

SEPARATA DEL PROYECTO

**L.66KV S/C A/S CARMONA-VISO.
CAMBIO DE CONDUCTOR TRAMO
AÉREO DESDE S.E.T. CARMONA
HASTA APOYO Nº41 DE
CONVERSIÓN A/S**

VÍAS PECUARIAS

Nº Reg. Entrada: 202299904184814. Fecha/Hora: 26/04/2022 15:46:39

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 1/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

ORGANISMO AFECTADO

La presente separata va dirigida a Vías Pecuarias con domicilio social en Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 Sevilla.

Teléfono: 955 00 34 00

El trazado de línea que afecta a dicho organismo puede verse en los planos adjuntos.

Nº Reg. Entrada: 202299904184814. Fecha/Hora: 26/04/2022 15:46:39

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 2/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1 – MEMORIA

Anexo I: Cálculos aéreos

DOCUMENTO 2 – PLANOS

Nº Reg. Entrada: 202299904184814. Fecha/Hora: 26/04/2022 15:46:39

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 3/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

PROYECTO DE EJECUCIÓN
CAMBIO DE CONDUCTOR DE LA
LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA
TENSIÓN 66KV SIMPLE
CIRCUITO "CARMONA-EL VISO"

CÓDIGO: SX.

EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE
CARMONA Y EL VISO DEL ALCOR
(PROVINCIA DE SEVILLA)

Sevilla, febrero de 2022

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 4/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

PROYECTO DE EJECUCIÓN

**CAMBIO DE CONDUCTOR DE LA
LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN
66KV SIMPLE CIRCUITO "CARMONA-
EL VISO"**

DOCUMENTO 1:

MEMORIA

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 5/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

ÍNDICE DOCUMENTO Nº1 - MEMORIA

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	3
2 EMPRESA QUE REALIZA EL PROYECTO Y TITULAR DE LA PETICIÓN	6
3 ACTIVIDADES PREVIAS AL PROYECTO	7
3.1 ACTIVIDAD REGLAMENTARIA	7
3.2 ACTIVIDAD AMBIENTAL.....	7
3.3 ACTIVIDAD URBANISTICA	8
4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE	10
5 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	12
5.1 ESQUEMA	12
5.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	12
6 AFECCIONES A ENTIDADES Y ORGANISMOS	17
7 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	22
7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	22
7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	24
7.2.1 Apoyos	24
7.2.1.1 Protección de superficies de los apoyos	24
7.2.1.2 Dimensiones de los apoyos	25
7.2.2 Conductores	26
7.2.3 Cable de tierra.....	26
7.2.4 Aislamiento.....	27
7.2.5 Herrajes.....	28
7.2.5.1 Herrajes para el conductor	29
7.2.5.2 Herrajes para el cable de tierra	31
7.2.6 Empalmes para el conductor y cable de tierra	33
7.2.7 Accesorios.....	34
7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL AEREA	36
7.3.1 Cimentaciones para los apoyos	36
7.3.1.1 Cimentación tipo monobloque	36
7.3.2 Tomas de tierra de los apoyos	36
7.3.2.1 Clasificación de los apoyos según su ubicación	36
7.3.2.2 Sistemas de Puesta a Tierra	39
8 SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA	42
9 PLAZO DE PUESTA EN MARCHA.....	43
10 CONCLUSIONES	44

1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

En virtud de lo dispuesto en los artículos 9 y 39 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, modificada por la Ley 17/2007, de 4 de julio, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L.U. (en adelante Edistribución) como gestor de redes de distribución de la zona, tiene la función de distribuir energía eléctrica, así como construir, mantener y operar las instalaciones de distribución destinadas a situar la energía en los puntos de consumo.

En cumplimiento de sus atribuciones, Edistribución ha proyectado el cambio de conductor de la línea eléctrica de alta tensión existente 66 kV Simple Circuito "Carmona-El Viso", cuya finalidad es aumentar la capacidad de transporte de la línea existente, motivado por el crecimiento de la demanda de energía eléctrica de la zona y la necesidad de asegurar los índices de calidad y fiabilidad de la red eléctrica en su conjunto. La modificación proyectada sobre la línea tiene por objeto la sustitución del conductor actual tipo LA-180 por conductor de aleación de aluminio tipo D-280 en la totalidad de su recorrido

El objeto de este proyecto es el estudio, descripción y valoración para su posterior ejecución de la modificación de la línea anteriormente mencionada.

Asimismo, el presente documento servirá de base para la tramitación oficial de la Autorización Administrativa, Aprobación de Proyecto de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar.

Se indican a continuación las referencias de los expedientes existentes en industria y las actas de puesta en marcha de la línea original:

LAT66kV S/C "Carmona – El Viso"	
INFORMACIÓN	FECHA/REFERENCIA
Expediente en industria	105.242/1573
R.A.T.	11660
Acta Puesta en Servicio	02/04/1975

Modificación LAT 66kV S/C "Carmona – El Viso" Instalación cable de fibra	
INFORMACIÓN	FECHA/REFERENCIA
Expediente en industria	226153
R.A.T.	11660
Acta Puesta en Servicio	29/09/2003

Variante subterránea LAT 66kV S/C "Carmona – El Viso" entre el apoyo nº40 y la Subestación "Viso"	
INFORMACIÓN	FECHA/REFERENCIA
Expediente en industria	251369
R.A.T.	11660
Acta Puesta en Servicio	18/12/2009

Las modificaciones se realizan manteniendo las distancias mínimas exigidas por el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RD 223/08 de 15 de febrero).

El objeto del presente proyecto de ejecución es doble:

✓ Constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes resoluciones relativas a:

- Autorización Administrativa.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública.
- Aprobación del Proyecto de Ejecución.
- Acta de Puesta en Servicio (una vez se ejecute la instalación y se emita el Certificado Final de Obra).

Así mismo, de acuerdo con la Instrucción 17 de noviembre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación simplificada de determinadas

instalaciones de distribución de alta y media tensión, al ser el objeto de este proyecto una modificación de instalación que dispone de Autorización Administrativa, Aprobación de Proyecto de Ejecución y Acta de Puesta en Servicio: 11/04/1973 con N° de Expediente: 14.856, únicamente es necesario la resolución correspondiente a:

- Aprobación de Proyecto
- Acta de Puesta en Servicio (una vez se ejecute la instalación y se emita el Certificado Final de Obra).

✓ En el orden técnico su finalidad es la de informar de las características de la modificación a realizar, así como mostrar su adaptación a lo preceptuado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (según RD 223/08 de 15 de febrero).

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 9/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

2 EMPRESA QUE REALIZA EL PROYECTO Y TITULAR DE LA PETICIÓN

EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L. Unipersonal NIF B-82846817, que actúa como titular de la propiedad, con domicilio social en Calle Ribera del Loira 60, 28042 MADRID, y domicilio a efectos de notificaciones para Andalucía y Extremadura, Avda. de la Borbolla nº 5, 41004 SEVILLA, encarga a la empresa AMETEL S.A. NIF: A41207838 con domicilio social Polígono Industrial La Isla, calle Río Viejo Nº9, 41703 Dos Hermanas, Sevilla la realización del proyecto CAMBIO DE CONDUCTOR DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 66KV SIMPLE CIRCUITO "CARMONA-EL VISO".

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 10/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

3 ACTIVIDADES PREVIAS AL PROYECTO

3.1 ACTIVIDAD REGLAMENTARIA

Conforme a lo establecido en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (en adelante RLAT, según RD 223/2008 de 15 Febrero) en su art.2, las prescripciones e Instrucciones Técnicas establecidas en el RLAT se aplicarán a:

- líneas eléctricas nuevas, a sus modificaciones y sus ampliaciones.
- líneas eléctricas existentes con acta de puesta en marcha anteriores a la entrada en vigor del RLAT que sean objeto de modificaciones con variación del trazado existente.

La redacción del presente proyecto se realiza conforme al reglamento de líneas de alta tensión según el RD 223/2008 de 15 febrero.

3.2 ACTIVIDAD AMBIENTAL

Según el Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, modificada por Decreto-ley 2/2020, de 9 de marzo, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, y se indica que, para el caso de líneas aéreas, se requerirá como instrumento:

- ✓ Autorización Ambiental Unificada (AAU): Construcción de líneas aéreas para el transporte o suministro de energía eléctrica de longitud superior a 15.000 metros. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 m. (Según epígrafe 2.15).
- ✓ Calificación Ambiental (CA): Construcción de líneas aéreas para el transporte o suministro de energía eléctrica de longitud superior a 3.000 metros no incluidas en el epígrafe 2.15. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 metros. (Según epígrafe 2.17).

Los proyectos indicados a continuación, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres, de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres y de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar, requerirán como instrumento,

- ✓ Autorización Ambiental Unificada (AAU): Líneas subterráneas para el suministro de energía eléctrica cuya longitud sea superior a 1.000 metros o que supongan un pasillo de seguridad sobre zonas forestales superior a 5 metros de anchura. (Según epígrafe 13.7).

La modificación objeto del proyecto no supone un desvío superior a 100 m sobre la traza de la línea existente por lo que, según epígrafe 2.17 **NO será sometido a instrumento de prevención y control ambiental.**

3.3 ACTIVIDAD URBANISTICA

Según la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía 7/2002 de 17 de diciembre (BOJA nº 154 de 31 de diciembre de 2002) y actualizada por Decreto-ley 2/2020, de 9 de marzo, por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Secretaria General de Ordenación del Territorio (Dirección General de Urbanismo) y cuyo objeto es la regulación de la actividad urbanística y el régimen de utilización del suelo, incluidos el subsuelo y el suelo, en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Según el artículo 42, Actuaciones de Interés Público en terrenos con el régimen de suelo no urbanizable.

Según el artículo 42.1 *“Actuaciones de Interés Público en terrenos con el régimen de Suelo No Urbanizable las actividades de intervención singular de promoción pública o privada, con incidencia en la ordenación urbanística, en la que concurren los requisitos de utilidad pública o interés social, así como la procedencia o necesidad de implantación en suelos que tengan ese régimen jurídico. Dicha actuación habrá de ser compatible con*

el régimen de la correspondiente categoría del suelo y no inducir a la formación de nuevos asentamientos”.

Según el artículo 42.3 de la misma ley se consideran “Actuaciones de Interés público requieren la aprobación del Plan Especial o Proyecto de actuación pertinente y el otorgamiento, en su caso, de la preceptiva licencia urbanística, sin perjuicio de las restantes autorizaciones administrativas que fueran legalmente preceptivas.

La aprobación del Plan Especial o del Proyecto de Actuación tiene como presupuesto la concurrencia de los requisitos enunciados en el apartado 1 de este artículo y conllevará la aptitud de los terrenos necesarios en los términos y plazos precisos para la legitimización de aquella. Transcurridos los mismos, cesará la vigencia de dicha cualificación.

No obstante, la implantación de infraestructuras hidráulicas y energéticas y el aprovechamiento de los recursos minerales cuya autorización corresponda a la Comunidad Autónoma no requerirán de la aprobación de Plan Especial o Proyecto de Actuación. En estos supuestos será preceptivo un informe de compatibilidad urbanística en el procedimiento de autorización administrativa de la actuación, que tendrá el alcance y los efectos del párrafo anterior. El informe será solicitado por el órgano administrativo al que corresponda autorizar la actuación y será emitido en el plazo máximo de un mes por los Ayuntamientos en cuyo término municipal pretenda implantarse la infraestructura.”

Por lo anteriormente indicado, se entiende que el proyecto abarca una infraestructura energética, por lo que **NO necesita de Proyecto de Actuación ni de Plan Especial.**

4 REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones siguientes:

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008, 15 febrero).
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 noviembre), revisión Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 17/2007, de 4 de julio.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. De conformidad con Ley 24/2013, de 26 de diciembre y Ley 21/1992, de 16 de julio.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, de la Junta de Andalucía, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Normativa particular de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales aplicable.
 - LRZ001 – Especificaciones Particulares de Líneas Aéreas de A.T.
 - LME001 - Procedimiento para la construcción de líneas aéreas de A.T.
 - LNE001 – Conductores desnudos para líneas eléctricas aéreas de alta tensión, de tensión nominal superior a 30 kV.
 - LNE002 – Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión superior a 30 kV.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 14/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- LNE003 – Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión superior a 30 kV.
 - LNE004 – Cables de tierra para líneas aéreas de AT, de tensión superior a 30 kV.
 - LNE005 – Norma de herrajes y accesorios para líneas eléctricas aéreas de alta tensión, de tensión superior a 30 kV.
 - LNE006 – Norma de cadenas de herrajes para líneas aéreas de A.T.
 - LNE008 – Norma de apoyos de celosía para líneas eléctricas aéreas de AT, de tensión superior a 30 kV.
- Normas UNE
 - Disposiciones municipales que afecten a este tipo de instalaciones.
 - RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
 - Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
 - Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
 - Decreto 397/2010, de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Residuos No Peligrosos de Andalucía 2010-2019.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 15/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

5 DESCRIPCIÓN GENERAL**5.1 ESQUEMA****5.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO**

El trazado de la línea eléctrica sigue siendo el mismo que el actual como queda reflejado en el DOCUMENTO 2 – PLANOS.

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en la subestación Carmona, desde donde, a través de 11 alineaciones y 43 apoyos, se llegará a la subestación Viso, procediendo a realizar la entrada en la misma mediante conversión subterránea.

La longitud total de la línea es de 11469 metros, discurriendo por los siguientes términos municipales:

- Carmona: 10476 m.
- El Viso del Alcor: 993 m.

La línea proyectada está formada por los siguientes tramos:

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO CON ALINEACIÓN POSTERIOR (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Pórtico – Nº 1	94.28	0	Carmona
2	Nº 1 – Nº 1BIS	218.40	249.35	Carmona
3	Nº 1BIS – Nº 2	117.98	191.05	Carmona
4	Nº 2 – Nº 2BIS	124.44	186.04	Carmona
5	Nº 2BIS – Nº 3	148.77	170.95	Carmona
6	Nº 3 – Nº 6	853.33	223.96	Carmona
7	Nº 6 – Nº 7	366.18	172.94	Carmona
8	Nº 7 – Nº 22	4325.07	199.59	Carmona
9	Nº 22 – Nº 27	1415.81	199.59	Carmona

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO CON ALINEACIÓN POSTERIOR (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
10	Nº 27 – Nº 32	1389.41	179.94	Carmona
11	Nº 32 – Nº 35	867.13	168.39	Carmona
12	Nº 35 – Nº 40	1412.61	180.26	Carmona y El Viso del Alcor
13	Nº 40 – Nº 41	130.59	205.33	El Viso del Alcor
TOTAL	43 UD.	11469		

A continuación, se indican coordenadas U.T.M. aproximadas de ubicación de los apoyos existentes en la línea. Asimismo, se incluyen las cotas (Z) de los apoyos referidas sobre nivel medio del mar:

Nº APOYO	COORDENADAS UTM (MAP DATUM ETRS 89 HUSO 30)		
	X	Y	Z
1	265784.56	4150929.38	191.45
1BIS	265568.39	4150960.63	189.77
2	265450.41	4150960.97	188.96
2BIS	265328.88	4150934.26	188.34
3	265212.53	4150841.55	187.56
4	264965.88	4150766.23	187.16
5	264681.67	4150678.90	178.97
6	264392.42	4150588.31	182.36
7	264119.22	4150344.48	176.74
8	263912.38	4150157.47	175.06
9	263672.23	4149940.02	175.11
10	263461.20	4149748.98	173.81
11	263234.49	4149544.19	166.57
12	263032.31	4149360.65	171.87
13	262846.75	4149192.73	171.47
14	262634.70	4149000.90	169.50
15	262411.48	4148798.97	165.92
16	262181.13	4148590.17	169.97



Nº APOYO	COORDENADAS UTM (MAP DATUM ETRS 89 HUSO 30)		
	X	Y	Z
17	261958.22	4148388.28	175.19
18	261745.12	4148195.47	173.71
19	261504.32	4147977.57	173.18
20	261331.94	4147821.45	172.73
21	261093.53	4147605.45	161.69
22	260912.87	4147441.80	160.79
23	260671.26	4147220.08	157.61
24	260448.26	4147015.03	153.60
25	260257.50	4146840.45	152.59
26	260069.37	4146667.81	150.43
27	259869.98	4146484.25	149.16
28	259720.95	4146218.84	152.79
29	259594.12	4145993.97	159.15
30	259477.68	4145787.74	162.37
31	259342.96	4145549.55	162.98
32	259187.02	4145274.28	163.31
33	259181.99	4145007.93	153.32
34	259175.29	4144689.73	142.69
35	259169.53	4144407.34	146.49
36	259234.67	4144188.77	163.44
37	259309.09	4143938.83	173.24
38	259414.92	4143583.88	161.63
39	259490.13	4143330.63	157.68
40	259573.04	4143053.59	173.51
41	259599.89	4142925.78	164.66

La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del apoyo Nº 1, el cual alcanza una cota de 191.45 m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona A.



