



Executing your renewable vision

LINEA DE EVACUACIÓN 132 kV SE CAMPOS 132/33 kV – APOYO ENTRONQUE

SP.0068.2.M.GN.301-7A

MEMORIA DESCRIPTIVA

MULA, MURCIA (ESPAÑA)

Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	01/12/2020	Emisión Inicial	JBM	JJP	JBM
1A	11/12/2020	Memoria Descriptiva completa	CMF	JJP	JBM
2A	30/03/2021	Modificación por LAT	CMF	JJP	JBM
3A	12/09/2022	Cambio de emplazamiento de SE Campos	CMF	IMJ	JBM
4A	27/10/2022	Reducción de potencia	CMF	IMJ	JBM
5A	03/03/2023	Desplazamiento de SET Campos y entronque en LAT 132 kV	JLS	JJP	JBM
6A	18/04/2023	Comentarios de cliente. Se corrigen erratas.	JLS	JJP	JBM
7A	08/05/2023	Se eliminan tramos II y III. Triple circuito y tramo subterráneo.	JLS	JJP	JBM

Sevilla, mayo de 2023

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

1	OBJETO	5
2	PROMOTOR E INGENIERÍA	5
3	EMPLAZAMIENTO	6
4	TRAZADO DE LA LÍNEA	6
5	REQUISITOS DE DISEÑO	8
6	LEGISLACIÓN APLICADA	9
7	RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS	10
■	Relación de cruzamientos con carreteras.....	10
■	Cruzamientos con Hidrografía.....	10
■	Cruzamientos con Caminos Públicos.....	13
■	Cruzamientos con Líneas Eléctricas o Telecomunicación existentes	17
■	Cruzamientos con Vías Pecuarias.....	18
8	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	19
■	Características Generales de la Línea Aérea de Alta Tensión	19
■	Datos Topográficos	20
■	Accesos	21
■	Aislamiento de Materiales.....	22
■	Conductor de Fase empleado Línea Aérea Alta Tensión	23
■	Cable de Protección empleado Línea Aérea de Alta Tensión.....	23
■	Apoyos	24
■	Armados.....	25
■	Aislamientos y Herrajes	28
■	Formación de Cadenas	29
■	Empalmes, Conexiones y Retenciones.....	31
■	Vibraciones	32
■	Protección de la Avifauna.....	32
■	Cimentaciones	33
■	Sistemas de Puesta a Tierra	35
■	Distancias mínimas de seguridad	38



■	Numeración y aviso de peligro	47
■	Cruzamientos de línea eléctrica con autovías y carreteras	47
9	CRONOGRAMA.....	47



1 OBJETO

El objeto de este proyecto es el diseño de una línea eléctrica de evacuación de 132 kV con capacidad de transporte suficiente para evacuar la energía eléctrica generada en la Planta Fotovoltaica CAMPOS de 74,054 MWp y 70,40 MW de potencia instalada que se encuentra en fase de proyecto, desde SE Campos 33/132 kV hasta un apoyo de entronque, desde esta estructura se conectará con SE Colectora 132/400 kV, pero esta parte será objeto de otro expediente. La línea se diseñará para una capacidad de 70 MVA.

2 PROMOTOR E INGENIERÍA

Se redacta por encargo de la empresa ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L. con domicilio a efectos de notificación en, C/ Ribera del Loira nº 60, Madrid, como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACION SOCIAL:** ENEL GREEN POWER ESPAÑA S.L.
- **CIF:** B-61234613
- **DIRECCION SOCIAL:** C/ Ribera del Loira, nº 60, Madrid
- **PERSONA DE CONTACTO:** Noelia Rojo Celemín

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Juan Luis Barandiarán Muriel, Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 931, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1ºI, 41001, SEVILLA.

