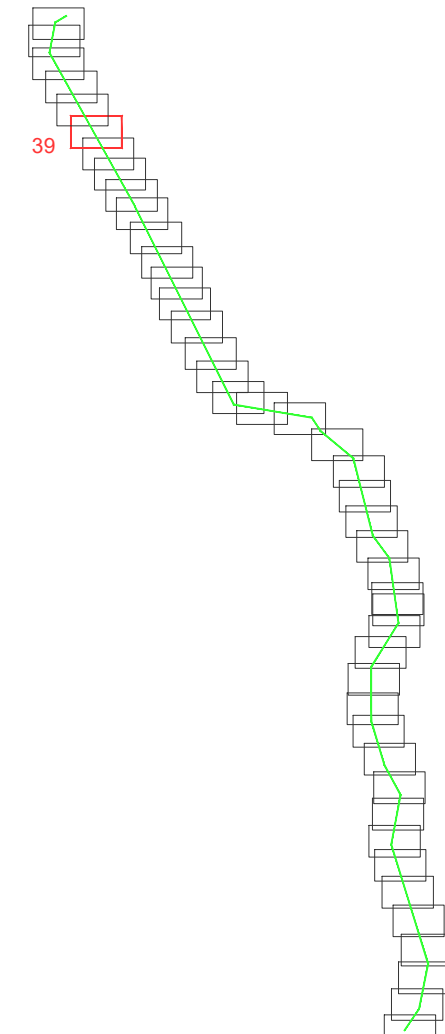
Dibujado:	04/2021	DMS
-----------	---------	-----




Comprobado:	04/2021	JAS
-------------	---------	-----

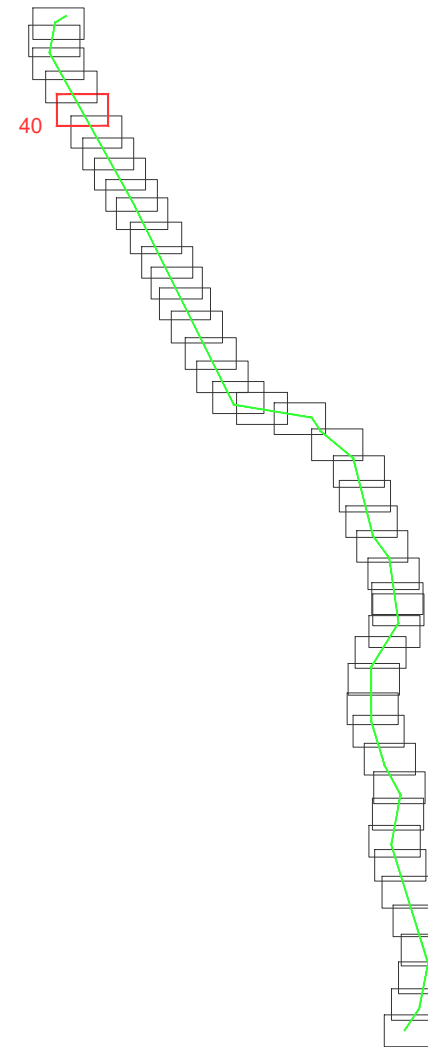
Aprobado:	04/2021	RFB
-----------	---------	-----





LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion PERMANENTE
	Ocupacion TEMPORAL
	PARCELAS AFECTADAS



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

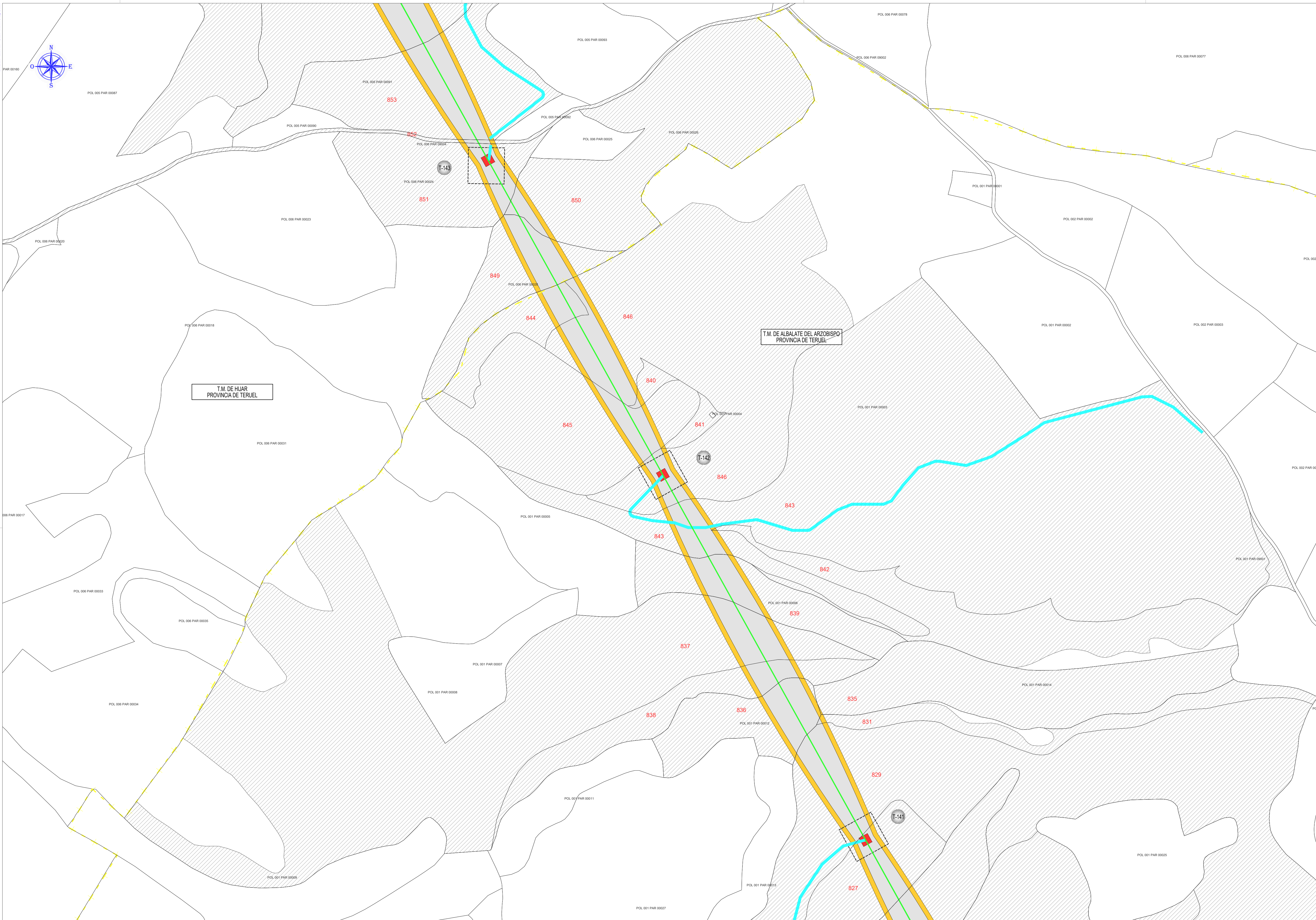
MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA






PLANO CATASTRAL

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

Escala:		1/2.000
Revisión:		00
Hoja:		04.40
Siguiente:		04.41
Código: FE-20000033		

 R_2



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

 **FEMTAB**
Grupo **Sisener** Ingenieros

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

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

ON FERNANDEZ DE BORDONS
ERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

	Fecha:	Nombre:

Dibujado:	04/2021	DMS
Comprobado:	04/2021	JAS

Comprobado:	04/2021	SMS
Aprobado:	04/2021	RER

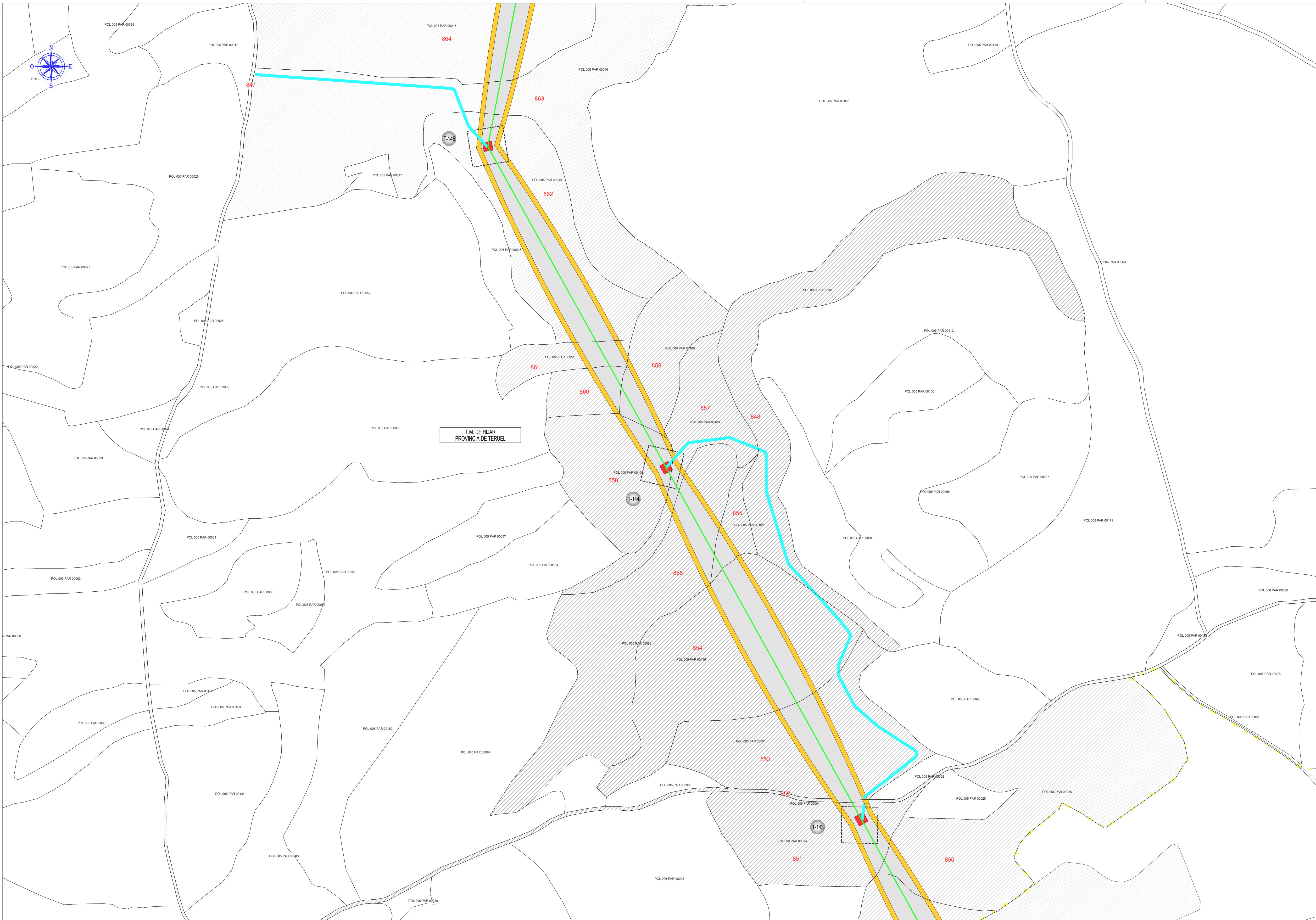
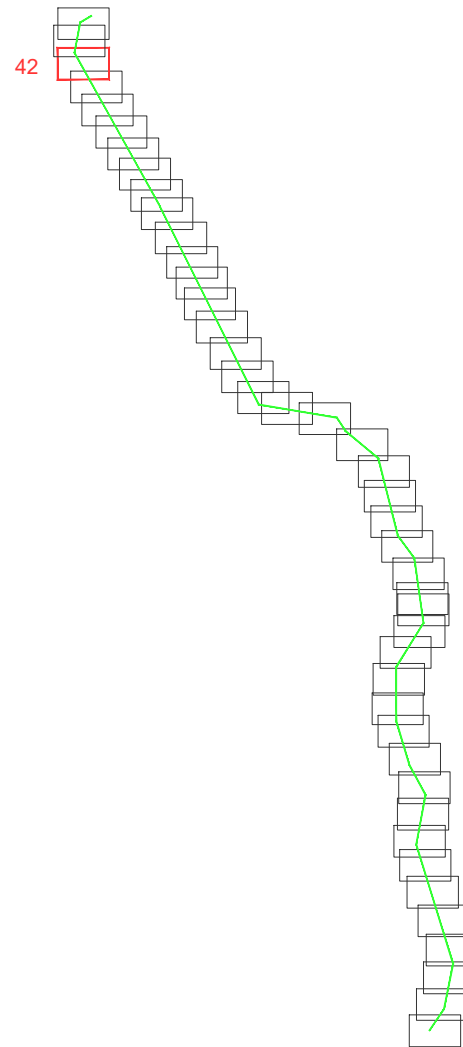
Escala:





Revisi6n:	00
-----------	----

Siguiente:	04.42
------------	-------

Código:	
---------	--

FE-20000033



LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARA

PLANO CATASTRAL

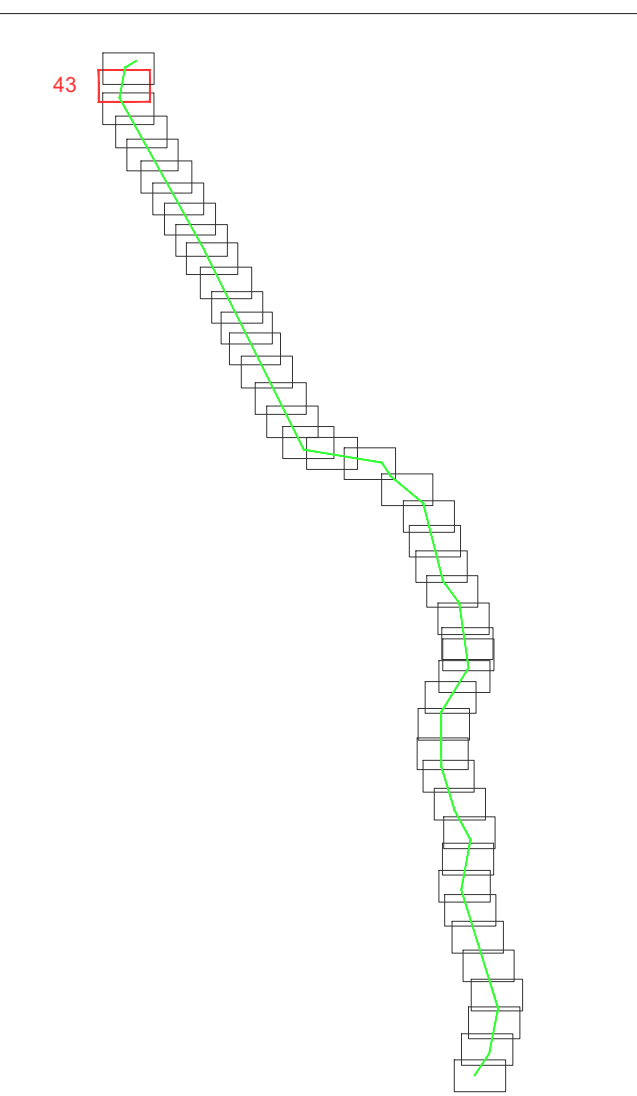
Escala:








Revisión:	00
-----------	----



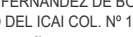
Siguiente:	04.43
------------	-------

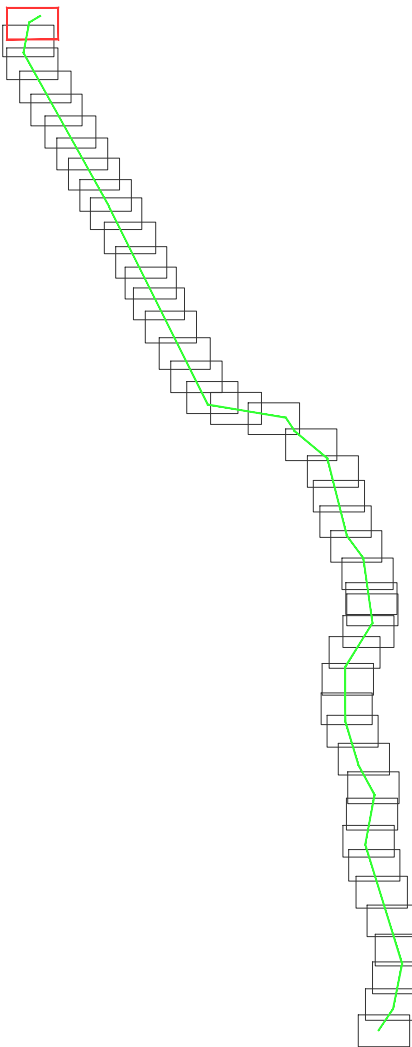
Código: FE-20000033

 R_3

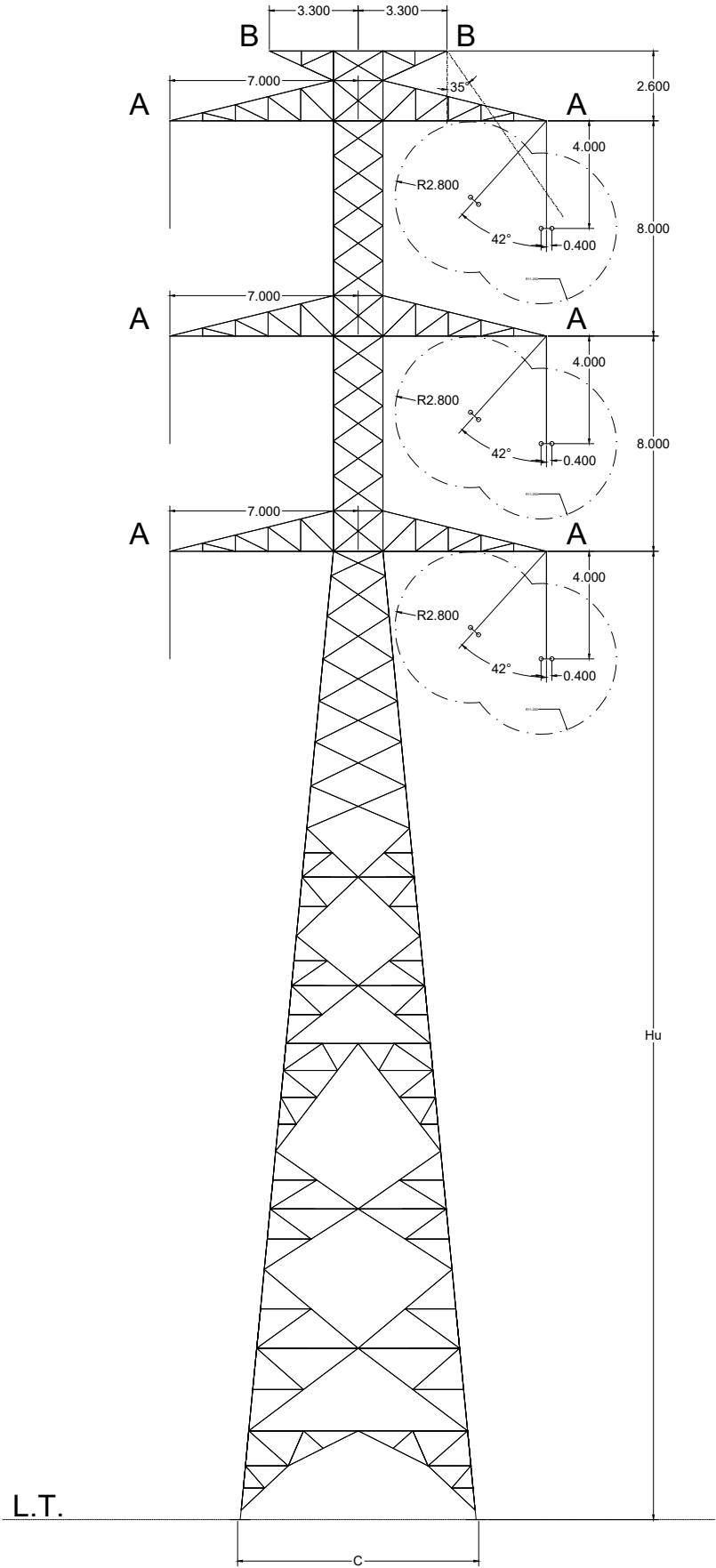


LEYENDA	
	CAMINOS ACCESO NUEVOS
	CAMINOS EXISTENTE NO CATASTRAL
	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD
	LINEA DE TRAZA
	VUELO CONDUCTOR
	Ocupacion Permanente
	Ocupacion Temporal
	Parcelas afectadas

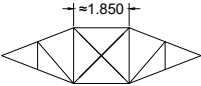
	MODIFICACION PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CAMARA		Escuela: 1/2.000 
			Revisión: 00
			Hoja: 04.43
			Sigilo: 04.44
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS INGENIERO DEL ICA COL. N° 1813/1024 	Fecha: _____ Nombre: _____	PLANO CATASTRAL Código: FE-20000033	
	Dibujado: 04/2021 DMS		
	Comprobado: 04/2021 JAS		
	Aprobado: 04/2021 RFB		



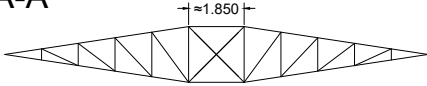
Escala:		1/2.000
Revisi3n:		00
Hoja:		04.44
Siguiente:		—
C3digo:		
FE-20000033		



VISTA B-B



VISTA A-A



IME-SUS-400-DC		
Denominación Torre	Hu (m)	Separación entre centro de Cimentaciones "C" (m)
IME-SUS-DC-400-24	24	6.736
IME-SUS-DC-400-27	27	7.315
IME-SUS-DC-400-30	30	7.903
IME-SUS-DC-400-33	33	8.482
IME-SUS-DC-400-36	36	9.061
IME-SUS-DC-400-39	39	9.639