La modificación proyectada consiste en la sustitución de 13 apoyos de alineación por apoyos nuevos y el recrecido de 3 apoyos, resultando en la siguiente configuración para la línea:

Nº APOYO	COORDENADAS UTM (MAP DATUM ETRS 89 HUSO 30)		
	X	Y	Z
1	265784.56	4150929.38	191.45
1BIS (*)	265568.39	4150960.63	189.77
2	265450.41	4150960.97	188.96
2BIS	265328.88	4150934.26	188.34
3	265212.53	4150841.55	187.56
4	264965.88	4150766.23	187.16
5	264678.72	4150677.96	179.13
6	264392.42	4150588.31	182.36
7	264119.22	4150344.48	176.74
8	263912.38	4150157.47	175.06
9	263672.23	4149940.02	175.11
10	263463.69	4149751.20	173.73
11	263239.90	4149549.08	169.34
12	263032.31	4149360.65	171.87
13	262846.75	4149192.73	171.47
14	262639.15	4149004.93	169.04
15	262411.48	4148798.97	165.92
16	262183.35	4148592.18	169.81
17	261960.47	4148390.26	170.64
18	261745.12	4148195.47	173.71
19	261506.54	4147979.58	173.05
20	261334.16	4147823.46	172.76
21	261093.53	4147605.45	161.69
22	260912.87	4147441.80	160.79
23	260673.47	4147222.11	157.44
24	260448.26	4147015.03	153.60
25	260257.50	4146840.45	152.59
26	260071.59	4146669.84	150.44
27 (*)	259869.98	4146484.25	149.16



Nº APOYO	COORDENADAS UTM (MAP DATUM ETRS 89 HUSO 30)		
	X	Y	Z
28	259720.95	4146218.84	152.79
29	259595.59	4145996.58	158.83
30	259477.68	4145787.74	162.37
31	259341.48	4145546.94	167.82
32	259187.02	4145274.28	163.31
33	259181.99	4145007.93	153.32
34	259175.29	4144689.73	142.69
35	259169.53	4144407.34	146.49
36	259235.48	4144186.06	163.26
37	259309.09	4143938.83	173.24
38	259414.92	4143583.88	161.63
39	259490.13	4143330.63	157.68
40 (*)	259573.04	4143053.59	173.51
41	259599.89	4142925.78	164.66

(*) Apoyo existente recrecido 3 m.

6 AFECCIONES A ENTIDADES Y ORGANISMOS

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la modificación de la línea aérea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, y para los cuales se confeccionan las correspondientes separatas.

AYUNTAMIENTO DE CARMONA

AYUNTAMIENTO DE EL VISO DEL ALCOR

TELEFÓNICA DE ESPAÑA, S.A.

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
17	7-8	Línea telefónica aérea	Carmona

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
29	21 - 22	Cruzamiento con línea aérea alta tensión a 400 kV "Guillena-Don Rodrigo" "Carmona-Don Rodrigo" entre sus apoyos Nº109B y Nº110B	Carmona
30	22 - 23	Cruzamiento con línea aérea alta tensión a 220 kV "Alcores-Carmona" "Carmona-Dos Hermanas" entre sus apoyos Nº77A y Nº78A	Carmona
40	27 - 28	Cruzamiento con línea aérea alta tensión a 220 kV "Alcores-Carmona" "Alcores-Don Rodrigo" entre sus apoyos Nº3C y Nº4C	Carmona

EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L.U.

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
5	1bis-2	Línea Media Tensión 20kV	Carmona
10	4-5	Línea Media Tensión 20kV	Carmona
14	7-8	Línea Media Tensión 20kV	Carmona
20	12-13	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
25	17-18	Línea Media Tensión 20kV	Carmona
32	22-23	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
34	24-25	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
35	24-25	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
37	25-26	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
38	25-26	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
39	27-28	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
42	31-32	Línea Media Tensión 20kV	Carmona
43	32-33	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona
47	35-36	Línea eléctrica Baja Tensión	Carmona

CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Port-1	Cruce con Carretera A-457 en el p.k. 0+000	Carmona
15	7-8	ANTIGUA CARRETERA N-IVa EN EL P.K. 510+220	Carmona
49	37-38	Cruce con Carretera A-398 en el p.k. 12+950	El Viso del Alcor



CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS Y ORDENACIÓN DEL
TERRITORIO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
15	7-8	ANTIGUA CARRETERA N-IVa EN EL P.K. 510+220	Carmona

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
2	Port-1	Arroyo Innominado	Carmona
4	1BIS-2	Arroyo Innominado	Carmona
11	4-5	Arroyo Innominado	Carmona
12	4-5	Arroyo Innominado	Carmona
16	7-8	Arroyo Innominado	Carmona
18	8-9	Arroyo Innominado	Carmona
19	12-13	Arroyo Innominado	Carmona
21	15-16	Arroyo de la Avispa	Carmona
22	15-16	Arroyo Innominado	Carmona
24	17-18	Arroyo Innominado	Carmona
28	18-19	Arroyo Innominado	Carmona
33	24-25	Arroyo Innominado	Carmona
41	27-28	Arroyo Innominado	Carmona
44	34-35	Arroyo Innominado	El Viso del Alcor

45	34-35	Arroyo Innominado	El Viso del Alcor
----	-------	-------------------	-------------------

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA DE ANDALUCÍA.

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
2	Port-1	Arroyo Innominado	Carmona
4	1BIS-2	Arroyo Innominado	Carmona
11	4-5	Arroyo Innominado	Carmona
12	4-5	Arroyo Innominado	Carmona
16	7-8	Arroyo Innominado	Carmona
18	8-9	Arroyo Innominado	Carmona
19	12-13	Arroyo Innominado	Carmona
21	15-16	Arroyo de la Avispa	Carmona
22	15-16	Arroyo Innominado	Carmona
24	17-18	Arroyo Innominado	Carmona
28	18-19	Arroyo Innominado	Carmona
33	24-25	Arroyo Innominado	Carmona
41	27-28	Arroyo Innominado	Carmona
44	34-35	Arroyo Innominado	El Viso del Alcor
45	34-35	Arroyo Innominado	El Viso del Alcor

VÍAS PECUARIAS.

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1VP	1-3	Cordel de la Alcantarilla a Brenes	Carmona
2VP	4-5	Vereda de Cantillana	Carmona
3VP	7-8	Vereda de Arrecife Viejo a Sevilla	Carmona
4VP	14-15	Cordel de la Fuente del Álamo	Carmona
5VP	32-33	Vereda de las Ventas de Sevilla o de Ronquera	El Viso del Alcor

7 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

- Sistema..... Corriente alterna trifásica
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión nominal..... 66kV
- Categoría Segunda
- Longitud 11469 metros
- Número de circuitos 1
- Tipo de conductor D-280
- Número de conductores por fase..... 1
- Temperatura máxima conductor 75 °C
- Potencia máxima admisible por circuito 65,7 MVA
- Número de cables de tierra de fibra óptica 1
- Tipo de cable de tierra de fibra óptica..... NKF OPGW AL/ACS 80/63
- Número de cables de tierra de acero..... 1
- Tipo de cable de tierra de acero N/A
- Zona.....A
- Tipo de aislamiento..... Composite SB CS120
- Tipo de apoyos y material..... Apoyos metálicos de celosía Ac. Galv
- Número de apoyos nuevos a instalar..... 13
- Cimentaciones Monobloque
- Puestas a tierra..... Electrodo de difusión / Anillo difusor
- Recrecidos a instalar 3

Características de la línea a desmontar:

- Tipos de apoyos y material Celosía acero galvanizado
- Disposición conductores / cable de tierra Simple Circuito y cúpula
- Tipo de conductores / cable de tierra LA-180/ NKF OGGW AL/ACS 80/63
- Número de apoyos a desmontar 13
- Tipo de cimentaciones Monobloque

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 27/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

7.2.1 Apoyos

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea en proyecto serán del tipo metálicos de celosía de las series contempladas en la norma Edistribución LNE008, diseñados para la instalación de 2 circuitos de 66 kV distribuidos en tresbolillo y una cúpula para la instalación del cable de tierra.

Los materiales para perfiles de acero deberán cumplir la norma UNE-EN 10025.

Asimismo, los perfiles, cuya anchura mínima será de 40 mm, y el resto de componentes tales como presillas, casquillos y placas base, etc., deben haber sido fabricados de acuerdo a la norma UNE-EN 10056 con acero AE 275-B (S 275 JR) ó AE 355-B (S 355 J0) de límite elástico $R = 275$ ó 355 N/mm^2 respectivamente.

Los tornillos empleados serán del tipo M-14 o superior y de calidad mínima de 5.6 garantizada. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma UNE 17115:2010. Asimismo, se ajustarán a lo prescrito en dicha norma las dimensiones de los tornillos, las longitudes de apriete, la correspondiente arandela y las tuercas hexagonales.

Para determinar el número y diámetro de los tornillos a emplear en cada unión se usarán las fórmulas adecuadas a la solicitud a que estén sometidas las barras.

En el documento 4 – Planos se incluyen los esquemas y planos de cimentaciones, así como cuadros de pesos y volúmenes de las cimentaciones.

7.2.1.1 PROTECCIÓN DE SUPERFICIES DE LOS APOYOS

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado por inmersión en caliente se hará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010.

La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad, sin manchas y con un espesor local del recubrimiento mínimo de $75 \mu\text{m}$, tal y como se indica en la norma LNE008 de EDISTRIBUCIÓN “Norma de apoyos de celosía para línea eléctricas de A.T, de tensión nominal superior a 30 kV”.

7.2.1.2 DIMENSIONES DE LOS APOYOS

La altura elegida de los apoyos está determinada por la distancia mínima mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea, según lo establecido en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del RLAT y en la norma LRZ001 de Edistribución “Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Alta Tensión”.

La separación entre fases viene dada por la distancia a mantener de los conductores entre sí en los vanos de la línea aérea, según lo indicado en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del RLAT y en la norma LRZ001. En el Anexo I - Cálculos justificativos puede consultarse una tabla resumen con dichas distancias

En función de las necesidades de la ubicación y de las condiciones de utilización previstas se colocará el siguiente tipo:

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO
5	Alineación	SL-1 66 kV 30-31m
10	Alineación	SL-1 66 kV 30-21m
11	Alineación	SL-1 66 kV 30-18m
14	Alineación	SL-1 66 kV 30-21m
16	Alineación	SL-1 66 kV 30-21m
17	Alineación	SL-1 66 kV 30-21m
19	Alineación	SL-1 66 kV 30-15m
20	Alineación	SL-1 66 kV 30-18m
23	Alineación	SL-1 66 kV 30-24m
26	Alineación	SL-1 66 kV 30-21m
29	Alineación	SL-1 66 kV 30-15m
31	Alineación	SG-1 66 kV 30-21m
36	Alineación	SL-1 66 kV 30-27m

En el documento planos se adjunta plano de apoyos tipo donde se resumen las dimensiones y pesos de los apoyos, así como esquema de las cimentaciones con sus volúmenes de cimentación.



Para cumplir con las distancias reglamentarias y asegurar la distancia de los conductores a masa, se precisa realizar los recrecidos indicados en el plano Planta y perfil 22613PL0301. A continuación, se detallan los recrecidos a instalar:

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	LONG. RECRECIDO (M)
1BIS	3
27	3
40	3

7.2.2 Conductores

La línea aérea está dotada de un conductor de aleación de aluminio del tipo 279-AL3 D-280, según la norma UNE-EN 50182.

Conductores AL3

Designación Código/ Código antiguo	Sección (mm ²)	Equivalencia en Cobre (mm ²)	Diámetro (mm)	Composición alambres		Carga de Rotura (daN)	Resist. eléctrica c.c. a 20°C (Ω/km)	Masa (kg/km)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹ x 10 ⁻⁶)
				Nº	Diámetro (mm)					
279-AL3 D-280	279,3	152	21,7	37	3,10	8200	0,1187	770	5600	23

7.2.3 Cable de tierra

Para protección frente a las descargas atmosféricas y para comunicaciones, la línea aérea está dotada de un cable de tierra compuesto tierra-fibra óptica, del tipo NKF OPGW AL/ACS 80/63.

Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz, siempre que sea posible se dispondrá la estructura de la cabeza de las torres a instalar de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de los 35°.

Las características principales del cable de tierra son las siguientes:

Designación	Número de fibras	Sección para cálculos tracción-alargamiento (mm ²)	Diámetro Exterior nominal (mm)	Carga de Rotura (daN)	Masa (daN/k m)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁵)	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	Cortocircuito en 0.3 s (kA)
NKF OPGW AL/ACS 80/63	48	71.68	11.7	8203	507	16206	13	0,37	17

7.2.4 Aislamiento

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor D-280, garantizando un coeficiente de seguridad a rotura superior a 3, y eléctricamente para 66 kV. Éste constará de cadenas sencillas con bastones de composite.

Las características fundamentales mecánicas y eléctricas son las siguientes:

- Denominación CS 120 SB 325 / 2250 -762
- Material Composite
- Carga de rotura electromecánica y mecánica 120 kN
- Longitud del aislador 762 mm
- Nivel de aislamiento IV (Muy fuerte)
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 200 mm
- Norma de acoplamiento 16A
- Peso de un elemento 6.3 Kg

La normativa aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- Norma GE LNE002 de EDISTRIBUCIÓN – Aisladores compuestos para líneas aéreas de A.T. de tensión nominal superior a 30 kV.
- UNE 21.909.- Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE-EN 61.466.- Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
- UNE-EN 61.109.- Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según CEI 61109

- Tensión mantenida a frecuencia industrial en seco 66 kV
- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia 140 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros 325 kV
- Longitud de línea de fuga 2250 mm
- Línea de fuga específica 31,03 mm/kV

Por tanto, con las cadenas de aisladores previstas se garantizan los niveles de aislamiento determinados por el R.L.A.T.

7.2.5 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores, los de fijación del cable de tierra a la torre, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor como antivibradores, separadores, manguitos, ...

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego. Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características métricas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en las normas siguientes:

- Norma GE LNE005 de EDISTRIBUCIÓN – Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T. de tensión nominal superior a 30 kV.
- Norma GE LNE006 de EDISTRIBUCIÓN – Cadenas de herrajes para líneas aéreas de A.T. de tensión nominal superior a 30 kV.

- UNE-EN 61.284.- Requisitos y ensayos para herrajes de líneas eléctricas aéreas
- UNE 207009.- Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

7.2.5.1 HERRAJES PARA EL CONDUCTOR

La composición de las distintas cadenas de herrajes para el conductor, sus cargas de rotura y esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidos serán los indicados en la norma GE LNE006 de EDE.

Las cadenas normalizadas codifican los conjuntos de herrajes con 9 dígitos, que indican la función a cumplir (suspensión o amarre) y su tipo de composición (sencilla o doble), siguiendo el siguiente criterio:

- Dígito 1: Indica el tipo de conjunto
 - A = Amarre
 - S = Suspensión
- Dígito 2: Indica si la cadena de aisladores es simple o doble
 - S = Cadena sencilla de aisladores
 - D = Cadena doble de aisladores
- Dígito 3: Indica el tipo de grapa a utilizar en la cadena
 - C = Grapa de amarre a compresión
 - T = Grapa de amarre a tornillería
 - G = Grapa de suspensión armada
- Dígito 4: Indica el tipo de conductor con el que se va a utilizar
 - L= Conductor de aluminio – acero, LA, y aluminio – acero recubierto dealuminio, LARL.
 - D = Conductor de aleación de aluminio, D
 - X = Todos los anteriores
- Dígitos 5, 6 y 7: indican la sección del conductor que se va a utilizar:
 - 180 = LA-180, D-180 y LARL-180

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 33/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- 280 = LA-280, D-280 y LARL-280
- 380 = LA-380, D-400 y LARL-380
- 455 = LA-455, D-450 y LARL-455
- Dígito 8: Indica el número de conductores por fase (opcional)
 - X = Dos conductores por fase
 - Si no aparece este dígito significa que hay un conductor por fase.
- Dígito 9: Indica si la cadena incluye protecciones o no (opcional)
 - P = Cadena con protección
 - R = Cadena con protección regulable
 - Si no aparece este dígito significa que no hay descargadores.

En el presente documento se plantea la instalación de las siguientes cadenas:

CADENAS DE AMARRE:

Denominación de la cadena	Tipo de conductor	Cadena Normalizada	Carga de Rotura Mínima	Carga de Rotura Mínima de Grapa
Cadena de amarre sencilla conductor sencillo tornillería	LA-280	ASTX280	12.000 daN	8.800 daN

La composición de la cadena es la siguiente.

Cadena normalizada	Elementos		
	Cantidad	Denominación	referencia
ASTX280	2	Grillete Normal	GNT16
	1	Anilla Bola	AB16
	1	Rótula protección sección cuadrada	RLPC16
	1	Grapa Amarre Tornillería	GAT4



CADENAS DE SUSPENSIÓN:

Denominación de la cadena	Tipo de conductor	Cadena Normalizada	Carga de Rotura Mínima	Carga de Rotura Mínima de Grapa	Carga de Rotura Mínima de Grapa en Seguridad Reforzada
Cadena suspensión sencilla conductor sencillo	D-280	SSGX280	12.000 daN	4.400 daN	5.500 daN

La composición de la cadena es la siguiente.

Cadena normalizada	Elementos		
	Cantidad	Denominación	referencia
SSGX280	1	Grillete Normal	GNT16
	1	Anilla Bola	AB16
	1	Rótula Corta	R16/20
	1	Grapa de suspensión armada	GSA280

Las diversas cadenas de herrajes para el conductor están representadas en el documento PLANOS.

7.2.5.2 HERRAJES PARA EL CABLE DE TIERRA

La composición de las distintas cadenas de herrajes para el cable de tierra, sus cargas de rotura y esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidos serán los indicados en la norma GE LNE006 de EDE.