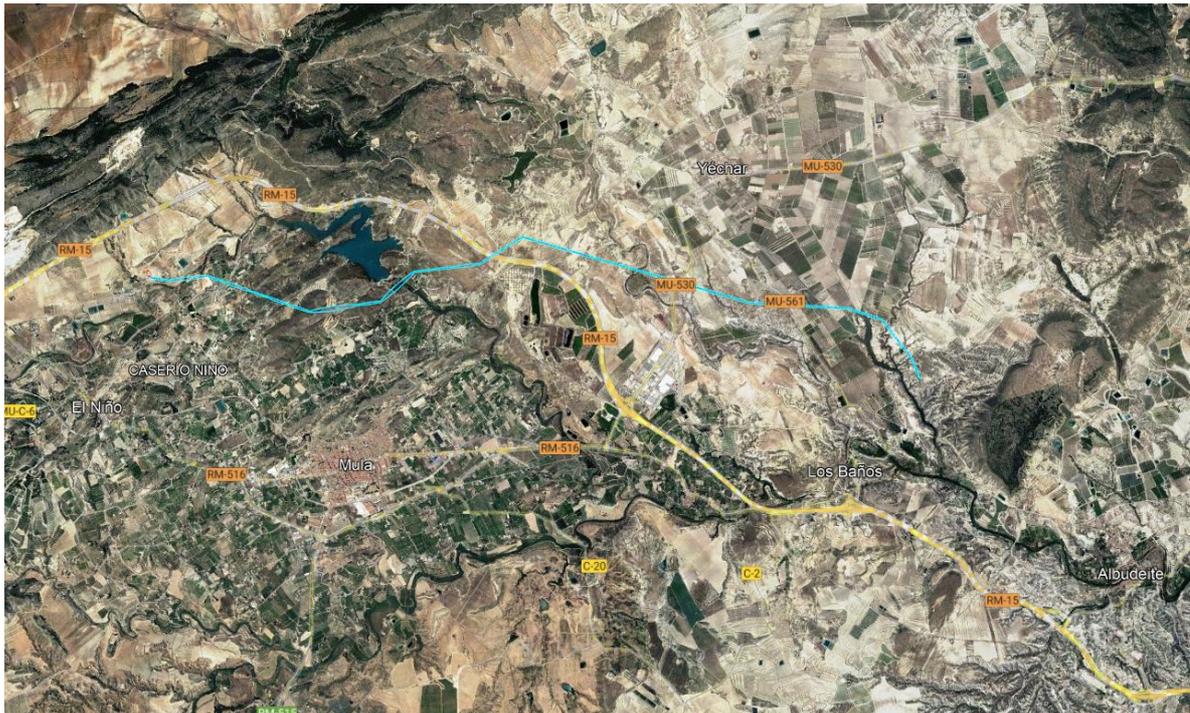
- **INGENIERÍA:** INGENOSTRUM S.L.
- **CIF:** B-91.832.873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Juan Luis Barandiarán Muriel
- **TITULACIÓN:** Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), 931-COGITI-Cáceres



3 EMPLAZAMIENTO

El trazado de la línea se inicia en el pórtico de la nueva Subestación Campos 33/132 kV y finalizará en el apoyo de entronque, de otra línea objeto de otro expediente, todo el recorrido transcurre por el término municipal de Mula (Murcia).

Figura 1.- Localización LAT 132 kV SET Campos – AP_ENTRONQUE.



4 TRAZADO DE LA LÍNEA

La longitud total de la línea de evacuación es de 10.225,15 metros y está constituida por un solo tramo:

- Tramo I (aéreo): Se trata de un tramo en simple circuito, con un conductor por fase. Comienza en el pórtico de la nueva subestación Campos 33/132 kV y finaliza en el apoyo AP_ENTRONQUE, objeto de otro expediente. Tiene una longitud de 10.225,15 metros.



Las coordenadas del trazado correspondiente a los tramos aéreos de la línea son las siguientes:

Tabla 2.- Coordenadas del trazado de la Línea de Evacuación 132 kV en S/C (TRAMO I)