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 05.01

Siguiente: 05.02



Código: FE-20000033

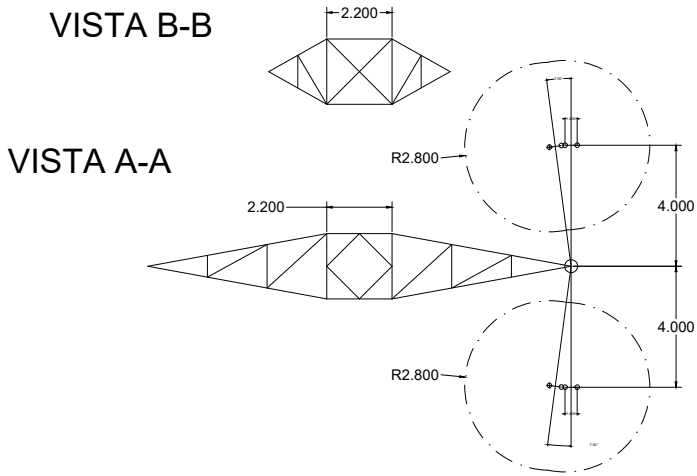
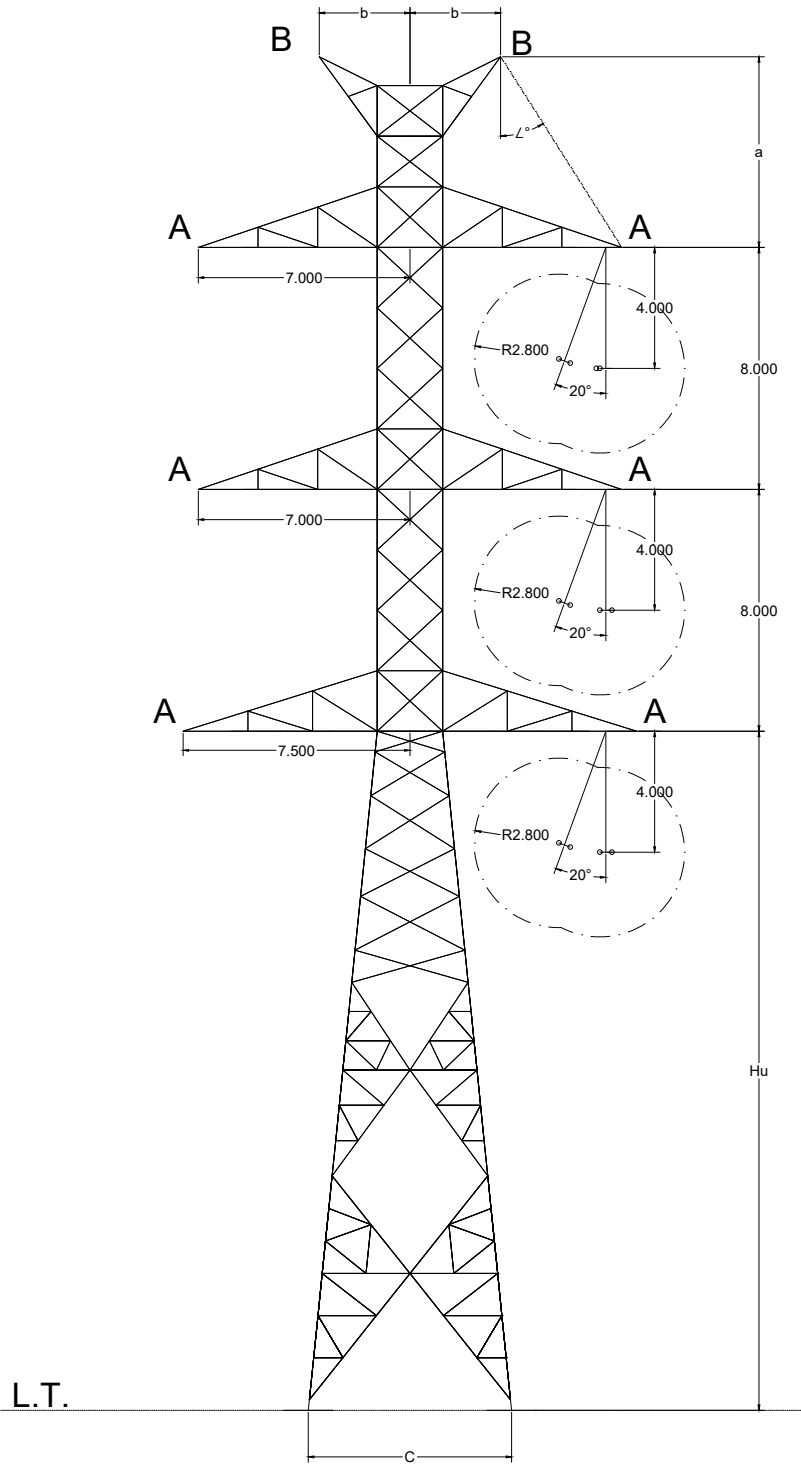
D. RAMON FERNANDEZ DE BORDONS
INGENIERO DEL ICAI COL. N° 1813/1024

RFB

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

APOYO TIPO IME-SUS-DC-400

<div></div>			MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS		Escala: S/E	
						
			APOYO TIPO IME-AN-DC-400		Revisión:	00
					Hoja:	05.02
	Fecha:	Nombre:			Siguiente:	05.03
Dibujado:	04/2021	BCP				
Comprobado:	04/2021	JAS				
Aprobado:	04/2021	RFB				
					Código:	FE-20000033



IME-AN-II-DC-400			
Configuración	a (m)	b (m)	∠
IME-AN-IIa-DC-400	6.3	3	32.41°
IME-AN-IIb-DC-400	8	4	20.55°

IME-AN-II-DC-400		
Denominación Torre	Hu (m)	Separación entre centro de Cimentaciones "C" (m)
IME-AN-II-DC-400-21	21	6.730
IME-AN-II-DC-400-24	24	7.342
IME-AN-II-DC-400-27	27	7.952
IME-AN-II-DC-400-30	30	8.564
IME-AN-II-DC-400-33	33	9.176
IME-AN-II-DC-400-36	36	9.787
IME-AN-II-DC-400-42	42	11.010
IME-AN-II-DC-400-45	45	11.622
IME-AN-II-DC-400-55	55	13.661