Las cadenas normalizadas codifican los conjuntos de herrajes con 6 dígitos, que indican la función a cumplir (suspensión o amarre) y su tipo de composición (sencilla o doble), siguiendo el siguiente criterio:

- Dígito 1: Indica el tipo de conjunto
 - S = Suspensión.
 - A = Amarre. Este conjunto comprende el amarre a un lado del apoyo (amarre bajante o pasante) por lo que se deben usar dos conjuntos en caso de ser un amarre pasante.

- Dígito 2: Indica el tipo de grapa a utilizar
 - C = Grapa de amarre a compresión
 - T = Grapa de amarre/suspensión a tornillería
 - R = Retención de amarre
 - G = Grapa de suspensión armada
- Dígito 3, 4 y 5: Indica el cable para el que se utiliza cada conjunto
 - C50 = Acero CT50
 - C70 = Acero CT70
 - A87 = Arle 8.71
 - A97 = Arle 9.78
 - 000 = Indistintamente todos los cables de acero y Alumoweld
 - OPG = F.O. OPGW
- Dígito 6: Indica si la cadena incorpora alargadera o tensor de corredera (opcional)
 - T = Se utiliza tensor de corredera.
 - A = Se utiliza alargadera.

En el presente documento se plantea la instalación de las siguientes cadenas:

Denominación de la cadena	Tipo de conductor	Cadena Normalizada	Carga de Rotura Mínima de Grapa
Cadena suspensión armada	OPGW	SGOPG	7.000 daN
Cadena amarre armada	OPGW	AROPGA	7.100 daN

La composición de la cadena de amarre es la siguiente.

Cadena normalizada	Elementos		
	Cantidad	Denominación	referencia
AROPGA	2	Grillete Normal	GNT16
	1	Tirante	TA-1/L
	1	Guardacabos	G-16
	1	Retención amarre	RAOPG
	1	Conexión sencilla	GCSopgw

La composición de la cadena de suspensión es la siguiente.

Cadena normalizada	Elementos		
	Cantidad	Denominación	referencia
SGOPG	1	Grillete Normal	GNT16
	1	Eslabón revirado	ESR-16
	1	Grapa suspensión armada	GSAOPG
	1	Conexión sencilla	GCS
	1	Conexión doble OPGW	GCD

Las diversas cadenas de herrajes para el cable de tierra están representadas en el documento PLANOS.

7.2.6 Empalmes para el conductor y cable de tierra

Los empalmes de los conductores entre si se efectuarán por el sistema de "manguito comprimido", estando constituidos por:

- Tubo de aluminio de extrusión para la compresión del aluminio.

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar formación de un par eléctrico apreciable. La ejecución quedará hecha de modo que el empalme tenga una resistencia mecánica por lo menos igual al 95% de la del cable que une y una resistencia eléctrica igual a la de un trozo de cable sin empalme de la misma longitud. Cumplirán lo fijado en la norma UNE 21021.

Deberán cumplir dos condiciones para que la compresión no provoque una disminución de resistencia mecánica:

- Todos los alambres deberán ser apretados uniformemente, lo que requiere una distribución uniforme de la presión.
- Ningún alambre deberá ser deformado.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la compresión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre-caras dada por el fabricante, lo cual servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

Los empalmes de compresión para conductores de acero y aluminio dispondrán de una cavidad para albergar el núcleo del conductor.

7.2.7 Accesorios

Amortiguadores: Sirven para proteger los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales y roturas prematuras por fatiga de sus alambres, que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10 m/s, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En general y según recomienda el apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008), la tracción a temperatura de 15°C no debe superar el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

El tipo y número de amortiguadores a colocar, así como su posición, es función del tipo de conductor y sus condiciones de tendido. Como regla general, de acuerdo a la codificación de la norma LNE005 y norma LRZ001, a contrastar en caso de vanos especiales, se instalarán los siguientes amortiguadores:

- Conductor D-280
- Tipo de amortiguador AMG 2

- Número de antivibradores:vano \leq 450 m un amortiguador por vano
..... Vano $>$ 450 m dos amortiguadores por vano
- Distancia de colocación 1,05 m desnudo
..... 1,30 m con varillas

Cuando se requieran dos amortiguadores por vano se debe colocar uno en cada extremo.

Las distancias de colocación para los conductores desnudos se medirán desde el punto de salida del conductor de la grapa, y para los conductores con varillas desde el eje vertical de la grapa.

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

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

Placas de señalización: En todos los apoyos se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 39/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

7.3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL AEREA

7.3.1 Cimentaciones para los apoyos

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

7.3.1.1 CIMENTACIÓN TIPO MONOBLOQUE

La cimentación de los apoyos del tipo monobloque será prismática de sección cuadrada, calculada según todo lo que al respecto especifica el apartado 3.6 de la ITC-07 del R.L.A.T., por la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones son aquellas que marca el fabricante para un coeficiente de compresibilidad del terreno $K=6,8,10,12,16 \text{ daN/cm}^3$. Los valores de los coeficientes de compresibilidad (K) se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. En caso de tener un terreno con coeficiente de compresibilidad inferior al indicado por el fabricante se deberá proceder a su validación.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

7.3.2 Tomas de tierra de los apoyos

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08), considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

7.3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 40/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

1. **Apoyos NO frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
2. **Apoyos Frecuentados.** Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 41/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- 1. Apoyos frecuentados con calzado (F):** se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1.000Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5\rho_s$$

Estos apoyos serán los apoyos frecuentados situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

- 2. Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.):** se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del calzado, R_{a1} , será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5\rho_s$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

A continuación, se indica la clasificación según su ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº	TIPO	CLASIFICACIÓN
5	AL-1 66kV 30-31m	NF
10	AL-1 66kV 30-21m	NF
11	AL-1 66kV 30-18m	NF
14	AL-1 66kV 30-21m	NF
16	AL-1 66kV 30-21m	NF
17	AL-1 66kV 30-21m	NF

Nº	TIPO	CLASIFICACIÓN
19	AL-1 66kV 30-15m	NF
20	AL-1 66kV 30-18m	NF
23	AL-1 66kV 30-24m	NF
26	AL-1 66kV 30-21m	NF
29	AL-1 66kV 30-15m	NF
31	AL-1 66kV 30-21m	NF
36	AL-1 66kV 30-27m	NF
Nota: F: Apoyo Frecuentado con calzado FSC: Apoyo Frecuentado Sin Calzado NF: Apoyo No Frecuentado		

7.3.2.2 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

En todos los apoyos la resistencia de difusión de la puesta a tierra será inferior a 20 Ω y las tomas serán realizadas teniendo presente lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

El valor de la tensión de contacto será inferior a los valores reglamentarios fijados en el capítulo 7 de la ITC-LAT 07. La medición de la toma de tierra será por cuenta del Contratista para lo cual deberá contar con el equipo adecuado.

Cuando por los valores de la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte económicamente desproporcionado mantener los valores de las tensiones de contacto aplicadas dentro de los límites fijados en el RLAT, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad, a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes.

Tales medidas podrán ser entre otras:

- Hacer inaccesibles los apoyos.
- Disponer suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas.

- Aislar todas las partes metálicas de los apoyos que puedan ser tocadas.

Apoyos no frecuentados

Puesto que el tiempo de desconexión automática en la línea es inferior a 1s, y según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrán utilizar los sistemas que se mencionan a continuación:

- Electrodo de difusión: se dispondrá un electrodo de difusión por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.

- Puesta a tierra profunda: Se efectuará una perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 ó 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cual se irá midiendo a medida que avance la perforación.

Se introducirá una cadena de electrodos, básicamente consistente en:

- Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
- Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
- Relleno con mezcla de grafito polvo.
- Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

Apoyos frecuentes

Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado a una profundidad de 0,80 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede espaciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante cuatro conexiones.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado 6.3.2.1 "Clasificación de apoyos según su ubicación" con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

En todos casos la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

En el documento PLANOS se muestran los detalles de las tomas de tierra.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 45/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

8 SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA

Durante las fases de ejecución del proyecto constructivo, del tendido, de la confección de conexiones, de los ensayos y de la puesta en servicio, EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES designará los técnicos competentes más adecuados a cada tarea con tal de garantizar la calidad de los trabajos y asegurar la calidad en la explotación futura de la línea objeto de este Proyecto.

En este sentido, todos los trabajos se llevarán a cabo siguiendo los baremos de calidad habituales de EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, y bajo la estrecha vigilancia de los técnicos referidos en el párrafo anterior.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 46/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

9 PLAZO DE PUESTA EN MARCHA

La línea que nos ocupa se prevé entre en servicio en el segundo semestre del año 2.022.

Los datos expuestos en la presente Memoria, en unión de los documentos que se acompañan, creemos serán elementos suficientes para poder formar juicio de la instalación proyectada y servir de base para la aprobación de su proyecto de ejecución y desarrollo.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 47/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

10 CONCLUSIONES

En los apartados de esta memoria se ha expuesto la finalidad y justificación de CAMBIO DE CONDUCTOR DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN 66KV SIMPLE CIRCUITO "CARMONA-EL VISO".

En los anexos y planos que se acompañan se justifican y detallan los fundamentos técnicos que han servido de base para la confección de este proyecto, los cuales cumplen con lo establecido en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

Con los datos expuestos en la presente memoria, en unión con los documentos que se acompañan, creemos haber dado una idea clara de la obra a realizar, esperando la Sociedad peticionaria por ello que este proyecto sirva de base para la tramitación del Expediente de Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar.

Sevilla, febrero de 2022.

El Ingeniero eléctrico
al servicio de AMETEL



Firmado digitalmente por ALVAREZ
CRUZ PABLO - 48124646K
Nombre de reconocimiento (DN):
c=ES,
serialNumber=IDCES-48124646K,
givenName=PABLO, sn=ALVAREZ
CRUZ, cn=ALVAREZ CRUZ PABLO -
48124646K
Fecha: 2022.03.10 10:44:06 +01'00'

Nº Colegiado COGITISE: 12324
D. Pablo Álvarez Cruz

ANEXOS A LA MEMORIA DEL
DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN
L.66KV S/C A/S CARMONA-VISO.
CAMBIO DE CONDUCTOR
TRAMO AÉREO DESDE S.E.T.
CARMONA HASTA APOYO Nº41
DE CONVERSIÓN A/S

EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE
CARMONA Y EL VISO DEL ALCOR
(PROVINCIA DE SEVILLA)

ANEXO I:
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS AÉREOS

ÍNDICE ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES	4
1.1	CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA	4
1.2	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	5
1.3	POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE	5
1.4	REACTANCIA MEDIA POR KM	6
1.5	RESISTENCIA ELÉCTRICA	7
1.6	IMPEDANCIA POR KM	9
1.7	SUSCEPTANCIA POR KM	9
1.8	PERDITANCIA POR KM	10
1.9	ADMITANCIA POR KM	10
1.10	IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA	11
1.11	ÁNGULO CARACTERÍSTICO	11
1.12	POTENCIA CARACTERÍSTICA	11
1.13	ECUACIONES DE PROPAGACIÓN	11
1.14	RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA	12
1.15	EFFECTO CORONA	12
1.16	CAÍDA DE TENSIÓN	14
1.17	PÉRDIDA DE POTENCIA	14
1.18	VALORES ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA EN FUNCIÓN DEL COS ϕ	15
2	CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES	16
2.1	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA	16
2.2	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	17
2.2.1	Hipótesis de partida conductor D-280	17
2.2.2	Hipótesis de partida cable de tierra	20
2.2.3	Cálculo vano regulador	22
2.3	TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA	22
3	CÁLCULO DE LOS APOYOS	23
3.1	ACCIONES A CONSIDERAR	23
3.1.1	Hipótesis a considerar	23
3.2	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	25
3.3	CÁLCULO DE ESFUERZOS	29
3.3.1	Apoyos de Alineación	29
3.3.2	Apoyos de Anclaje - Alineación	31
3.3.2.1	1ª Hipótesis (Cargas Permanentes)	33
3.3.2.2	2ª Hipótesis (Hielo / hielo + viento)	34
3.3.2.3	3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones)	36
3.3.2.4	4ª Hipótesis (Carga de Rotura)	37

3.4	CÁLCULO DE CIMENTACIONES.....	39
3.4.1	Cimentación tipo monobloque	39
4	COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	43
4.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES.....	43
4.2	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES.....	44
4.3	DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES A LOS APOYOS	46
4.4	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA.....	49
5	DISTANCIAS EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	50
5.1	LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN	50
5.1.1	Cruzamientos	50
5.1.2	Paralelismos entre líneas eléctricas	52
5.1.3	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación 53	
5.2	CARRETERAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR	53
5.2.1	Cruzamientos	53
5.2.2	Paralelismos.....	54
5.3	PASO POR ZONAS	55
5.3.1	Bosques, árboles y masas de arbolado.....	55
5.3.2	Edificios, construcciones y zonas urbanas	55

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES**1.1 CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA****Datos eléctricos de la instalación**

Tensión nominal 66 kV
Circuitos: 1
Número de conductores por fase 1
Conductor Aéreo 279-AL3 (D-280)
Frecuencia..... 50 Hz
Longitud:..... 11.469 m
Potencia máxima admisible por circuito 59,25 MW
Factor de potencia (desfavorable) $\cos \varphi = 0,9$

Características del conductor

Denominación..... 279-AL3 (D-280)
Composición..... 37 de \varnothing 3,10 mm
Sección total 279,30 mm²
Diámetro total 21,70 mm
Resistencia eléctrica en c.c. a 20°C 0,1187 Ω /Km
Disposición conductores..... Bandera

1.2 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La línea de Alta Tensión proyectada emplea un conductor 279-AL3 (D-280). Según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en el apartado 4.2. de su ITC-LAT-07, la densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz para una sección total de 279,3 mm² es de 2,06 A/mm²; a este valor se le aplica un coeficiente reductor de 1 por tratarse de un conductor de composición 26 + 7 resultando:

$$\theta_r = 1 \times 2,06 = 2,06 \text{ A/mm}^2$$

que supone una intensidad máxima por conductor de:

$$I = 2,06 \times 279,3 \approx 575,4 \text{ A}$$

1.3 POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE

La potencia máxima admisible por circuito que puede transportar viene dada por la intensidad anteriormente calculada.

Por lo cual:

$$P_{max}(MW) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 66 \cdot 575,4 \cdot 0,9}{1000} = 59,2 \text{ MW}$$

$$S_{max}(MVA) = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 66 \cdot 575,4}{1000} = 65,7 \text{ MVA}$$

1.4 REACTANCIA MEDIA POR KM

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la fórmula:

$$X_K = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M \text{ (}\Omega/\text{Km)}$$

Siendo M el coeficiente de inducción mutua

$$M = (K + 4,605 \cdot \log \left(2 \cdot \frac{D_m}{d} \right)) \cdot 10^{-4} \text{ (H/km)}$$

Donde:

X_K = reactancia en ohmios por kilómetro

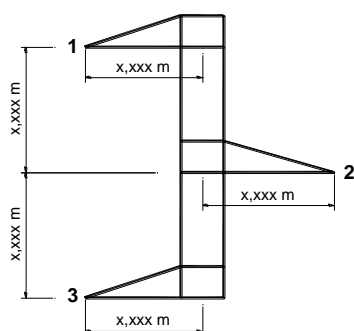
f = Frecuencia en hertzios

D_m = Separación media geométrica entre conductores en mm

d = Diámetro del conductor en mm

$K = 0,53$ para conductores cableados.

La separación media geométrica entre fases para el armado más frecuente en la línea será:



$$D_m = \sqrt[3]{d_{1-2} \cdot d_{2-3} \cdot d_{1-3}}$$

$$D_m = \sqrt[3]{d_{1-2} \cdot d_{2-3} \cdot d_{1-3}} = 5,313 \text{ m}$$

Sustituyendo valores se obtiene una reactancia de:

$$X_K = 0,4058 \text{ }\Omega/\text{Km}$$

$$X = 0,4058 \cdot 11,469 = 4,654 \text{ }\Omega$$

1.5 RESISTENCIA ELÉCTRICA

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a la temperatura θ , viene dada por la siguiente ecuación:

$$R'_{\theta} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)] \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

R'_{θ} : Resist. del conductor con corriente continua a Temperatura θ (Ω/km).

R'_{20} : Resist. del conductor con corriente continua a $T^a=20^{\circ}\text{C}$ (Ω/km).

α_{20} : coeficiente de variación de la resistividad a 20°C en función de la $T^a(^{\circ}\text{C})$

θ : Temperatura de servicio (75°C)

La resistencia por unidad de longitud del conductor en corriente alterna a una temperatura $\theta^{\circ}\text{C}$, viene 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 $\theta^{\circ}\text{C}$ (Ω/km).

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a $\theta^{\circ}\text{C}$ (Ω/km).

y_s : Factor de efecto pelicular.

El cálculo del factor de efecto pelicular se realiza mediante la siguiente ecuación:

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

Siendo:

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

Donde:

f : Frecuencia (50Hz).