LAT 132 kV SET CAMPOS 33/132 KV - SET COLECTORA 132/400 KV			
ETRS89 HUSO 30			
Nº de apoyo	X (m)	Y (m)	Z (m)
PÓRTICO SET CAMPOS	629767,0815	4213552,4275	393,30
AP01	629782,2177	4213526,8100	391,00
AP02	630003,9929	4213489,499	382,78
AP03	630467,3146	4213554,74	386,00
AP04	630655,1939	4213492,37	395,57
AP05	630980,1946	4213384,478	427,48
AP06	631175,8995	4213319,51	465,02
AP07	631447,7829	4213229,252	448,26
AP08	631717,5894	4213139,683	479,75
AP09	632296,2482	4213232,15	401,02
AP10	632574,8711	4213276,672	354,41
AP11	632970,6303	4213646,019	343,33
AP12	633192,5400	4213676,549	393,82
AP13	633444,1698	4213711,1682	366,74
AP14	633767,1233	4213755,5998	352,06
AP15	634075,1020	4213960,6612	349,53
AP16	634275,7228	4214094,2380	343,18
AP17	634454,4618	4214045,2267	331,78
AP18	634695,5620	4213979,1156	323,46
AP19	634936,6623	4213913,0045	317,03
AP20	635154,3988	4213853,2999	308,76
AP21	635370,2959	4213794,0997	312,48
AP22	635570,8918	4213739,0951	289,99
AP23	635795,0103	4213677,6405	295,44
AP24	636036,1106	4213611,5294	290,10
AP25	636277,2108	4213545,4183	288,19
AP26	636491,2857	4213486,7177	275,85
AP27	636819,1963	4213396,8027	275,72
AP28	637033,7074	4213337,9825	293,00
AP29	637342,4728	4213325,2854	284,46
AP30	637629,3011	4213313,4904	258,13
AP31	637867,5997	4213303,6910	255,00
AP32	638046,4426	4213296,3366	254,00
AP33	638240,4266	4213288,3596	250,41
AP34	638428,5852	4213227,1955	248,21
AP35	638645,0413	4213156,8329	253,00
AP36	638818,5031	4212930,7003	247,66
AP37	639014,5000	4212675,1900	249,00
AP38	639089,6735	4212478,3320	251,80
AP_ENTRONQUE	639125,9949	4212443,9699	252,90



5 REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño vienen impuestos y de acuerdo por las necesidades del titular de la línea y otros organismos, que nos ha facilitado los siguientes datos:

- Punto de conexión: Desde SET CAMPOS hasta AP_ENTRONQUE.
- Tensión nominal: 132 kV.

En la fase de diseño se ha tenido en cuenta el hecho de afectar al menor número posible de propietarios de las diferentes parcelas por las que discurre la línea de evacuación.

Del mismo modo, el trazado de la línea ha sido diseñado partiendo de un análisis medioambiental de la zona. Se han revisado en el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas) para verificar que se han respetado las zonas de especial protección.

- ZEPA: Zona de Especial Protección para las aves.
- LIC: Lugar de Importancia Comunitaria.
- ZEC: Zonas Espaciales de Conservación.

Se han estudiado varias alternativas diferentes para el trazado de la línea y finalmente se ha elegido el que constituía un menor impacto ambiental en la zona.



6 LEGISLACIÓN APLICADA

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

- R.D. 1.955/2.000, 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
- Corrección de errores del 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
- R.D. 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-01 a 09.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-02.
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del sector Eléctrico.
- Ordenanzas municipales que afecten a este tipo de instalaciones.



Además se cumplirá con todas las normativas:

- ITC-02 del Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.

7 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS

7.1 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS

- CRUZAMIENTO 1:

Se produce entre el AP14 y el AP15. Se trata de un cruceamiento con **RM-15 Autovía del Noroeste (Murcia)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 633917,2941 Y= 4213855,5880
- Polígono 41; Parcela 9011
- Ref.Catastral: 30029A041090110000PM; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 2:

Se produce entre el AP24 y el AP25. Se trata de un cruceamiento con **RM-530 Carretera Autonómica, MU-530 (Murcia)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 636164,1631 Y= 4213576,4166
- Polígono 40; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 30029A040090010000PF; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 3:

Se produce entre el AP29 y el AP30. Se trata de un cruceamiento con **Ctra. de los Baños, RM-561 Carretera Autonómica, MU-561 (Murcia)**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 637488,8723 Y= 4213319,2651
- Polígono 52; Parcela 9002
- Ref.Catastral: 30029A052090020000PB; Mula (Murcia)

7.2 CRUZAMIENTOS CON HIDROGRAFÍA

- CRUZAMIENTO 1:

Se produce entre el AP02 y el AP03. Se trata de un cruceamiento con **Río Mula**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630208,1624 Y= 4213518,2422
- Polígono 44; Parcela 9002
- Ref.Catastral: 30029A044090020000PF; Mula (Murcia)