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 05.03

Siguiente: 05.04

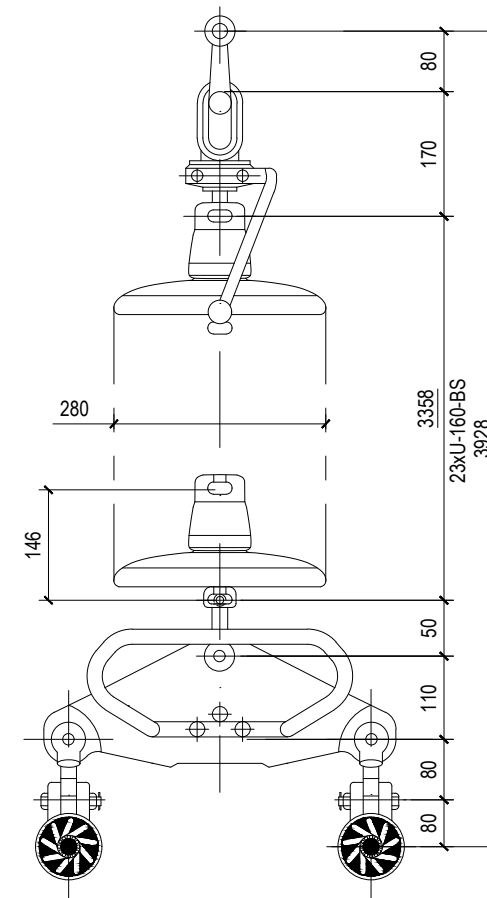
Código: FE-20000033

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

RF3

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

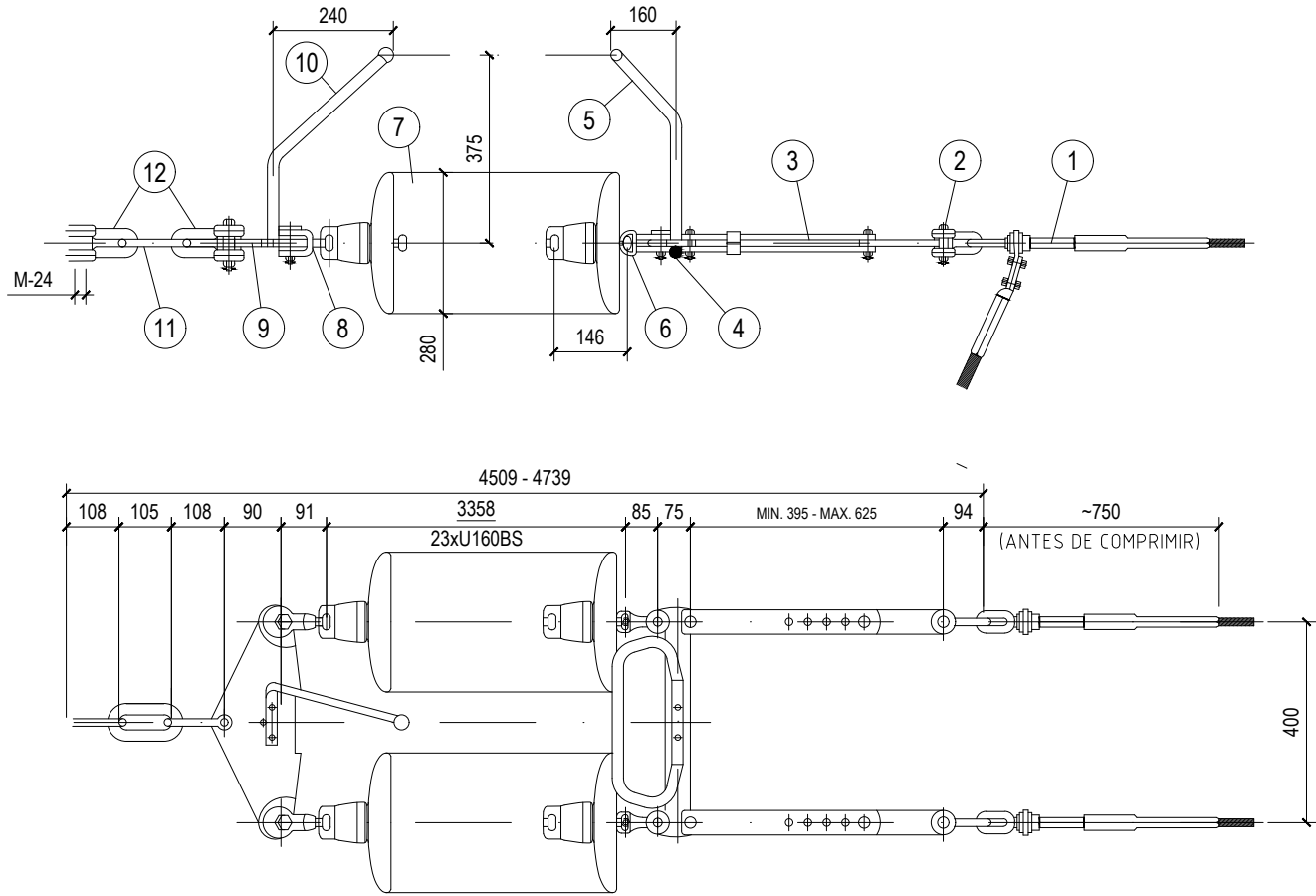
APOYO TIPO IME-AN2-DC-400



POS.	CODIGO	DENOMINACION	Peso u.(kg)	CANT.
1	GAS-7/28	GRAPA SUSPENSION ARMADA PARA CABLE LA-455 (ARRUTI)	6,82	2
2	HR-16/16	HORQUILLA REVIRADA (ARRUTI)	0,73	2
3	RI-37/16	DESCARGADOR SUSPENSION DUPLEX INFERIOR (ARRUTI)	3,19	1
4	Y-16/400-14	YUGO TRIANGULAR SUSPENSION (ARRUTI)	4,98	1
5	RH-16	ROTULA HORQUILLA (ARRUTI)	0,76	1
6	U-160-BS	AISLADOR VIDRIO U-160-BS (SGD)	5,90	23
7	DC-35/19	DESCARGADOR SUSPENSION SUPERIOR 220 kV (ARRUTI)	1,02	2
8	AB-20P	ANILLA BOLA PARA PROTECCION (ARRUTI)	1,17	1
9	GN-20	GRILLETE NORMAL RECTO (ARRUTI)	1,02	1

CADENA DE SUSPENSION 400 LA-455 DUPLEX

RF



PESO APROXIMADO: 320,79 kg
CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 32.000 daN
CARGA ROTURA MINIMA GRAPA: 16.000 daN
TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL BAJO LLUVIA: 790 kV
TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO 1,2/50 µs: 1.710 kV
LINEA DE FUGA: 8.740 mm

POS.	CODIGO	DENOMINACION	Peso u.(kg)	CANT.
1	CONDOR-E	GRAPA AMARRE COMPRESION CABLE LA-455 TIPO E (ARRUTI)	2,00	2
2	GN-20	GRILLETE NORMAL RECTO (ARRUTI)	1,02	2
3	T-2	TENSOR DE CORREDERA (ARRUTI)	5,82	2
4	YL-3	YUGO SEPARADOR (ARRUTI)	6,01	1
5	RA-37/16	DESCARGADOR AMARRE DUPLEX INFERIOR 220 kV (ARRUTI)	3,19	2
6	RH-24	ROTULA HORQUILLA CORTA (ARRUTI)	2,36	2
7	U-160-BS	AISLADOR VIDRIO U-160-BS (SGD)	5,90	46
8	HBP-20	HORQUILLA BOLA (ARRUTI)	0,93	2
9	Y-20/400-22	YUGO TRIANGULAR AMARRE (ARRUTI)	8,16	1
10	DI-37/24	DESCARGADOR AMARRE SUPERIOR 220 kV (ARRUTI)	1,19	1
11	ES-36	ESLABON CADENA AISLADORES (ARRUTI)	0,83	1
12	GN-36	GRILLETE NORMAL RECTO (ARRUTI)	1,82	2

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

RFB

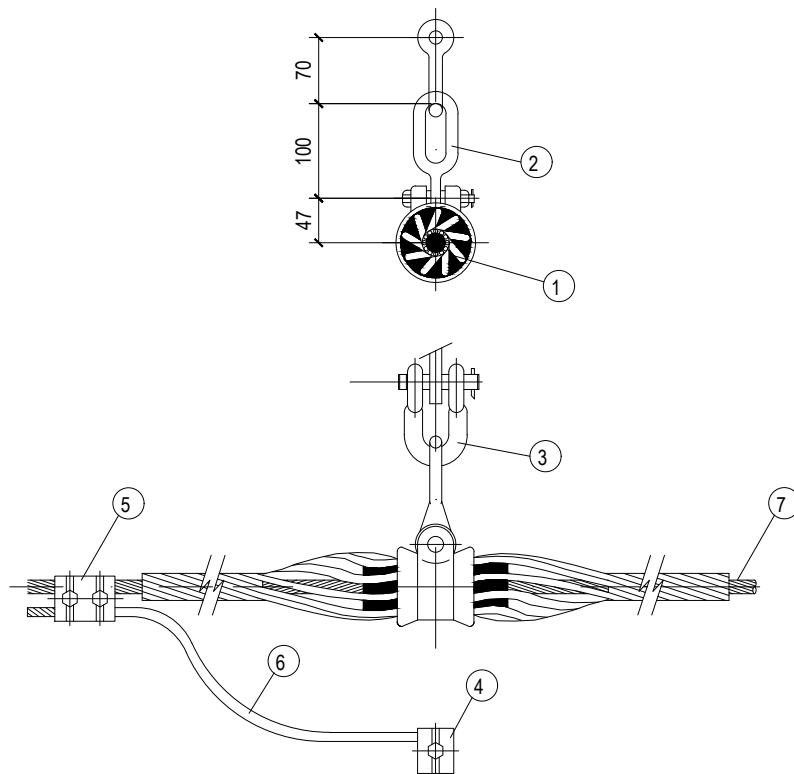
 **FEMTAB**
Grupo Sisener Ingenieros

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

CADENA DE AMARRE 400 LA-455 DUPLEX

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	06.02
Siguiente:	06.03
Código:	FE-20000033



PESO APROXIMADO: 4,3 kg
CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN
CARGA ROTURA MINIMA GRAPA: 7.000 daN

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	S90216	GRAPA GSA PARA CABLE F.O. 13,0/16,0 mm	1
2	2129	ESLABON REVIRADO ER-16	1
3	N-241030	GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA	1
4	230013/2	GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO	1
5	259111	GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO	1
6	--	CABLE AL-AC LA-56	1 m
7	--	CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 24 F	-

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

RFB

FEMTAB
Grupo Sisener Ingenieros

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

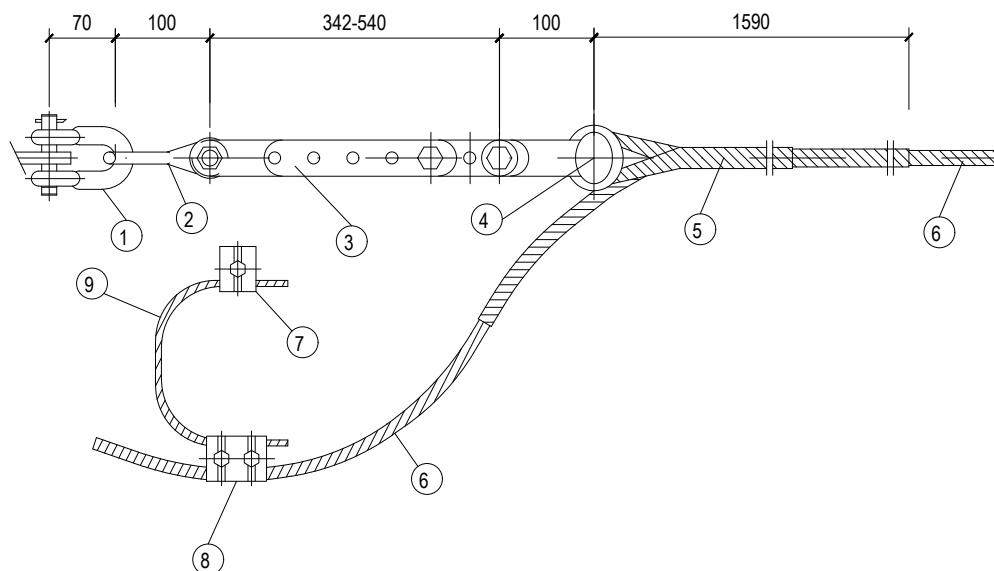
Hoja: 06.03

Siguiente: 06.04

Código:
FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

CONJUNTO DE SUSPENSION OPGW-24



PESO APROXIMADO: 9,3 kg
 CARGA ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN
 CARGA ROTURA MINIMA DEL PREFORMADO: 90% CARGA ROTURA CABLE OPGW