Resultando:

Resistencia unitaria en corriente continua a 20°C (R'_{20}) 0,12 Ω /km
 Resistencia unitaria en corriente continua a θ °C (R'_{θ}) 0,1464 Ω /km
 Resistencia unitaria en corriente alterna a θ °C (R_{θ} ó R_K) 0,1464 Ω /km
 Resistencia total en corriente alterna a θ °C (R) 1,679 Ω

1.6 IMPEDANCIA POR KM

La impedancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de resistencia y reactancia kilométrica, dado por la siguiente fórmula:

$$Z_K = R_K + j \cdot X_K \quad \Omega/\text{km}$$

Sustituyendo tendremos:

$$Z_K = 0,431 < 70,16^\circ \quad \Omega/\text{km}$$

$$Z = 4,948 < 70,16^\circ \quad \Omega$$

1.7 SUSCEPTANCIA POR KM

El valor de la susceptancia kilométrica de la línea se calcula mediante la fórmula:

$$B_K = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \quad (\text{S}/\text{Km})$$

sustituyendo C (capacidad kilométrica) por la expresión:

$$C = \frac{24,2}{\log \frac{D_m}{r}} \cdot 10^{-9} \quad (\text{F}/\text{km})$$

Tendremos

$$B_K = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{24,2}{\log \frac{D_m}{r}} \cdot 10^{-9} \quad (\text{F}/\text{Km})$$

Donde:

B_K = Susceptancia en Faradios / km

f = Frecuencia de la red en Herzios

D_m = Separación media geométrica entre conductores en mm.

r = Radio del conductor en mm.

Sustituyendo valores, obtendremos:

$$B_K = 2,83 \cdot 10^{-6} \quad \text{S}/\text{km}$$

$$B = 3,24 \cdot 10^{-5} \quad \text{S}$$

1.8 PERDITANCIA POR KM

La perditancia o conductancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de las pérdidas por efecto corona y por las pérdidas en los aisladores:

$$G = [P_A + P_{EC}] \cdot \frac{10^{-3}}{V^2} (S/km)$$

Donde:

P_A = pérdidas en los aisladores en kW/km

P_{EC} = pérdidas por efecto corona en kW/km

V = tensión de servicio por fase de la línea en kV

Debido a que tanto las pérdidas por efecto corona como las pérdidas en los aisladores, considerando la longitud de la línea, resultan prácticamente despreciables, se considera que el valor de la conductancia es cero.

1.9 ADMITANCIA POR KM

La admitancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de conductancia y susceptancia kilométrica, mediante la ecuación:

$$Y_K = G + j \cdot B (S/km)$$

Sustituyendo valores

$$Y_K = 2,83 \cdot 10^{-6} < 90^\circ$$

$$Y = 3,24 \cdot 10^{-5} < 90^\circ$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 58/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

1.10 IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA

$$\overline{Z}_c = \sqrt{\frac{\overline{Z}}{\overline{Y}}} = 390,69 \angle -9,92^\circ$$

1.11 ÁNGULO CARACTERÍSTICO

$$\overline{\theta} = \sqrt{\overline{Z} \cdot \overline{Y}} = 1,10 \cdot 10^{-3} \angle 80,08^\circ$$

1.12 POTENCIA CARACTERÍSTICA

$$P_c = \frac{U^2}{Z_c} = 11,15 \text{ MW}$$

1.13 ECUACIONES DE PROPAGACIÓN

Las ecuaciones de propagación para la línea en función de las constantes del cuadripolo equivalente son:

$$\overline{V}_1 = \overline{A} \cdot \overline{V}_2 + \overline{B} \cdot \overline{I}_2$$

$$\overline{I}_1 = \overline{C} \cdot \overline{V}_2 + \overline{D} \cdot \overline{I}_2$$

Las constantes auxiliares de la línea considerando únicamente los dos primeros términos del desarrollo en serie de las funciones hiperbólicas son:

$$\overline{A} = 1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{2} = \overline{D}$$

$$\overline{B} = \overline{Z} \cdot \left(1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{6} \right)$$

$$\overline{C} = \overline{Y} \cdot \left(1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{6} \right)$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 59/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

1.14 RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA

Resistencia eléctrica corriente alterna a 75°C (Ω)		1.67906	
Reactancia de autoinducción (Ω)		4.654	
Susceptancia (S)		0.0000324	
Perditanza (S)		0	
MAGNITUDES COMPLEJAS			
		Módulo	Argumento
Impedancia (Ω)	1.6791+4.6542j	4.948	70.16
Admitancia (Ω)	0.000032415234j	0.0000324	90.00
Impedancia característica	384.8503-67.2985j	390.690	-9.92
Ángulo característico	0.00	0.00110	80.08
Potencia característica (MW)	11.15		
CONSTANTES AUXILIARES			
		Módulo	Argumento
A=D	1	1.00000	0.00001
B	0.146+0.406j	0.43140	70.16214
C	0	0.000003	90.00000

1.15 EFECTO CORONA

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto comprobar si en algún punto de la línea se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_T \cdot r \cdot \ln \frac{D_m}{r}$$

donde:

U_c = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, es decir tensión crítica disruptiva.

V_c = tensión simple correspondiente.

29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25° C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.

m_c = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).

m_T = coeficiente meteorológico (1 tiempo seco, 0,8 tiempo húmedo)

r = radio del conductor en cm.

D_m = distancia media geométrica entre fases en cm.

δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

donde:

h = presión barométrica en cm de columna de mercurio.

θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 160 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media de 15° C, obteniendo $\delta = 1,015$.

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva.

Si considerásemos tiempo seco ($m_T=1$):

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot 1 \cdot r \cdot \ln \frac{D_m}{r}$$

$$U_c = 211,7 \text{ kV} > 72,5 \text{ kV}$$

(Incluir párrafo siguiente en caso de tensión crítica disruptiva > tensión compuesta más elevada)

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 1.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, no tendríamos efecto corona en la línea para el caso de tiempo seco.

Si considerásemos tiempo húmedo ($m_T=0,8$):

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot 0,8 \cdot r \cdot \ln \frac{D_m}{r}$$

$$U_c = 169,36 \text{ kV} > 72,5 \text{ kV}$$

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 1.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, no tendríamos efecto corona en la línea para el caso de tiempo húmedo.

1.16 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e(\%) = \frac{100 \cdot (R_K + X_K \cdot \tan \varphi) \cdot P \cdot L}{U^2} = 5,35 \%$$

y en el valor absoluto:

$$5,35 \% \cdot 66.000 = 3.531 \text{ V}$$

1.17 PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia porcentual viene dada por la expresión:

$$P\% = \frac{100 \cdot R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot L \cdot 10^{-3} = 2,82 \%$$

y en el valor absoluto:

$$2,82 \% \cdot 59,25 = 1,67 \text{ MW}$$

De los cálculos expuestos se deduce que el tipo de conductor aéreo 279-AL3 (D-280), es válido para las necesidades de la instalación, cumpliendo con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

1.18 VALORES ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA EN FUNCIÓN DEL COS ϕ

COS ϕ	POT. MÁX. (MW)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	PÉRDIDA DE POTENCIA (%)
1	65.84	2.54	2.54
0,95	62.54	4.61	2.67
0,9	59.25	5.35	2.82
0,85	55.96	5.86	2.99
0,8	52.67	6.25	3.17

2 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES**2.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA****Datos de cálculo del conductor D-280**

Denominación.....	279-AL3 (D-280)
Sección.....	279,3 mm ²
Diámetro.....	21,7 mm
Peso propio	0,755 daN/m
Sobrecarga de viento 120 Km/h	0,567 daN/m
Carga de rotura	8.200 daN
Módulo de elasticidad.....	5.600 daN/mm ²
Coef. dilatación lineal	2,3·10 ⁻⁵ °C ⁻¹

Datos de cálculo del cable de tierra OPGW48

Denominación.....	NKF OGGW AL/ACS 80/63
Sección.....	71,68 mm ²
Diámetro.....	11,7 mm
Peso propio	0,507 daN/m
Sobrecarga de viento 120 Km/h	0,359 daN/m
Carga de rotura	8.203 daN
Modulo de elasticidad.....	16.206 daN/mm ²
Coef. dilatación.....	1,3·10 ⁻² °C ⁻¹

2.2 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores y cables de tierra se resuelve la ecuación de cambio de condiciones:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot \sinh \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_2 - T_1}{E \cdot S} \right]$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad en daN/mm².
- α = Coeficiente de dilatación lineal en °C⁻¹.
- S = Sección del conductor en mm².
- a = Vano en m.
- T₁, T₂ = Tenses en daN. en los estados 1 y 2.
- P₁, P₂ = Peso del conductor en los estados 1 y 2 en daN/m.
- θ_1 , θ_2 = Temperaturas del conductor en los estados 1 y 2 en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento V, el coeficiente K para el cálculo del manguito de hielo, y el diámetro del conductor.

Así se calcula el valor de T₂ dados unos valores de T₁, P₁, θ_1 , P₂ y θ_2 . Conocido el valor de T₂, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left(\cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

Asimismo se verifica que la carga de rotura tanto del conductor como del cable de tierra es como mínimo 2,5 veces superior a su tracción máxima (no tense horizontal) en las condiciones más desfavorables según la Tabla 4 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008).

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes de seguridad para la situación más desfavorable de los conductores:

2.2.1 Hipótesis de partida conductor D-280

Para el cálculo de las tablas de flechas y tenses se han impuesto las siguientes condiciones de partida:

CONDUCTOR	VANO ENTRE APOYOS Nº	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)	CARGA ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD
D-280	PÓRTICO – Apoyo 1	-5°C+Viento 120 km/h	500	8200	16.4
D-280	Apoyo 1 – Apoyo 3	-5°C+Viento 120 km/h	1790	8200	4.58
D-280	Apoyo 3 – Apoyo 6	-5°C+Viento 120 km/h	1500	8200	5.47
D-280	Apoyo 6 – Apoyo 7	-5°C+Viento 120 km/h	1670	8200	4.91
D-280	Apoyo 7 – Apoyo 8	-5°C+Viento 120 km/h	1600	8200	5.13
D-280	Apoyo 8 – Apoyo 22	-5°C+Viento 120 km/h	1771	8200	4.63
D-280	Apoyo 22 – Apoyo 27	-5°C+Viento 120 km/h	1650	8200	4.97
D-280	Apoyo 27 – Apoyo 32	-5°C+Viento 120 km/h	1620	8200	5.06
D-280	Apoyo 32 – Apoyo 34	-5°C+Viento 120 km/h	1580	8200	5.19
D-280	Apoyo 34 – Apoyo 35	-5°C+Viento 120 km/h	1570	8200	5.22
D-280	Apoyo 35 – Apoyo 38	-5°C+Viento 120 km/h	1575	8200	5.21
D-280	Apoyo 38 – Apoyo 39	-5°C+Viento 120 km/h	1630	8200	5.03
D-280	Apoyo 39 – Apoyo 40	-5°C+Viento 120 km/h	1530	8200	5.36
D-280	Apoyo 40 – Apoyo 41	-5°C+Viento 120 km/h	1648	8200	4.98

Conductor D-280

1. Tracción máxima y viento a
- $v=120\text{km/h}$

$$t = -5^{\circ}\text{C}; W = 1,085 \text{ daN/m};$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,322 \text{ daN/m}$$

2. Flecha máxima y viento a
- $v=120\text{km/h}$

$$t = 15^{\circ}\text{C}; W = 1,085 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 1,322 \text{ daN/m}$$

3. Flecha máxima en condiciones de calma

$$t = 75^{\circ}\text{C}; W = 0,00 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,755 \text{ daN/m}$$

4. Flecha mínima en condiciones de calma

$$t = -5^{\circ}\text{C} W = 0,00 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,755 \text{ daN/m}$$

5. Tracción máxima a temperatura media y calma (EDS, recomendado para el sistema antivibratorio recomendado): control de vibraciones

$$t = 15^{\circ}\text{C}; W = 0,00 \text{ daN/m}; \text{EDS} = 20,0\%$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,755 \text{ daN/m}$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 67/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

2.2.2 Hipótesis de partida cable de tierra

Para el cálculo de las tablas de flechas y tenses se han impuesto las siguientes condiciones de partida:

CONDUCTOR	VANO ENTRE APOYOS Nº	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)	CARGA ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD
NKF OGGW AL/ACS 80/63	PÓRTICO – Apoyo 1	-5°C+Viento 120 km/h	294	8203	27.90
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 1 – Apoyo 1BIS	-5°C+Viento 120 km/h	1373	8203	5.97
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 1BIS – Apoyo 3	-5°C+Viento 120 km/h	1324	8203	6.20
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 3 – Apoyo 6	-5°C+Viento 120 km/h	1128	8203	7.27
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 6 – Apoyo 7	-5°C+Viento 120 km/h	1126	8203	7.29
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 7 – Apoyo 8	-5°C+Viento 120 km/h	1177	8203	6.97
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 8 – Apoyo 22	-5°C+Viento 120 km/h	1324	8203	6.20
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 22 – Apoyo 27	-5°C+Viento 120 km/h	1619	8203	5.07
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 27 – Apoyo 32	-5°C+Viento 120 km/h	1275	8203	6.43
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 32 – Apoyo 34	-5°C+Viento 120 km/h	1177	8203	6.97
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 34 – Apoyo 35	-5°C+Viento 120 km/h	1153	8203	7.11
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 35 – Apoyo 39	-5°C+Viento 120 km/h	1226	8203	6.69
NKF OGGW AL/ACS 80/63	Apoyo 39 – Apoyo 41	-5°C+Viento 120 km/h	1177	8203	6.97

- Cable de tierra OPGW48

1. Tracción máxima y viento a $v=120\text{km/h}$

$$t = -5^{\circ}\text{C}; W = 0,702 \text{ daN/m};$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,866 \text{ daN/m}$$

2. Flecha máxima y viento a $v=120\text{km/h}$

$$t = 15^{\circ}\text{C}; W = 0,702 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,866 \text{ daN/m}$$

3. Flecha máxima en condiciones de calma

$$t = 75^{\circ}\text{C}; W = 0,00 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,507 \text{ daN/m}$$

4. Flecha mínima en condiciones de calma

$$t = -5^{\circ}\text{C} W = 0,00 \text{ daN/m}$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,507 \text{ daN/m}$$

5. Tracción máxima a temperatura media y calma (EDS, recomendado para el sistema antivibratorio recomendado): control de vibraciones

$$t = 15^{\circ}\text{C}; W = 0,00 \text{ daN/m}; \text{EDS} = 20,0\%$$

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_w^2} = 0,507 \text{ daN/m}$$

El cálculo mecánico en 1ª Hipótesis (Viento) se realiza para un viento de 120 km/h. Teniendo en cuenta lo establecido en el apartado 3.1.2.1 del Reglamento, se obtiene una presión de viento para una velocidad de 120 km/h:

$$P_v = 50 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 50 \text{ daN/m}^2 \quad (\text{Si diámetro conductor} > 16\text{mm})$$

$$P_v = 60 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 60 \text{ daN/m}^2 \quad (\text{Si diámetro conductor} \leq 16\text{mm})$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 69/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

2.2.3 Cálculo vano regulador

El vano de cálculo o regulador se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá dado por la expresión:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

Siendo:

- b_i : distancia en línea recta entre los puntos de fijación del conductor en el vano i .
- a_i : proyección horizontal de b_i

En el caso de apoyos a nivel se tiene:


$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Este valor es el indicado en las tablas. Para cada uno de ellos y en cada estado, la tracción horizontal es constante, por lo que la flecha individual de un vano concreto " a_i " en una serie de vano regulador " a_r " es:

$$\text{flecha}_{\text{vano a regular}} = \text{flecha}_{\text{vano regulador}} \cdot \left(\frac{\text{flecha}_{\text{vano a regular}}}{\text{flecha}_{\text{vano regulador}}} \right)^2$$

2.3 TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

En los anexos a la memoria se presentan las tablas del cálculo mecánico de conductores para los diferentes tipos de cables y que resultan de aplicar la ecuación de cambio de condiciones, para cada una de las hipótesis de cálculo anteriores. Las flechas de regulación de los vanos pertenecientes a cada una de las series de cálculo se determinarán a partir de la expresión indicada en el apartado anterior.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 70/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

3 CÁLCULO DE LOS APOYOS

Para el dimensionamiento de cada uno de los apoyos se han considerado las acciones de cargas y sobrecargas que recoge el Reglamento de Líneas de Alta Tensión para las zonas A y combinadas en la forma y condiciones especificadas en el apartado 3 de la ITC-LAT 07 del citado reglamento.

3.1 ACCIONES A CONSIDERAR

ACCIONES	VALORES	TIPO DE APOYO
CARGAS PERMANENTES	Peso propio de apoyos, cimentaciones, conductores, cables de tierra, aisladores, herrajes y accesorios.	TODOS
SOBRECARGAS DE HIELO	Manguito = $0,18 \sqrt{d}$ daN/m en zona B Manguito = $0,36 \sqrt{d}$ daN/m en zona C	TODOS
SOBRECARGAS DE VIENTO DE 120 Km/h	$81,67 \cdot d$ daN/m sobre cables con $d \leq 16$ mm $68,055 \cdot d$ daN/m sobre cables con $d > 16$ mm $95,3$ daN/m ² sobre aisladores	TODOS
DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	15% de las tracciones máximas de todos los cables	SUSPENSIÓN
	50% de las tracciones máximas de todos los cables	ANCLAJE
	100% de las tracciones máximas de todos los cables	FIN DE LÍNEA
ROTURA DE CONDUCTORES	50% de la tracción máxima de un conductor de líneas Sx y de un subconductor en líneas Dx en apoyos con cadenas verticales.	SUSPENSIÓN
	100% de la tracción máxima de un conductor en líneas Sx y de un subconductor en líneas Dx en apoyos con cadenas horizontales.	ANCLAJE
	Falta de una fase.	FIN DE LÍNEA
ROTURA DE CABLE DE TIERRA	100% de la rotura de un cable de tierra	TODOS
RESULTANTE DE ÁNGULO	Resultante transversal de ángulo por las tracciones de conductores y cables de tierra.	ÁNGULO

3.1.1 Hipótesis a considerar

Los apoyos a instalar han sido calculados teniendo en cuenta las siguientes funciones y coeficientes:

ID. Nº APOYO	Modelo	Función RLAT	Coef. Seg
LAT 66kV SC Carmona – El Viso del Alcor			
Nº5	AL-1 66kV 30-31m	SUS-AL	Reforzado
Nº10	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Normal
Nº11	AL-1 66kV 30-18m	SUS-AL	Normal
Nº14	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Normal
Nº16	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Normal
Nº17	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Reforzado
Nº19	AL-1 66kV 30-15m	SUS-AL	Normal
Nº20	AL-1 66kV 30-18m	SUS-AL	Normal
Nº23	AL-1 66kV 30-24m	SUS-AL	Normal
Nº26	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Reforzado
Nº29	AL-1 66kV 30-15m	SUS-AL	Normal
Nº31	AL-1 66kV 30-21m	SUS-AL	Reforzado
Nº36	AL-1 66kV 30-27m	SUS-AL	Reforzado



3.2 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

La aplicación de las siguientes fórmulas da lugar a la tabla de cálculo de apoyos, respetándose los coeficientes de seguridad reglamentados.