POS.	CODIGO	DENOMINACION	CANT.
1	N-241030	GRILLETE NORMAL RECTO GN-16 UNESA	1
2	2129	ESLABON REVIRADO ER-16	1
3	249026	TENSOR CORREDERA TC-16	1
4	SW1121	HORQUILLA GUARDACABOS HC-16	1
5	--	RETENCION PREF. AMARRE CABLE OPGW 13,0/16,0 mm	1
6	--	CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 24 F	-
7	230013/2	GRAPA CONEXION SENCILLA PARA CABLE ALUMINIO	1
8	259111	GRAPA CONEXION UNIVERSAL PARALELA CABLE ALUMINIO	1
9	--	CABLE AL-AC LA-56	1m

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

RFB



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
 PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

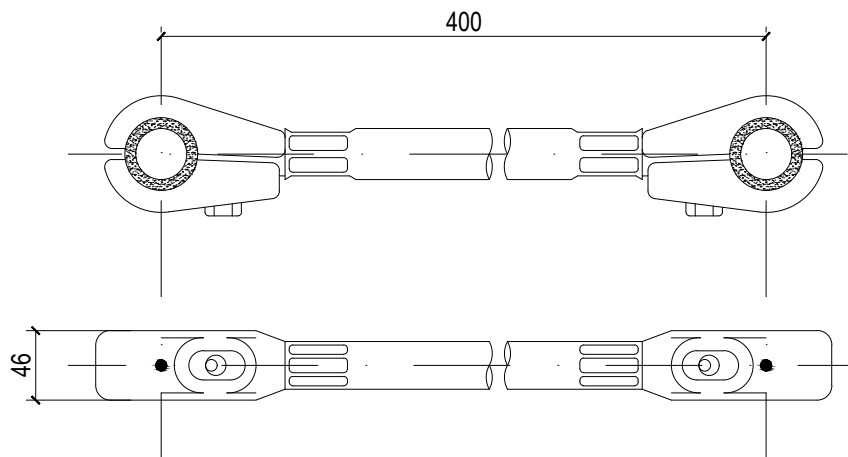
Hoja: 06.04

Siguiente: -

Código: FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

CONJUNTO DE AMARRE OPGW-24



CODIGO	DENOMINACION	PAR	CANT.	Peso
E42430	SEPARADOR DUPLEX LA-455	50 kgm	1/50 m	1,560 Kg

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

RFB


Grupo Sisener Ingenieros

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

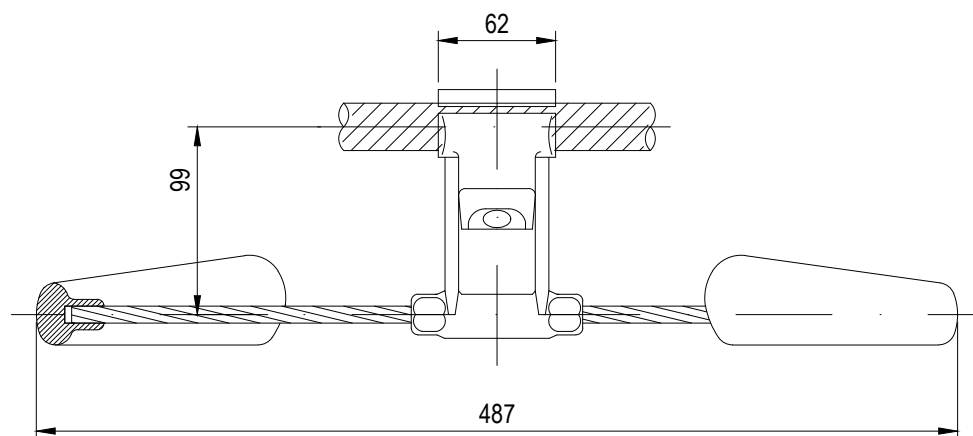
Hoja: 07

Siguiente: —

Código:
FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

SEPARADOR DUPLEX LA-455



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

RFB

FEMTAB
Grupo Sisener Ingenieros

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 08.01

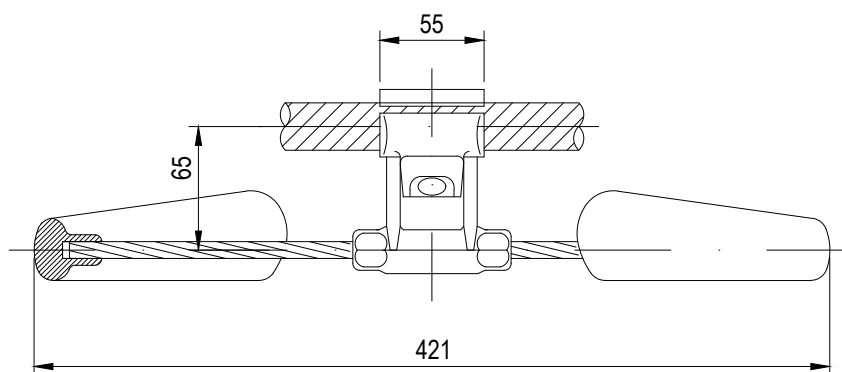
Siguiente: 08.02

Código: FE-20000033

FORMATO ORIGINAL DIN-A4

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

AMORTIGUADOR Stockbridge LA-455



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

RFB

FEMTAB
Grupo Sisener Ingenieros

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

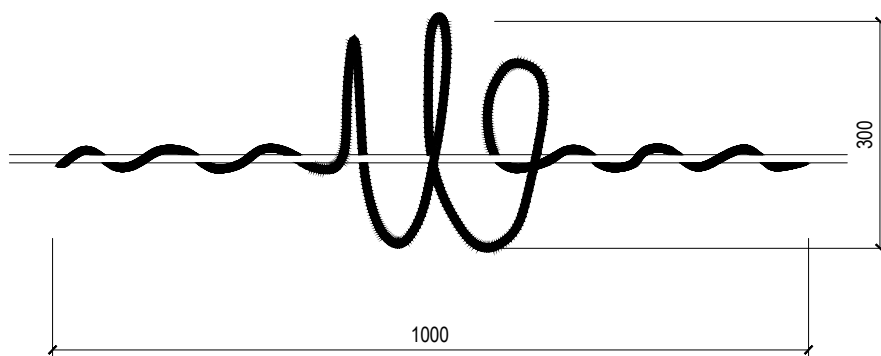
Hoja: 08.02

Siguiente: —

Código:
FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

AMORTIGUADOR Stockbridge OPGW-24



NOTAS:

- EL COLOR DE LA ESPIRAL SERÁ NARANJA O BLANCO.

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

RFB



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

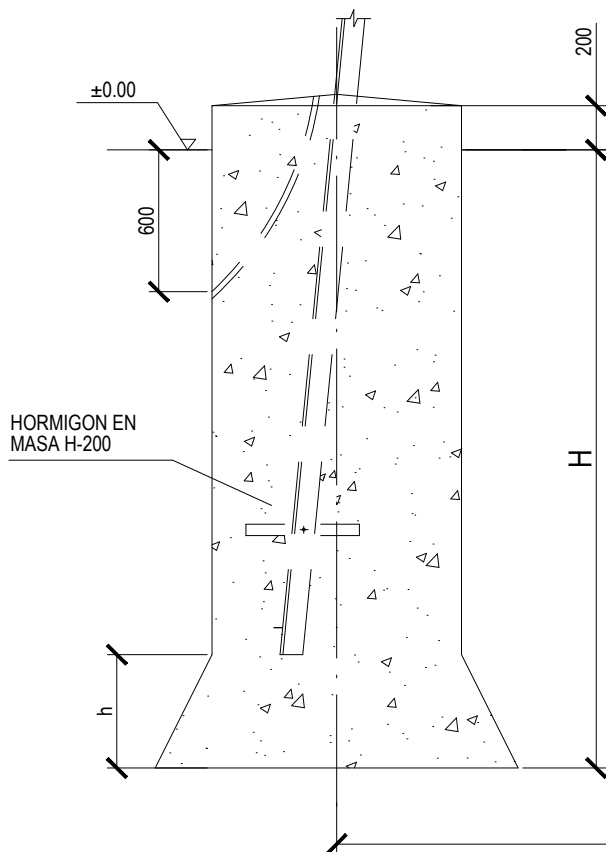
Hoja: 09

Siguiente: -

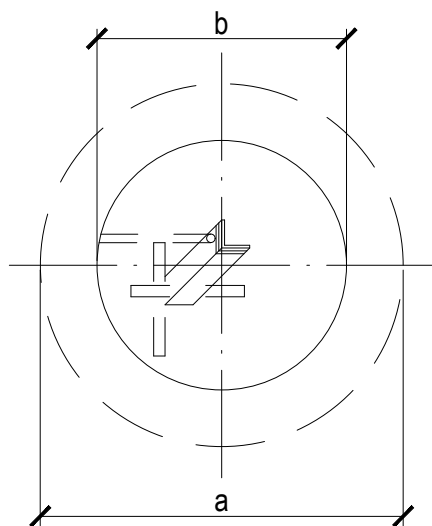
Código:
FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

DISPOSITIVO SALVAPAJAROS



ALZADO



PLANTA

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

RFB



MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

Escala: S/E

Revisión: 00

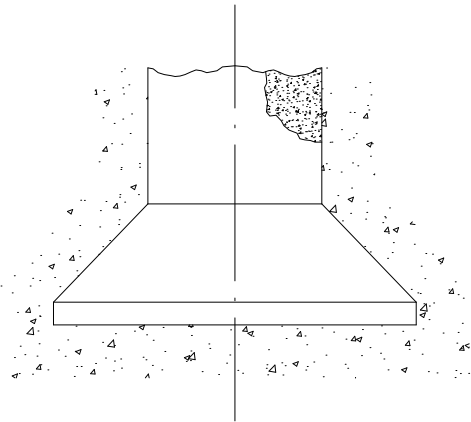
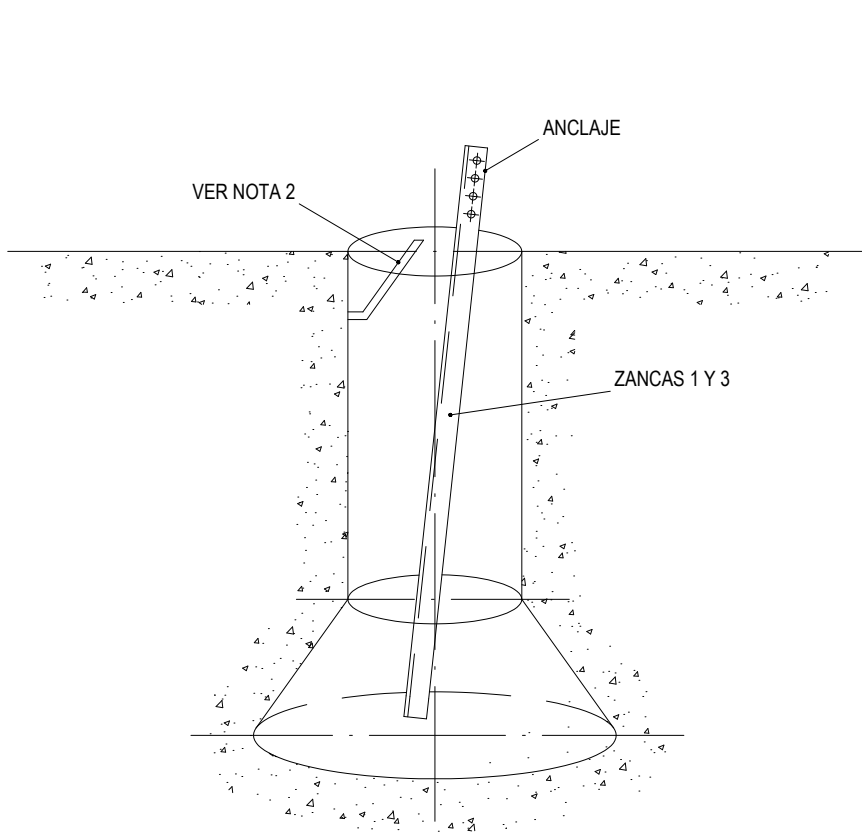
Hoja: 10

Siguiente: —

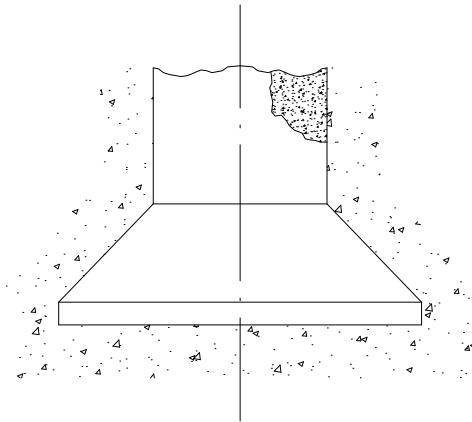
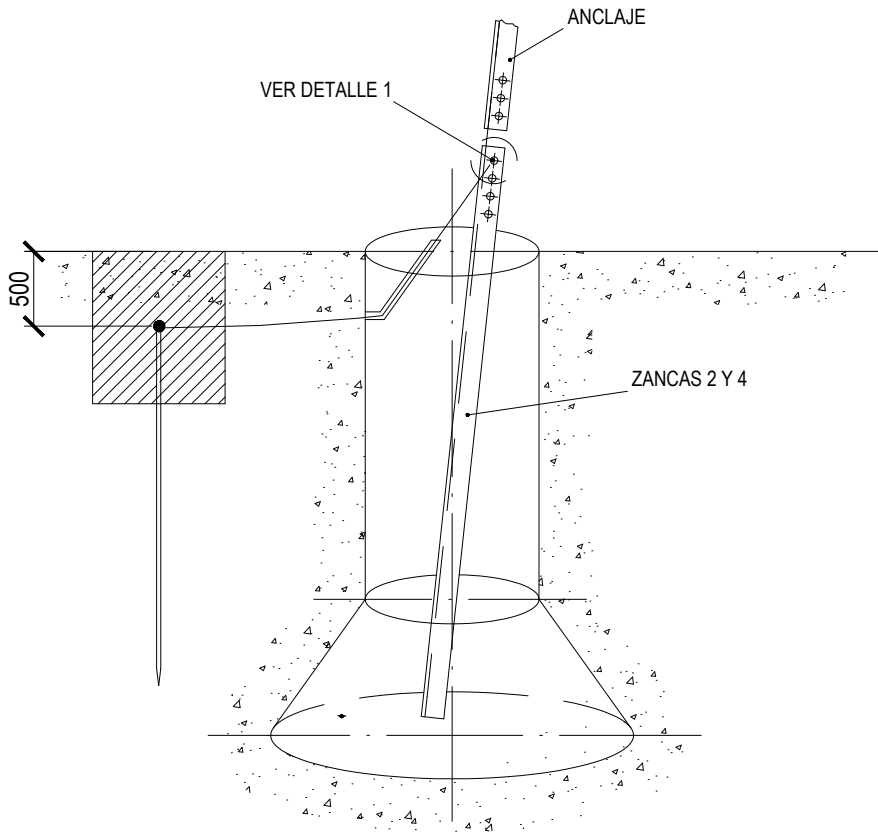
Código:
FE-20000033

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

CIMENTACIONES TIPO

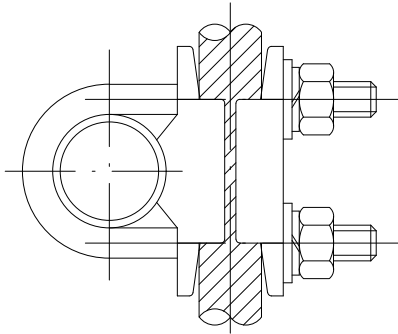
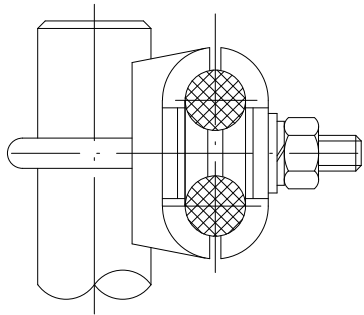


MACIZOS 1 Y 3
SIN ESCALA



MACIZOS 2 Y 4
SIN ESCALA

APOYO DE CUATRO MACIZOS



DETALLE 1
SIN ESCALA

NOTAS

- 1.- LLEVARAN PUESTA A TIERRA EN DOS MACIZOS EN PATAS DIAMETRALMENTE OPUESTAS
- 2.- DOS MACIZOS LLEVARAN EMBEBIDO UN TUBO CORRUGADO DE PVC S/N UNE-EN 50086 DE Ø36 PARA POSIBLE MEJORA DE PUESTA A TIERRA.
- 3.- COMO LINEA DE TIERRA SE EMPLEARA CABLE DE COBRE Cu-50.
- 4.- COMO ELECTRODOS DE DIFUSION VERTICAL SE EMPLEARAN DOS PICAS CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE DE 300, COMO MINIMO, DE 2m DE LONGITUD Y 18mm DE Ø, SITUADA EN MACIZOS DIAMETRALMENTE OPUESTOS.