Según Reglamento, apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, se ha considerado un 25 % superior para las hipótesis normales en el caso de cruzamientos (seguridad reforzada).

ZONA DE CÁLCULO A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	ALINEACIÓN: No aplica.	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad de 120 km/h y a la temperatura de -5 °C.				

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

e-Distribución Redes Digitales				
Gestión de Proyectos y Construcción				
Proyectos AT				
TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.4)		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad de 120 km/h y a la temperatura de -5 °C.				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal		
		T = Esfuerzo transversal		


Anexo I – Cálculos justificativos aéreos

Página 26

e-Distribución Redes Digitales Gestión de Proyectos y Construcción Proyectos AT					
ZONAS DE CÁLCULO B Y C					
TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo + Viento)		4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)		
Suspensión de Alineación	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).
	T	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h., sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	ALINEACIÓN: No se aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	ALINEACIÓN: No se aplica.
	L		No aplica.		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará: 1ª Hipótesis: sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad de 120 km/h y a la temperatura de -10°C en zona B y -15°C en zona C. Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.					
V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal					

Anexo I – Cálculos justificativos aéreos

Página 27

e-Distribución Redes Digitales Gestión de Proyectos y Construcción Proyectos AT					
					
TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (VIENTO)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES)
			(HIELO)	(HIELO + VIENTO)	
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h., sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L		No aplica.		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad 120 km/h., sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará: 1ª Hipótesis: sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad de 120 km/h y a la temperatura de -10°C en zona B y -15°C en zona C. Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.					
V = Esfuerzo vertical			L = Esfuerzo longitudinal		
			T = Esfuerzo transversal		



3.3 CÁLCULO DE ESFUERZOS

3.3.1 Apoyos de Alineación

Zona A

Cargas	1ª Hipótesis (viento)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$
T (Transversal)	$n \cdot F_T$	0	0
L (longitudinal)	0	$n \cdot (\% des) \cdot T_v$	$(\% rot) \cdot T_v$

n = número de subconductores del haz

T_v = tensión horizontal en el conductor a - 5°C con viento reglamentario, 120 km/h (1ª, 2ª y 3ª categoría), 140 km/h (categoría especial)


$$P_{cond} = n \cdot p_{cond} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_v}{p} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \text{ (daN)}$$

$$F_T = q \cdot \phi \cdot 10^{-3} \frac{a_1 + a_2}{2}$$

q = presión de viento reglamentaria sobre conductores

% des = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación 8% ($U_n \leq 66kV$), 15% ($U_n > 66kV$)

% rot = coeficiente de rotura para apoyos de alineación en % de la tensión del cable roto; 50% ($n = 1$ ó 2), 75% ($n = 3$), 100% ($n \geq 4$)



e-Distribución

Redes Digitales

Gestión de Proyectos y Construcción

Proyectos AT

Zona B y C

Cargas	1ª Hipótesis (viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$	$P_{cond+hielo} + P_{cadena} + P_{herr}$	$P_{cond+hielo} + P_{cadena} + P_{herr}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$
T (Transversal)	$n \cdot F_T$	0	0	0
L (longitudinal)	0	0	$n \cdot (\% des) \cdot T_v$	$(\% rot) \cdot T_v$

n = número de subconductores del haz

T_v = tensión horizontal en el conductor a -10°C en zona B, -15°C en zona C con viento reglamentario, 120 km/h

T_h = tensión horizontal en el conductor a -15°C en zona B, -20°C en zona C con sobrecarga de hielo según zona

$$P_{cond} = n \cdot p_{cond} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_v}{p} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] (daN)$$
$$P_{cond+hielo} = n \cdot p_{aparente} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_h}{p} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] (daN)$$
$$F_T = q \cdot \phi \cdot 10^{-3} \frac{a_1 + a_2}{2} (daN)$$

q = presión de viento reglamentaria sobre conductores

% des = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación 8% ($U_n \leq 66kV$), 15% ($U_n > 66kV$)

% rot = coeficiente de rotura para apoyos de alineación en % de la tensión del cable roto; 50% ($n = 1 \text{ ó } 2$), 75% ($n = 3$), 100% ($n \geq 4$)

Anexo I – Cálculos justificativos aéreos

Página 30



3.3.2 Apoyos de Anclaje - Alineación

Zona A

Cargas	1ª Hipótesis (viento)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrajes}$
T (Transversal)	$n \cdot F_T$	0	0
L (longitudinal)	0	$n \cdot (\% des) \cdot T_{v1}$	$(\% rot) \cdot T_{v1}$

n = número de subconductores del haz

T_{v1} = tensión horizontal en el conductor, en el vano anterior a

– 5ªC con viento reglamentario, 120 km/h (1ª, 2ª y 3ª categoría), 140 km/h (categoría especial)

T_{v2} = tensión horizontal en el conductor, en el vano posterior a

– 5ªC con viento reglamentario, $120 \frac{km}{h}$ (1ª, 2ª y 3ª categoría), 140 km/h (categoría especial)

Nota: Se ha considerado $T_{v1} > T_{v2}$

$$P_{cond} = n \cdot p_{cond} \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p} \cdot \frac{d_1}{a_1} + \frac{T_{v2}}{p} \cdot \frac{d_2}{a_2} \right] (daN)$$

$$F_T = q \cdot \phi \cdot 10^{-3} \frac{a_1 + a_2}{2}$$

q = presión de viento reglamentaria sobre conductores

% des = coeficiente de desequilibrio para apoyos de anclaje 50%

% rot = coeficiente de rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura del haz; 100% ($n = 1$), 50% ($n \geq 2$)

Cargas	1ª Hipótesis (viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrerajes}$	$P_{cond+hielo} + P_{cadena} + P_{herr}$	$P_{cond+hielo} + P_{cadena} + P_{herr}$	$P_{cond} + P_{cadena} + P_{herrerajes}$
T (Transversal)	$n \cdot F_T$	0	0	0
L (longitudinal)	0	0	$n \cdot (\% des) \cdot T_v$	$(\% rot) \cdot T_v$

T_{v1} = tensión horizontal en el conductor a -10^{a}C en zona B, -15^{a}C en zona C con viento reglamentario, 120 km/h

T_h = tension horizontal en el conductor a -15°C en zona B, -20°C en zona C con sobrecarga de hielo segun zona

$$P_{cond} = n \cdot p_{cond} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_v \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right)}{p} \right] (daN)$$

$$P_{cond+hielo} = n \cdot p_{parente} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_h \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right)}{p} \right] (daN)$$

$$F_T = q \cdot \phi \cdot 10^{-3} \frac{a_1 + a_2}{2} (daN)$$

q = presión de viento reglamentaria sobre conductores

%des = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación 8% ($U_n \leq 66kV$), 15% ($U_n > 66kV$)

% rot = coeficiente de rotura para apoyos de alineación en % de la tensión del cable roto; 50% ($n = 162$), 75% ($n = 3$), 100% ($n \geq 4$)

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 81/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFGTZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



$$R_{angulo} = 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} (daN)$$

$$R_{angulo-hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2} (daN)$$

3.3.2.1 1ª HIPÓTESIS (CARGAS PERMANENTES)

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis (Esf. Resist.), son coincidentes con un viento de 120 km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

ESFUERZO VERTICAL

Las cargas verticales que deberá soportar el apoyo será la suma de las siguientes cargas:

- 1- Peso de los herrajes y elementos adicionales $P_{herrajes} = n \cdot P_{unitario_herrajes}$
- 2- Peso de la cadena de aisladores $P_{cadena} = n \cdot P_{unitario_cadena}$
- 3- Peso de la cruceta $P_{cruceta}$
- 4- Peso del conductor (según teoría del gravivano)

Zona A:
$$P_{cond} = n_{cond} \cdot p_{cond} \left[\left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{T_v}{p_{aparente_viento}} \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] (daN)$$

Zona B y C
$$P_{cond} = n_{cond} \cdot \left[p_{aparente_hielo} \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T_h \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] (daN)$$

ESFUERZO TRANSVERSAL

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo en sentido transversal a la línea, por cada punto de fijación de los conductores, será:

$$F_T = n_{cond} \cdot P_v \cdot d \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Este esfuerzo transversal debido al viento sobre los conductores está aplicado en el punto de fijación de cada conductor.

El viento sobre el apoyo será:

$$F_{T_apoyo} = P_v \cdot A_{perp}$$

ESFUERZO LONGITUDINAL

No aplica. Con cadenas de suspensión no se transmiten esfuerzos longitudinales al apoyo.

3.3.2.2 2ª HIPÓTESIS (HIELO / HIELO + VIENTO)

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (Esf. Resist.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

ESFUERZO VERTICAL

Las cargas verticales que deberá soportar el apoyo será:

- | | | | |
|----|---|---|-----------|
| 1- | Peso de los herrajes y elementos adicionales | $P_{herrajes} = n \cdot P_{unitario_herrajes}$ | |
| 2- | Peso de la cadena de aisladores | $P_{cadena} = n \cdot P_{unitario_cadena}$ | |
| 3- | Peso de la cruceta | P_{crucea} | |
| 4- | Peso del conductor (según teoría del gravivano) | Zona A: | No aplica |

En líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría:

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 82/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXP87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 83/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



Zona B y C

1ª,2ª y 3ª categoría: $P_{cond} = 3 \cdot n_{cond} \cdot \left[p_{aparente_hielo} \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T_h \left(\frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] (daN)$

$p_{aparente_hielo} = P_{cond} + P_{hielo} (daN)$

Categoría especial: $P_{ap_v+h} = \sqrt{(P_{cond} + P_{hielo})^2 + P_{v(60)} (daN)}$

ESFUERZO TRANSVERSAL

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales a la línea en líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría.

En **líneas de categoría especial** esta hipótesis se convierte en “hielo+viento”, considerando un viento de 60 km/h aplicado al conductor con el espesor de manguito de hielo correspondiente considerando un peso volumétrico específico del hielo de 750 daN/m³.

El espesor del manguito de hielo para zona B será:

$$e = \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{0,001 \cdot 0,18 \cdot \sqrt{d}}{0,000000001 \cdot \rho_{hielo} \cdot \pi} \cdot \frac{d}{2}}$$

Por lo que el esfuerzo transversal en la hipótesis de viento+hielo será:

$$F_T = n_{cond} \cdot P_{v60} \cdot (d + 2 \cdot e) \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 84/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



ESFUERZO LONGITUDINAL

No aplica. Con cadenas de suspensión no se transmiten esfuerzos longitudinales al apoyo

3.3.2.3 3ª HIPÓTESIS (DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES):

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (Esf. Resist.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

ESFUERZO VERTICAL

Las cargas verticales serán igual que en la segunda hipótesis.

ESFUERZO TRANSVERSAL

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para este tipo de apoyos.

ESFUERZO LONGITUDINAL

Para líneas de tensión igual o inferior a 66kV se considera un esfuerzo longitudinal equivalente al 8% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cable de tierra. Este esfuerzo se considera distribuido en el eje del apoyo a la altura de los de fijación de los conductores y cable de tierra.

Para líneas de tensión superior a 66kV se considerará un esfuerzo longitudinal equivalente al 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores y cables de tierra, teniendo en cuenta los esfuerzos de torsión que pudieran aparecer.

$$F_L = n_{cond} \cdot T_n \cdot \frac{8}{100} \text{ daN para } U_n \leq 66kV$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 85/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87L FNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



$$F_L = n_{cond} \cdot T_h \cdot \frac{15}{100} daN \text{ para } U_n > 66kV \text{ (1ª, 2ª y 3ª categoría)}$$

$$F_L = n_{cond} \cdot T_{h+v} \cdot \frac{15}{100} daN \text{ para } U_n > 66kV \text{ (categoría especial)}$$

3.3.2.4 4ª HIPÓTESIS (CARGA DE ROTURA):

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (Esf. Resist.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

ESFUERZO VERTICAL

Las cargas verticales serán igual que en la segunda hipótesis.

ESFUERZO TRANSVERSAL

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para este tipo de apoyos.

ESFUERZO LONGITUDINAL

En este tipo de apoyos se considerará un esfuerzo unilateral, correspondiente a la rotura de un solo conductor o cable de tierra, ap aplicado en el punto que se produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento de apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

$$F_L = T_h \cdot \frac{50}{100} daN \text{ para líneas simplex o duplex}$$

$$F_L = T_h \cdot \frac{50}{100} daN \text{ para líneas triplex}$$

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 86/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



$F_L = T_h \cdot daN$ para líneas cuadruplex

ESFUERZO LONGITUDINAL

No aplica, con cadenas de suspensión no se transmiten esfuerzos longitudinales al apoyo

Se considerará un esfuerzo longitudinal igual al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta, por consiguiente, la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

En este caso:

$F_L = n_{cond} \cdot T_v$


3.4 CÁLCULO DE CIMENTACIONES

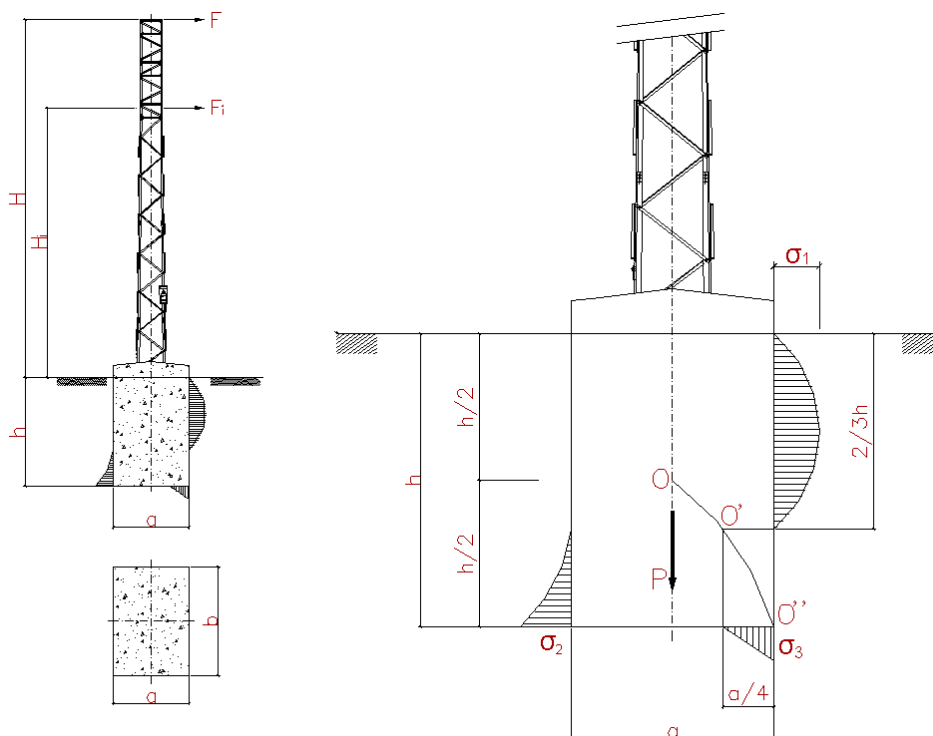
Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

3.4.1 Cimentación tipo monobloque

La cimentación de los apoyos tipo monobloque será prismática de sección cuadrada. Su estabilidad, que está fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, se ha calculado por el fabricante de los apoyos mediante la fórmula de Sulzberger internacionalmente aceptada, de manera que la tangente del ángulo de giro de la cimentación necesario para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno sea inferior a 0,01, según todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-07 del R.L.A.T.

El método de Sulzberger se basa en aceptar que el centro de giro de la cimentación está, para terrenos medios de tipo plástico y elástico, a un tercio de la profundidad y a un cuarto de la base, según indica la figura.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 87/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



Para otros tipos de terreno el centro de giro O' varía entre el punto O en el eje de la cimentación, para terrenos muy blandos, y el punto O" en el borde de ésta, para terrenos muy duros, tipo roca.

El momento exterior de vuelco para un esfuerzo exterior "F" en punta y otros esfuerzos "Fi" repartidos a lo largo del apoyo es:

$$M_v = F \cdot \left(H + \frac{2}{3} \cdot h \right) + \sum F_i \cdot \left(H_i + \frac{2}{3} \cdot h \right)$$

El momento estabilizador de vuelco que equilibra el momento exterior es el resultante de las fatigas que aporta la resistencia del terreno, y que se han indicado en la figura anterior, y el peso propio del bloque.