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

RFB

 **FEMTAB**
Grupo Sisener Ingenieros

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	04/2021	BCP
Comprobado:	04/2021	JAS
Aprobado:	04/2021	RFB

MODIFICACIÓN PROYECTO DE LAAT 400KV DC EVACUACIÓN
PE DE SET EJULVE A SET CÁMARAS

APOYO METALICO DE CELOSIA 4 MACIZOS
PUESTA A TIERRA CON PICAS

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	11
Siguiente:	—
Código:	FE-20000033

4. PRESUPUESTO

4.1. Presupuesto General

Para la realización del Presupuesto se ha tenido en cuenta únicamente **el tendido de un solo circuito**, junto con el resto de elementos y aparamenta que suponen su instalación.

4.1.1. Suministro

DESCRIPCION	UDS.	UNITARIO	TOTAL
APOYOS			
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	1	21.838,60	21.838,60
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	2	23.073,96	46.147,92
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	9	24.245,47	218.209,23
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	16	25.499,88	407.998,08
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	16	27.182,12	434.913,92
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	10	28.596,68	285.966,80
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 36 METROS	4	29.554,20	118.216,80
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	3	23.779,00	71.337,00
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	1	25.014,36	25.014,36
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	2	26.185,87	52.371,74
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	4	27.440,28	109.761,12
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	1	29.122,52	29.122,52
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	1	30.537,08	30.537,08
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 36 METROS	2	31.494,60	62.989,20
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 40 METROS	1	33.069,33	33.069,33
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 55 METROS	1	36.376,26	36.376,26
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	1	24.134,74	24.134,74
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	4	25.370,10	101.480,40
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	3	26.541,61	79.624,83
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	1	27.796,02	27.796,02
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	5	29.478,26	147.391,30
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	2	30.892,82	61.785,64
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-FL1-DC-400 DE ALTURA 25 METROS	1	30.240,49	30.240,49
SEÑAL TRIANGULAR DE RIESGO ELECTRICO GT-21	91	1,37	124,67
CONDUCTORES Y CABLES			
M. TENDIDO DE LINEA LA 455 (CONDOR)	223080	4,27	952.551,60
M. TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 24 FIBRAS	74360	6,06	450.621,60
AISLADORES, HERRAJES, PUESTAS A TIERRA Y ACCESORIOS			
CADENA DE SUSPENSIÓN LA-455 DUPLEX 400KV	243	591,37	143.702,91
CADENA DE AMARRE CON GRAPA LA-455 DUPLEX 400KV	198	1.137,59	225.242,82
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 24	116	65,13	7.555,08
CONJUNTO DE AMARRE CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 24	132	138,46	18.276,72
CAJA DE EMPALME CABLE FIBRA OPTICA (OPGW-24)	18	510,86	9.195,48
MEDIDAS REFLECTOMÉTRICAS PARA CABLE FIBRA ÓPTICA OPGW-24	1	30,00	30,00

DESCRIPCION	UDS.	UNITARIO	TOTAL
ANTIVIBRADOR STOCKBRIDGE	1150	30,12	34.638,00
UD. SALVAPAJAROS ESPIRAL 1x0,3METROS	14872	5,52	82.093,44
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	91	96,23	1.539,68
TOTAL SUMINISTRO MATERIALES			4.381.895,38

4.1.2. Montaje

DESCRIPCION	UDS.	UNITARIO	TOTAL
APOYOS			
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	1	12.420,10	12.420,10
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	2	13.269,41	26.538,82
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	9	14.074,83	126.673,47
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	16	14.937,23	238.995,68
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	16	16.093,77	257.500,32
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	10	17.066,28	170.662,80
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-SUS-DC-400 DE ALTURA 36 METROS	4	17.724,58	70.898,32
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	3	13.436,50	40.309,50
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	1	14.285,81	14.285,81
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	2	15.091,23	30.182,46
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	4	15.953,63	63.814,52
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	1	17.110,17	17.110,17
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	1	18.082,68	18.082,68
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 36 METROS	2	18.740,98	37.481,96
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 40 METROS	1	19.678,03	19.678,03
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN-DC-400 DE ALTURA 55 METROS	1	21.645,83	21.645,83
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 18 METROS	1	13.529,67	13.529,67
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 21 METROS	4	14.378,98	57.515,92
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 24 METROS	3	15.184,40	45.553,20
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 27 METROS	1	16.046,80	16.046,80
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 30 METROS	5	17.203,34	86.016,70
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-AN2-DC-400 DE ALTURA 33 METROS	2	18.175,85	36.351,70
APOYO METÁLICO DE CELOSIA TIPO IME-FL1-DC-400 DE ALTURA 25 METROS	1	17.442,04	17.442,04
SEÑAL TRIANGULAR DE RIESGO ELECTRICO GT-21	91	5,26	478,66
CONDUCTORES Y CABLES			
M. TENDIDO DE LINEA LA 455 (CONDOR)	223080	4,00	892.320,00
M. TENDIDO CABLE FIBRA OPTICA OPGW 24 FIBRAS	74360	1,55	115.258,00
AISLADORES, HERRAJES, PUESTAS A TIERRA Y ACCESORIOS			
CADENA DE SUSPENSIÓN LA-455 DUPLEX 400KV	243	354,82	86.221,75
CADENA DE AMARRE CON GRAPA LA-455 DUPLEX 400KV	198	682,55	135.145,69
CONJUNTO DE SUSPENSIÓN CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 24	116	39,08	4.533,28
CONJUNTO DE AMARRE CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 24	132	83,08	10.966,56
CAJA DE EMPALME CABLE FIBRA OPTICA (OPGW-24)	18	828,55	14.913,90
MEDIDAS REFLECTOMÉTRICAS PARA CABLE FIBRA ÓPTICA OPGW-24	1	910,00	910,00
ANTIVIBRADOR STOCKBRIDGE	1150	19,55	22.482,50
UD. SALVAPAJAROS ESPIRAL 1x0,3METROS	14872	11,46	170.433,12
PUESTA A TIERRA DOBLE PARA APOYO CELOSIA 4 MACIZOS	91	89,18	1.539,68
TOTAL MONTAJE MATERIALES			2.893.939,64

4.1.3. Obra Civil

DESCRIPCION	UDS.	UNITARIO	TOTAL
M³ EXCAVACION CIMENTACION EN TODO TIPO DE TERRENO	2.355,45	96,41	227.088,93
M³ EXCAVACION EXPLANACION ACCESOS EN TODO TIPO DE TERRENO	400,43	96,41	38.605,46
M³ HORMIGON H-200 CIMENTACION APOYO	2.482,28	176,85	438.991,22
TOTAL OBRA CIVIL			704.685,61

4.1.4. Resumen presupuesto

SUMINISTRO MATERIALES	4.381.895,38
MONTAJE MATERIALES	2.893.939,64
OBRA CIVIL	704.685,61
TOTAL PRESUPUESTO	7.980.520,63

ASCIENDE EL PRESUPUESTO A SIETE MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA MIL QUINIENTOS VEINTE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Madrid, Abril de 2021



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