Según los estudios de la fórmula de Sulzberger el momento estabilizador tiene la expresión:

$$M_e = M_{eh} + M_{ev} = \frac{b \cdot h^3}{36} \cdot C_h \cdot \operatorname{tg} \alpha + P \cdot a \cdot \left(0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^2 \cdot b \cdot C_k \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \right) [\text{daN} \cdot \text{m}]$$

Siendo:

M_e : Momento estabilizador (daN·m)

M_{eh} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo de la cimentación (daN·m)

M_{ev} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo de macizo de la cimentación (daN·m)

C_h : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a "h" metros de profundidad (daN/m³)

C_k : Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo de la excavación (daN/m³)

$\operatorname{tg} \alpha$: Tangente del máximo ángulo de rotación admisible ($\operatorname{tg} \alpha = 0,01^\circ$ - $\alpha = 34' 22''$)

a: Anchura del macizo en la dirección longitudinal de los esfuerzos F (m)

b: Anchura del macizo en la dirección transversal de los esfuerzos F (m)

h: Profundidad del macizo.

P: Peso propio del apoyo, del macizo del hormigón y esfuerzo vertical de los conductores (daN)

Sus dimensiones son aquellas que marca el fabricante para los coeficientes de compresibilidad del terreno $K=6 \text{ kg/cm}^3$, $K=8 \text{ kg/cm}^3$, $K=10 \text{ kg/cm}^3$, $K=12 \text{ kg/cm}^3$, $K=14 \text{ kg/cm}^3$ y $K=16 \text{ kg/cm}^3$. Los valores de los coeficientes de compresibilidad (K) se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. En caso de tener un terreno con coeficiente de compresibilidad inferior al indicado por el fabricante se deberá proceder a su validación.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

En la siguiente tabla se especifican las características de las cimentaciones calculadas:

Nº Apoyo	Modelo	a (m)	k= 6 kg/cm³		k= 8 kg/cm³		k= 10 kg/cm³		k= 12 kg/cm³		k= 16 kg/cm³	
			H (m)	Exc. (m³)	H (m)	Exc. (m³)	H (m)	Exc. (m³)	H (m)	Exc. (m³)	H (m)	Exc. (m³)
5	SL-1 66 kV 30-31m	2.17	2.66	12.53	2.48	11.68	2.35	11.07	2.25	10.6	2.1	9.89
10	SL-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
11	SL-1 66 kV 30-18m	1.67	2.49	6.94	2.33	6.5	2.2	6.14	2.11	5.88	1.96	5.47
14	SL-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
16	SL-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
17	SL-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
19	SL-1 66 kV 30-15m	1.56	2.44	5.94	2.28	5.55	2.16	5.26	2.06	5.01	1.92	4.67
20	SL-1 66 kV 30-18m	1.67	2.49	6.94	2.33	6.5	2.2	6.14	2.11	5.88	1.96	5.47
23	SL-1 66 kV 30-24m	1.9	2.58	9.31	2.41	8.7	2.28	8.23	2.18	7.87	2.04	7.36
26	SL-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
29	SL-1 66 kV 30-15m	1.56	2.44	5.94	2.28	5.55	2.16	5.26	2.06	5.01	1.92	4.67
31	SG-1 66 kV 30-21m	1.79	2.55	8.17	2.37	7.59	2.25	7.21	2.15	6.89	2	6.41
36	SL-1 66 kV 30-27m	2.02	2.61	10.65	2.44	9.96	2.31	9.43	2.21	9.02	2.06	8.41

4 COMPROBACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD**4.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES**

La altura mínima de los conductores al terreno, estando aquellos en su posición de máxima flecha vertical, ha de ser la que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$H=D_{add}+D_{el}=5,3+D_{el} \text{ metros, con un mínimo de 6 metros}$$

El valor de D_{el} viene definido en el apartado 5.2. de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea, resultando:

$$H=D_{add}+D_{el}=5,3+0,7=6.00 \text{ m}$$

Se adoptará un mínimo de 7,00 metros según lo indicado en la norma LRZ001 de Endesa Distribución (Especificaciones Técnicas Particulares de Líneas Aéreas de Alta Tensión >36 kV).

La flecha máxima se obtendrá en las hipótesis de 75°C sin sobrecargas ó de 0°C con sobrecarga de hielo, según se refleja en la tabla de cálculo mecánico de conductores.

En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos:

Tensión adoptada (kV)	Nº Afección (S/Planta y Perfil)	ITC-LAT 07 (ap. 5.6.1) (m)	EDISTRIBUCIÓN (LRZ001) (m)	Dist. Real (m)
66	2	6.0	7.0	10.22
66	4	6.0	7.0	18.29
66	11	6.0	7.0	22.2
66	12	6.0	7.0	26.35
66	16	6.0	7.0	10.3
66	18	6.0	7.0	10.57
66	19	6.0	7.0	8.94
66	21	6.0	7.0	8.4
66	22	6.0	7.0	10.53
66	24	6.0	7.0	12.49
66	28	6.0	7.0	7.68

66	33	6.0	7.0	10.49
66	41	6.0	7.0	9.16
66	44	6.0	7.0	11.70
66	45	6.0	7.0	11.19

4.2 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima reglamentaria entre conductores se determina según la fórmula del apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Donde:

D = Separación entre conductores (m).

F = Flecha máxima en metros, según apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión.

D_{pp} = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea ($K'=0,75$)

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, se tomará de la siguiente tabla:

Ángulo de oscilación $\alpha = \arctg \frac{\text{sobrecarga viento}}{\text{peso}}$	Valores de K (Líneas de tensión nominal superior a 30 kV)
Superior a 65°	0,7
Comprendido entre 40° y 65°	0,65
Inferior a 40°	0,6

Tensión (kV)	Vano	Dist. entre conductores ITC-LAT 07 ap. 5.4.1 (m)	Distancia Real (m)
66	1-1bis	2.21	3.00
66	1bis-2	2.21	3.00
66	2-2bis	1.67	3.00
66	2bis-3	1.81	3.00
66	3-4	2.40	3.00
66	4-5	2.80	3.00
66	5-6	2.80	3.00
66	6-7	3.07	4.00
66	7-8	3.07	4.00
66	8-9	2.86	3.00
66	9-10	2.95	3.00
66	10-11	2.80	3.00
66	11-12	2.80	3.00
66	12-13	2.66	3.00
66	13-14	2.67	3.00
66	14-15	2.81	3.00
66	15-16	2.84	3.00
66	16-17	2.84	3.00
66	17-18	2.79	3.00
66	18-19	2.93	3.00
66	19-20	2.93	3.00
66	20-21	2.95	3.00
66	21-22	2.95	3.00
66	22-23	2.87	3.00
66	23-24	2.96	3.00
66	24-25	2.83	3.00
66	25-26	2.52	3.00
66	26-27	2.62	3.00
66	27-28	2.73	3.00
66	28-29	2.83	3.00
66	29-30	2.50	3.00
66	30-31	2.64	3.00

66	31-32	2.89	3.00
66	32-33	2.80	3.00
66	33-34	2.91	3.00
66	34-35	2.91	3.00
66	35-36	2.57	3.00
66	36-37	2.56	3.00
66	38-39	3.09	4.00
66	39-40	3.09	4.00
66	40-41	2.63	3.00

Según lo anteriormente expuesto, a continuación se indican los valores de K para cada una de las hipótesis de flecha máxima indicadas en el apartado 3.2.3 de la ITC 07 aplicables a la línea en proyecto:

Hipótesis 15°C+Viento 120km/h: $\alpha = \arctg \frac{S_v}{p} = 55.16^\circ$ $K = 0.65$

Hipótesis 75°C sin sobrecargas: $\alpha = \arctg \frac{S_v}{p} = 0^\circ$ $K = 0.6$

En la tabla anexa "Distancia entre fases" a la memoria pueden consultarse las separaciones entre conductores necesarias para cada vano de la línea en proyecto, comprobándose que no superan la separación dada por el armado elegido.

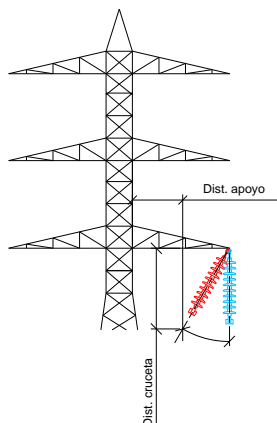
4.3 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES A LOS APOYOS

En el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07 se establece que la separación mínima entre conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 0,2 metros.

D_{el} se obtiene de la tabla 15 del apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, resultando para una tensión de línea de 132 kV, un valor $D_{el} = 1,20$ m

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente

a un viento de velocidad 120 km/h, a la temperatura de -5 °C para zona A, de -10 °C para zona B y -15 °C para zona C.



$$D_{\text{minapoyo}} = \text{Vuelo cruceta} - \text{Long cadena} \cdot \text{sen} \alpha = \text{Dist. Seg}$$

$$\alpha = \arcsen \frac{\text{Vuelo cruceta} - \text{Dist. Seguridad}}{\text{Longitud Cadena}}$$

$$D_{\text{cruceta}} = \text{Longitud Cadena} \cdot \text{cos} \alpha = \text{Distancia Seguridad}$$

$$\alpha = \arccos \frac{\text{Distancia Seguridad}}{\text{Longitud cadena}}$$

En la siguiente tabla se indica el máximo ángulo de oscilación de la cadena de suspensión permitido para cada tipo apoyo con función de alineación con cadenas de suspensión:

TIPO DE APOYO	VUELO CRUCETA (m)	LONGITUD CADENA DE SUSPENSIÓN (m)	DISTANCIA SEGURIDAD (M)	ÁNGULO MÁXIMO DE OSCILACIÓN DE CADENAS PERMITIDO (°)
Apoyo tipo 1	1.5	1.0	0.7	53.16

A continuación se indican los ángulos de oscilación de las cadenas, en función de los vanos de peso, para cada uno de los apoyos proyectados:

Nº	D-280	
	ÁNGULO. OSCILACION CALCULADO	ÁNGULO. OSCILACION PERMITIDO
1	N/A	53.16°
1bis	N/A	
2	N/A	
2bis	N/A	
3	N/A	
4	33.077	
5	28.644	
6	N/A	

Nº	D-280	
	ANGULO. OSCILACION CALCULADO	ANGULO. OSCILACION PERMITIDO
7	N/A	
8	N/A	
9	30.175	
10	24.562	
11	35.063	
12	29.421	
13	34.018	
14	22.981	
15	40.331	
16	25.618	
17	28.583	
18	29.343	
19	31.821	
20	22.951	
21	38.231	
22	N/A	
23	24.425	
24	33.544	
25	30.962	
26	29.179	
27	N/A	
28	34.388	
29	28.788	
30	33.185	
31	23.402	
32	N/A	
33	31.630	
34	38.242	
35	N/A	
36	26.558	
37	N/A	
38	N/A	
39	N/A	
40	N/A	

Nº	D-280	
	ANGULO. OSCILACION CALCULADO	ANGULO. OSCILACION PERMITIDO
41	N/A	

4.4 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

Respecto a la protección contra descargas atmosféricas (rayos) mediante el empleo de cable de tierra dispuesto en cúpula de apoyos por encima de los conductores, el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión recomienda en su apartado 2.1.7. de la ITC-LAT 07 que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase, no exceda de 35 grados.

En la Línea en proyecto se plantean las siguientes disposiciones de los armados:

ARMADO SL-1. Cadenas de suspensión.

Longitud cúpula : 3,00 m.

Longitud cruceta : 2,00 m.

Longitud cadena de suspensión: 1,00 m.

$$\alpha = \arctg \frac{\text{long cruceta}}{\text{Long cúpula} + \text{long cadena susp}} = \frac{2,00}{3,00 + 1,00} = 26,56^\circ < 35^\circ$$

5 DISTANCIAS EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

En los puntos siguientes se resumen las distancias reglamentarias para los cruzamientos a realizar con cada uno de los organismos afectados.

En el documento PLANOS aparecen reflejadas las distancias existentes en los cruzamientos.

El vano de cruce y los apoyos que lo limitan cumplen las prescripciones especiales que se detallan en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07, solicitando condicionado si procede al Organismo o Entidad afectada.

5.1 LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN

5.1.1 Cruzamientos

En los cruces con líneas eléctricas se sitúa a mayor altura la de tensión más elevada, y en caso de igualdad la de instalación posterior.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior, considerándose los conductores de la línea inferior en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, no es inferior a los valores del apartado 5.6.1 incrementada 0,5 metros tal y como se indica en la norma LRZ001 de E-distribución Redes Digitales(EDISTRIBUCIÓN).

En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos:

Tensión adoptada (kV)	Nº Afección (S/Planta y Perfil)	ITC-LAT 07 (ap. 5.6.1) (m)	EDISTRIBUCIÓN (LRZ001) (m)	Dist. Real (m)
66	2B	2,2	3,5	14,46
66	5	2,2	3,5	10,95
66	10	2,2	3,5	53,74
66	14	2,2	3,5	52,92
66	17	2,2	3,5	67,92
66	20	2,2	3,5	24,18
66	25	2,2	3,5	119,88
66	29	2,2	3,5	8,34
66	30	2,2	3,5	9,75
66	32	2,2	3,5	9,40

66	34	2,2	3,5	91,02
66	35	2,2	3,5	10,96
66	37	2,2	3,5	69,83
66	38	2,2	3,5	99,86
66	39	2,2	3,5	18,90
66	40	2,2	3,5	4,91
66	42	2,2	3,5	13,63
66	43	2,2	3,5	23,62
66	47	2,2	3,5	75,42

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables no debe ser inferior a la especificada en el ap. 5.6.1 de la ITC-LAT 07:

$$D_{min} = D_{add} + D_{pp} \text{ metros}$$

Dicha distancia se aumenta 0,5 metros tal y como se indica en la norma LRZ001 de EDISTRIBUCIÓN. En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos:

Tensión adoptada (kV)	Nº Afeccion (S/Planta y Perfil)	Distancia entre conductores según ap. 5.6.1 ITC-LAT 07 (m)	Distancia entre conductores según EDISTRIBUCIÓN (m)	Distancia Real (m)
66	2B	3,3	3,8	8.05
66	5	3,3	3,8	8.02
66	10	3,3	3,8	12.86
66	14	3,3	3,8	5.14
66	17	3,3	3,8	3.85
66	20	3,3	3,8	4.32
66	25	3,3	3,8	4.24
400	29	7.2	7.7	8.71
220	30	5.5	6.0	11.05
66	32	3,3	3,8	9.57
66	34	3,3	3,8	4.0
66	35	3,3	3,8	8.8
66	37	3,3	3,8	4.48

66	38	3,3	3,8	4.27
66	39	3,3	3,8	4.38
220	40	5.5	6.0	7.59
66	42	3,3	3,8	6.74
66	43	3,3	3,8	10.13
66	47	3,3	3,8	4.04

En el caso de que la línea inferior tenga instalado cable de tierra, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra de la línea inferior no debe ser inferior a la especificada en el ap. 5.6.1 de la ITC-LAT 07 incrementada 0,5 metros tal y como se indica en la norma LRZ001 de EDISTRIBUCIÓN:

$$D_{min} = D_{add} + D_{el} + 0,5 \text{ metros}$$

En la siguiente tabla se indican las distancias mínimas reglamentarias:

Tensión adoptada (kV)	Nº Afección (S/Planta y Perfil)	Distancia entre conductor y cable de tierra según Ap. 5.6.1 ITC-LAT 07 (m)	Distancia entre conductor y cable de tierra según EDISTRIBUCIÓN (m)	Distancia Real (m)
400	29	4.3	4.8	6.01
220	30	3.2	3.7	5.15
220	40	3.2	3.7	4.42

5.1.2 Paralelismos entre líneas eléctricas

Se recomienda una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre los conductores más próximos de una y otra línea.

Además, se también se mantiene una distancia mínima igual a la señalada para separación entre conductores en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07, considerando como valor de U el de la línea de mayor tensión.

5.1.3 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se mantiene entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

5.2 CARRETERAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR**5.2.1 Cruzamientos**

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será la indicada en la norma LRZ001 de EDISTRIBUCIÓN y que se adjunta en la siguiente tabla:

Tensión (kV)	Nº Afección (S/Planta y Perfil)	ITC-LAT 07 ap. 5.7.1 Cat. Normal (m)	ITC-LAT 07 ap. 5.7.1 Cat. Especial (m)	EDISTRIBUCIÓN (m)	Dist.Real (m)
66	1	7	8,2	8,2	10,15
66	15	7	8,2	8,2	10,03
66	49	7	8,2	8,2	13,44

Además, los apoyos se instalan fuera de la zona afectada por la línea límite de edificación y a una distancia superior a vez y media su altura desde la arista exterior de la calzada.

La línea límite de edificación se encuentra, medida desde el borde exterior de la calzada y en función de la categoría de la carretera, a las distancias indicadas a continuación:

Red de carreteras del Estado (Ley 51/74 de carreteras)

- Autopistas, autovías y vías rápidas..... 50 metros
- Resto de carreteras de la red estatal 25 metros

Red de carreteras autonómicas de Andalucía (Ley 8/2001 de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía)

- Vías de gran capacidad 100 metros
- Vías convencionales de la red principal 50 metros
- Resto de carreteras 25 metros

Dado que la modificación proyectada no contempla el cambio de coordenadas de los apoyos entre los cuales se producen cruzamientos con carreteras se obvia la comprobación de distancias horizontales a carreteras.

5.2.2 Paralelismos

En lo referente a la ubicación de apoyos se tienen en cuenta las mismas consideraciones que en el apartado de cruzamientos.

MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 102/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

5.3 PASO POR ZONAS

Se cumple en todo caso lo dispuesto en el apartado 5.12 de la ITC-LAT 07.

5.3.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

Considerando los conductores de la línea en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, con viento de 120 km/h y temperatura de 15°C.

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto, la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en la distancia de la tabla anterior expresada en función de la tensión de la línea.

Tensión (kV)	Nº Afección (S/Planta y Perfil)	ITC-LAT 07 (ap. 5.12.1) (m)	EDISTRIBUCIÓN (LRZ001) (m)	Distancia Real (m)
66	27	2,2	2,7	2,82

5.3.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas

No se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la servidumbre de vuelo, incrementada por una distancia de seguridad a ambos lados de 5,50 metros.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella serán las indicadas en el ap. 5.12.2 de la ITC-LAT 07 incrementada 0,5 metros tal y como se indica en la norma LRZ001 de EDISTRIBUCIÓN. Dado que la línea es existente y únicamente se proyecta un cambio de conductor se procede a comprobar que las distancias cumplir sean suficiente para las construcciones que actualmente se encuentran bajo la zona de servidumbre de la línea.

En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos:

Tensión (kV)	Nº Cruce / S/ PyP	ITC-LAT 07 Ap. 5.12.2 (m)		EDISTRIBUCIÓN (m)		Distancia Real (m)
		Puntos accesibles	Puntos no accesibles	Puntos accesibles	Puntos no accesibles	
66	6	6,20	4,00	6,70	4,50	4,59
66	7	6,20	4,00	6,70	4,50	7,65
66	8	6,20	4,00	6,70	4,50	8,98
66	9	6,20	4,00	6,70	4,50	14,52
66	13	6,20	4,00	6,70	4,50	5,73
66	23	6,20	4,00	6,70	4,50	6,63
66	26	6,20	4,00	6,70	4,50	8,01
66	31	6,20	4,00	6,70	4,50	11,66
66	36	6,20	4,00	6,70	4,50	6,52
66	46	6,20	4,00	6,70	4,50	9,13
66	48	6,20	4,00	6,70	4,50	7,65

PROYECTO DE EJECUCIÓN
L.66KV S/C A/S CARMONA-VISO.
CAMBIO DE CONDUCTOR
TRAMO AÉREO DESDE S.E.T.
CARMONA HASTA APOYO Nº41
DE CONVERSIÓN A/S

EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE
CARMONA Y EL VISO DEL ALCOR
(PROVINCIA DE SEVILLA)

DOCUMENTO 2:
PLANOS

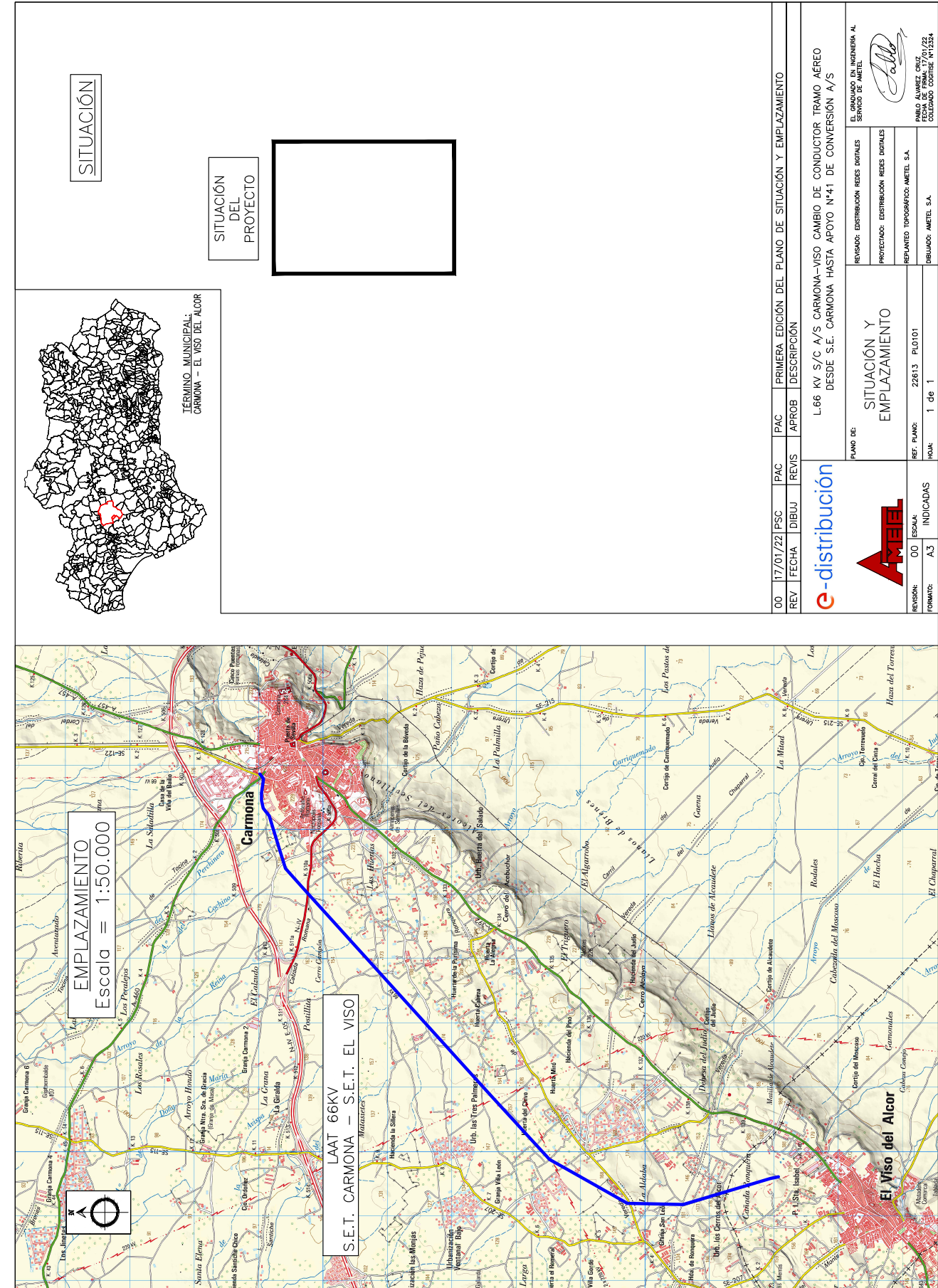
Nº Reg. Entrada: 202299904184814. Fecha/Hora: 26/04/2022 15:46:39

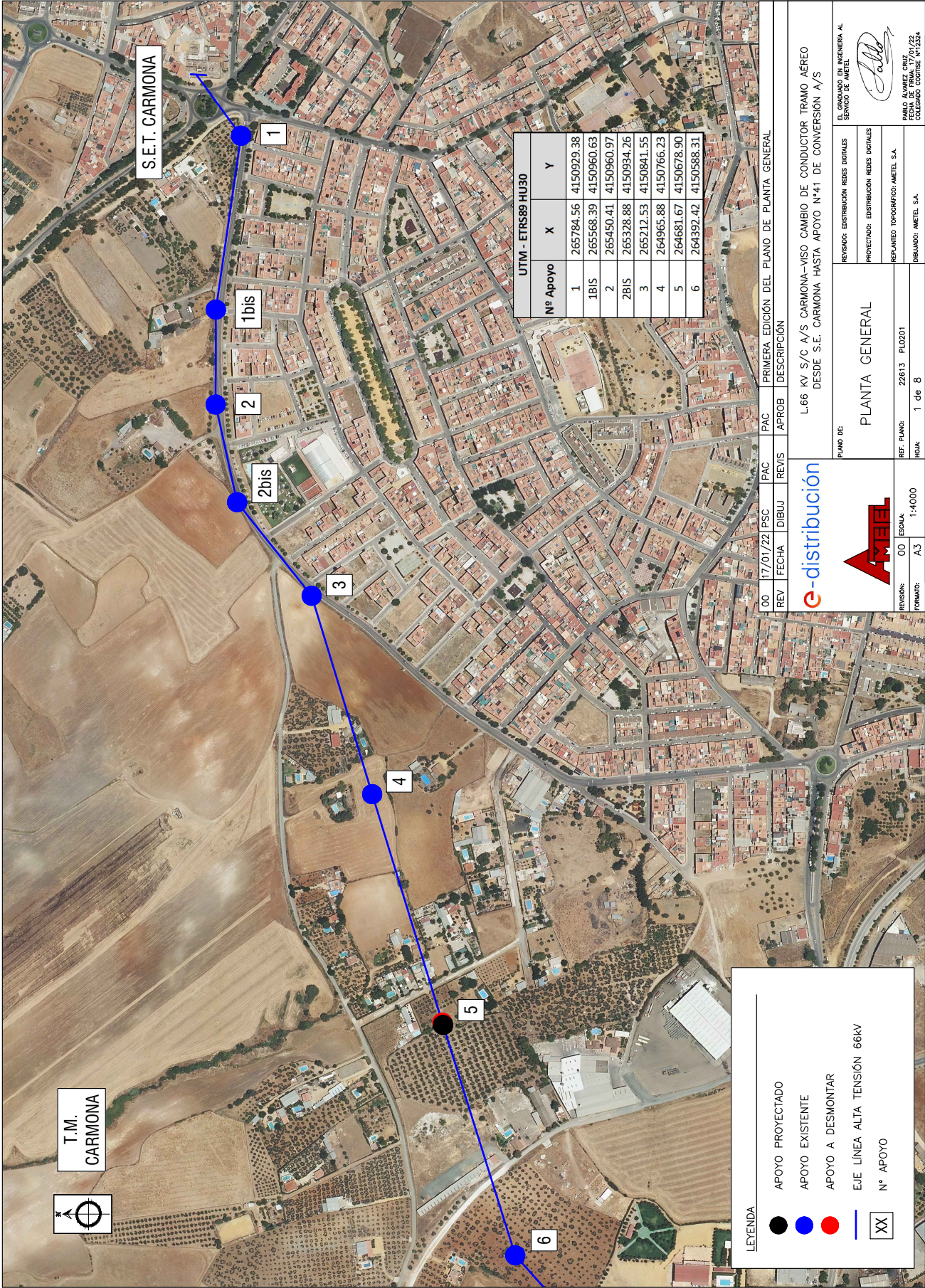
MARIA DEL MAR ITURRATE ARESTE		26/04/2022 15:46	PÁGINA 106/117
VERIFICACIÓN	PEGVE5KYBEXPT87LFNTGZYH556QMVK	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

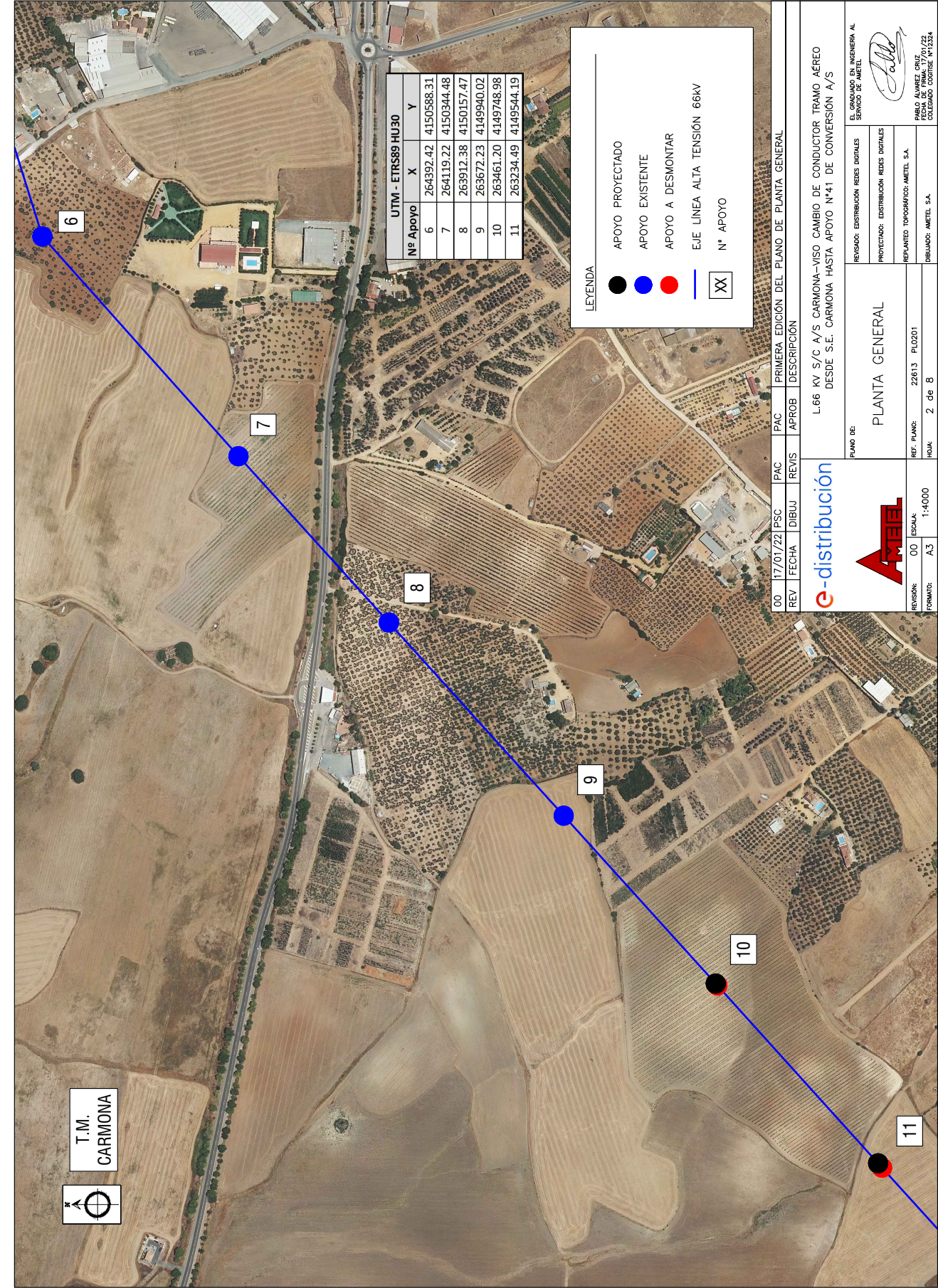
ÍNDICE DOCUMENTO 2: PLANOS

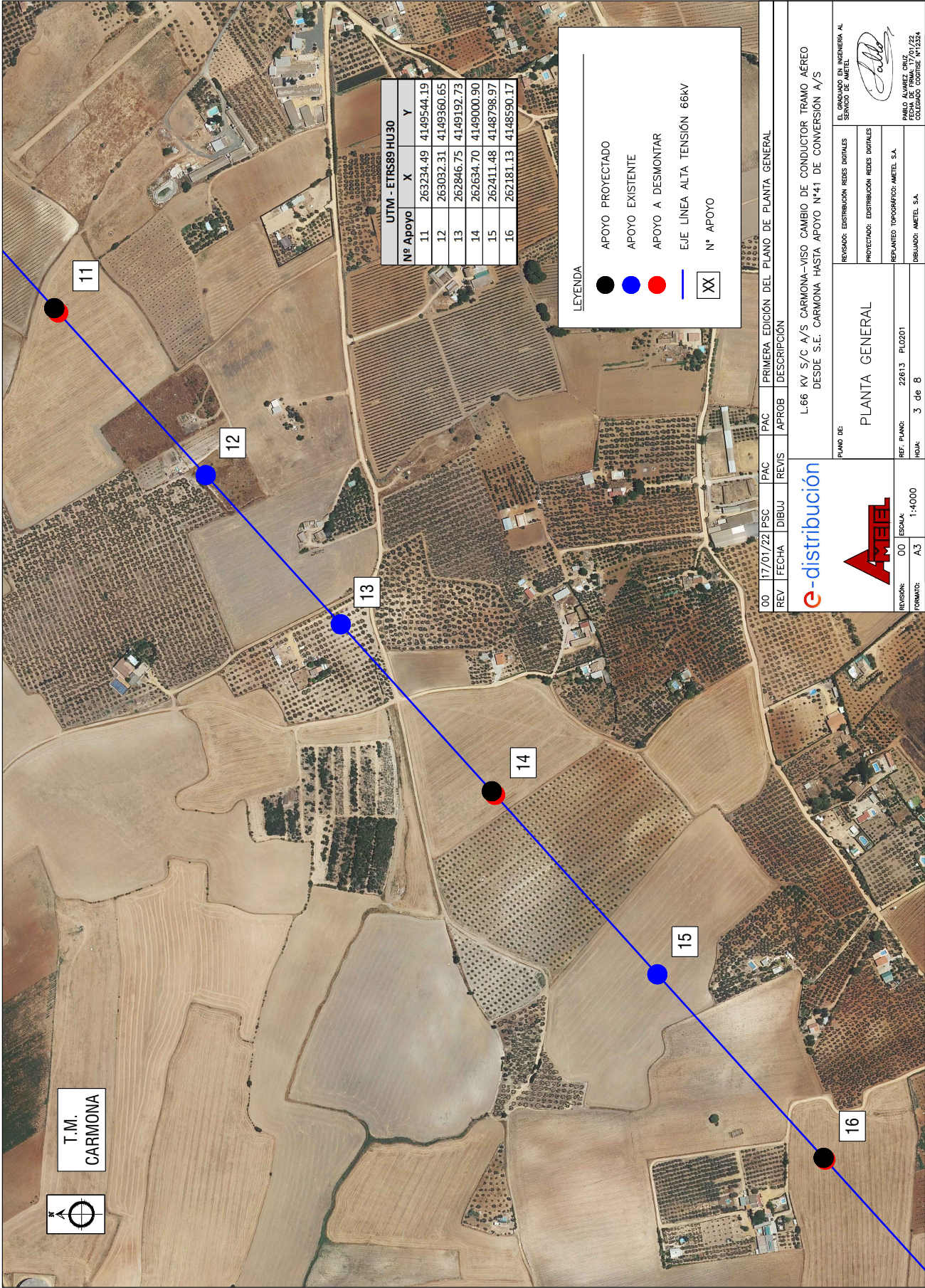
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	22613 PL0101
PLANTA GENERAL	22613 PL0201
PLANTA Y PERFIL	22613 PL0305

Nº Reg. Entrada: 202299904184814. Fecha/Hora: 26/04/2022 15:46:39





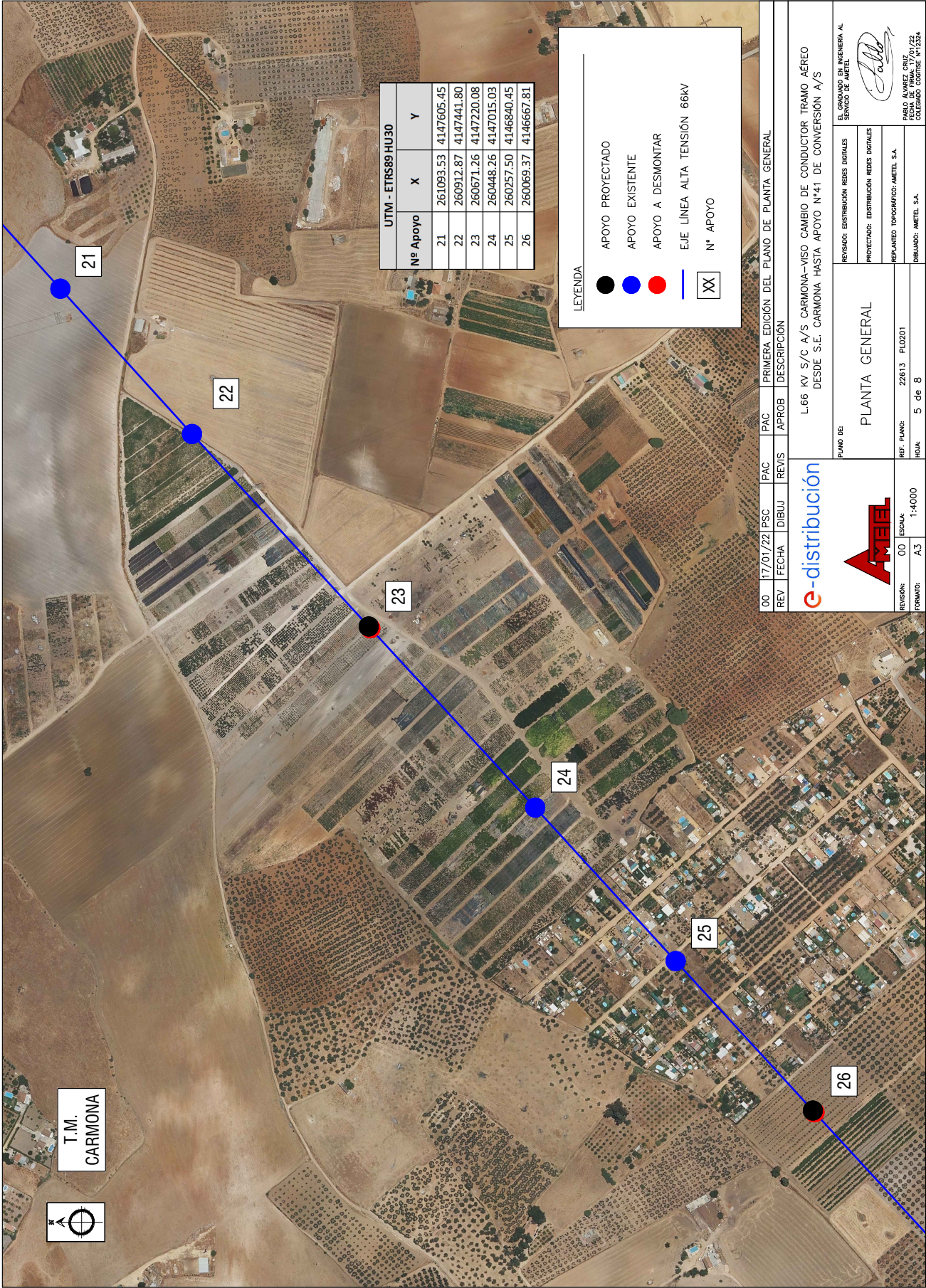




UTM - ETRS89 HU30			
Nº Apoyo	X	Y	
11	263234.49	4149544.19	
12	263032.31	4149360.65	
13	262846.75	4149192.73	
14	262634.70	4149000.90	
15	262411.48	4148798.97	
16	262181.13	4148590.17	

- LEYENDA
- APOYO PROYECTADO
 - APOYO EXISTENTE
 - APOYO A DESMONTAR
 - EJE LINEA ALTA TENSION 66KV
 - XX Nº APOYO

REV	FECHA	PSC	DIBUJ	REVIS	PAC	APROB	DESCRIPCION
00	17/01/22						PRIMERA EDICION DEL PLANO DE PLANTA GENERAL
L.66 KV S/C A/S CARMONA-VISO CAMBIO DE CONDUCTOR TRAMO AEREO DESDE S.E. CARMONA HASTA APOYO N°41 DE CONVERSION A/S							
PLANO DE:				PLANTA GENERAL			
REVISADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES				EL GRUPO EN INGENIERIA AL SERVICIO DE AMTEL			
PROYECTADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES				PABLO ALVAREZ CRUZ, 225			
REFANTO TOPOGRAFICO: AMTEL S.A.				COLEGIO: DORTICE, N°1324			
DELUADO: AMTEL S.A.							
REVISION:	00	ESCALA:	1:4000	REF. PLANO:	22613	PLC201	
FORMATO:	A3			HOJA:	3	de 8	



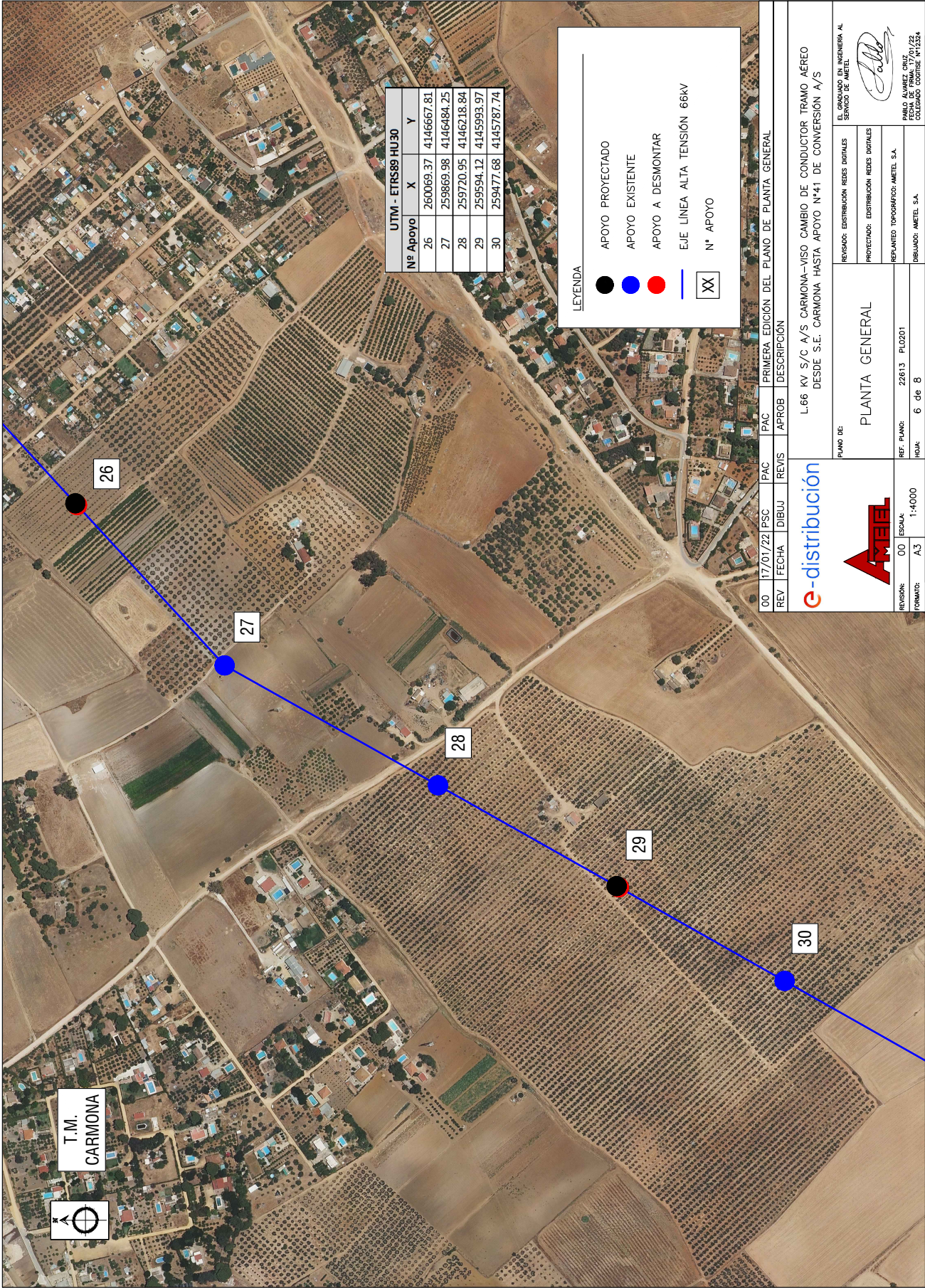
UTM - ETRS89 HU30			
Nº Apoyo	X	Y	
21	261093.53	4147605.45	
22	260912.87	4147441.80	
23	260671.26	4147220.08	
24	260448.26	4147015.03	
25	260257.50	4146840.45	
26	260069.37	4146667.81	

- LEYENDA
- APOYO PROYECTADO
 - APOYO EXISTENTE
 - APOYO A DESMONTAR
 - EJE LINEA ALTA TENSION 66KV
 - XX Nº APOYO

00	17/01/22	PSC	PAC	PAC	PRIMERA EDICIÓN DEL PLANO DE PLANTA GENERAL
REV	FECHA	DIBUJ	REVIS	APROB	DESCRIPCIÓN
e-distribución					L.66 KV S/C A/S CARMONA-VISO CAMBIO DE CONDUCTOR TRAMO AEREO DESDE S.E. CARMONA HASTA APOYO N°41 DE CONVERSIÓN A/S
PLANO DE					EL GRUPO EN INGENIERIA AL SERVICIO DE AMTEL
PLANTA GENERAL					REVISADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES
					PROYECTADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES
					REFUTADO TOPOGRAFICO: AMTEL S.A.
					DIBUJADO: AMTEL S.A.
REVISION:	00	ESCALA:	1:4000	REF. PLANO:	22613 PL0201
FORMATO:	A3			HOJA:	5 de 8



PABLO ALVAREZ CRUZ
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES
COLEGIO: COITEL N°1324



UTM - ETRS89 HU30		
Nº Apoyo	X	Y
26	260069.37	4146667.81
27	259869.98	4146484.25
28	259720.95	4146218.84
29	259594.12	4145993.97
30	259477.68	4145787.74

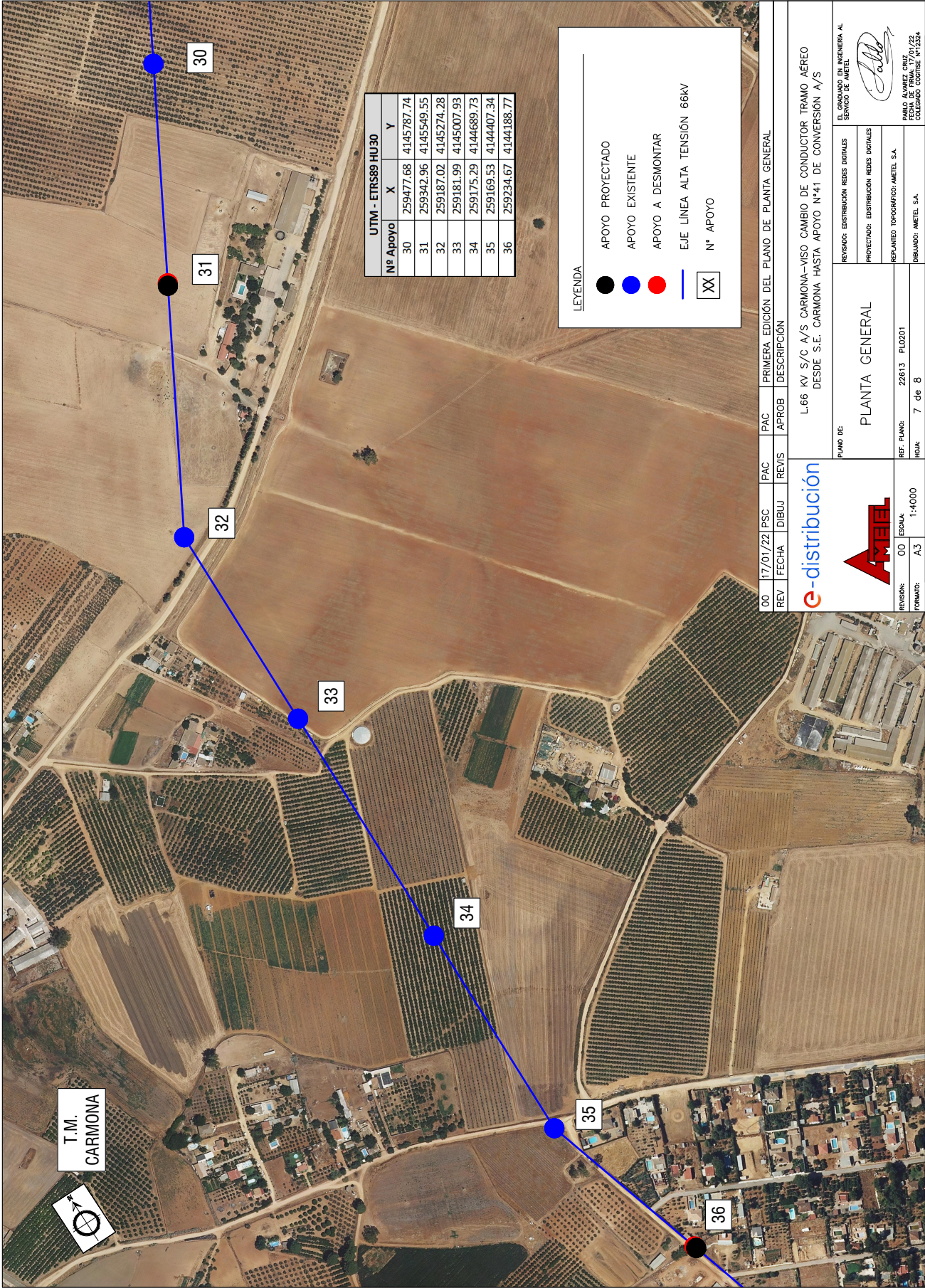
LEYENDA

- APOYO PROYECTADO
- APOYO EXISTENTE
- APOYO A DESMONTAR
- EJE LINEA ALTA TENSION 66KV
- XX Nº APOYO

REV	FECHA	PSC	DIBUJ	PAC	APROB	DESCRIPCION
00	17/01/22					PRIMERA EDICION DEL PLANO DE PLANTA GENERAL
L.66 KV S/C A/S CARMONA-VISO CAMBIO DE CONDUCTOR TRAMO AEREO DESDE S.E. CARMONA HASTA APOYO N°41 DE CONVERSION A/S						
PLANTA GENERAL						
EL GRUPO EN INGENIERIA AL SERVICIO DE AMTEL						
REVISADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES						
PROYECTADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES						
REFILANTEO TOPOGRAFICO: AMTEL S.A.						
DEBILUADO: AMTEL S.A.						
PABLO ALVAREZ CRUZ, 25 COLEGADO: COITISE Nº1324						
REF. PLANO: 22613 PL0201						
HQA: 6 de 8						
REVISION: 00 ESCALA: 1:4000						
FORMATO: A3						

e-distribución





00	17/01/22	PSC	PAC	PAC	PRIMERA EDICIÓN DEL PLANO DE PLANTA GENERAL
REV	FECHA	DIBUJ	REVIS	APROB	DESCRIPCIÓN
e-distribución					L.66 KV S/C A/S CARMONA-VISO CAMBIO DE CONDUCTOR TRAMO AEREO DESDE S.E. CARMONA HASTA APOYO N°41 DE CONVERSIÓN A/S
PLANTA GENERAL					EL GRUPO EN INGENIERIA AL SERVICIO DE IMTEL
REVISADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES					PROYECTADO: DISTRIBUCION REDES DIGITALES
REFUTADO: TOPOGRAFICO: IMTEL S.A.					DIBUJADO: IMTEL S.A.
REF. PLANO: 22613 PL0201					PAULO ALVAREZ CRUZ, 22613 COLEGIO: COLEGIO S. N. 1234
FORMATO: A3					INICIAL: 7 de 8