- **CRUZAMIENTO 2:**

Se produce entre el AP06 y el AP07. Se trata de un cruzamiento con **Arroyo innominado CHS.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630259,9917 e Y= 4213291,5932
- Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 3:**

Se produce entre el AP08 y el AP09. Se trata de un cruzamiento con **Canal Alto.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630175,1574 Y= 4213212,8000
- Polígono 43; Parcela 9006
- Ref.Catastral: 30029A043090060000PS; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 4:**

Se produce entre el AP10 y el AP11. Se trata de un cruzamiento con **Río Mula.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 632822,9088 Y= 4213508,1561
- Polígono 42; Parcela 9013
- Ref.Catastral: 30029A042090130000PP; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 5:**

Se produce entre el AP15 y el AP16. Se trata de un cruzamiento con **Barranco Innominado de CHS.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 634122,0894 Y= 4213991,9462
- Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 6:**

Se produce entre el AP22 y el AP23. Se trata de un cruzamiento con **Rambla Perea.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 635664,4833 e Y= 4213713,4317
- Polígono 40; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A040090030000PO; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 7:**

Se produce entre el AP26 y el AP27. Se trata de un cruzamiento con **Barranco.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 636583,8557 Y= 4213461,3344
- Polígono 52; Parcela 9004
- Ref.Catastral: 30029A052090040000PG; Mula (Murcia)



- CRUZAMIENTO 8:

Se produce entre el AP28 y el AP29. Se trata de un cruzamiento con **Arroyo innominado de CHS.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 637220,9300 Y= 4213330,2835
- Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 9:

Se produce entre el AP33 y el AP34. Se trata de un cruzamiento con **Barranco Carrizal.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638329,8983 Y= 4213259,2753
- Polígono 57; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A057090030000PS; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 10:

Se produce entre el AP33 y el AP34. Se trata de un cruzamiento con **Barranco Carrizal.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638371,4158 Y= 4213245,7794
- Polígono 57; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A057090030000PS; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 11:

Se produce entre el AP35 y el AP36. Se trata de un cruzamiento con **Barranco de Perea.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638692,7621 Y= 4213094,6219
- Polígono 55; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A055090030000PT; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 12:

Se produce entre el AP36 y el AP37. Se trata de un cruzamiento con **Arroyo innominado de CHS.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638996,5082 Y= 4212698,6449
- Mula (Murcia)



7.3 CRUZAMIENTOS CON CAMINOS PÚBLICOS

- CRUZAMIENTO 1:

Se produce entre la AP01 y el AP02. Se trata de un cruceamiento con **camino público Carretera del Ribazo.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X = 629909,9908 Y = 4213505,3078
- Polígono 29; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 30029A029090010000PI; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 2:

Se produce entre el AP03 y el AP04. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X = 630542,0819 Y = 4213529,9196
- Polígono 44; Parcela 9007
- Ref.Catastral: 30029A044090070000PD; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 3:

Se produce entre el AP04 y el AP05. Se trata de un cruceamiento con **Camino Herrero.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630712,8878 Y= 4213473,2167
- Polígono 43; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 30029A043090010000PD; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 4:

Se produce entre el AP08 y el AP09. Se trata de un cruceamiento con **Camino Cabezo Mono.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 632254,0127 Y= 4213225,4006
- Polígono 43; Parcela 9005
- Ref.Catastral: 30029A043090050000PE; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 5:

Se produce entre el AP10 y el AP11. Se trata de un cruceamiento con **camino público Carretera Embalse de la Cierva.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 632719,8344 Y= 4213411,9607
- Polígono 31; Parcela 9012
- Ref.Catastral: 30029A031090120000PL; Mula (Murcia)



- **CRUZAMIENTO 6:**

Se produce entre el AP10 y el AP11. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 632739,6557 Y= 4213430,4070
- Polígono 42; Parcela 9012
- Ref.Catastral: 30029A042090120000PQ; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 7:**

Se produce entre el AP13 y el AP14. Se trata de un cruceamiento con **camino público Carretera del Pantano.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X = 633561,4082 Y = 4213727,2977
- Polígono 41; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 30029A041090010000PY; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 8:**

Se produce entre el AP13 y el AP14. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X = 633647,8849 e Y = 4213739,1951
- Polígono 41; Parcela 9009
- Ref.Catastral: 30029A041090090000PO; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 9:**

Se produce entre el AP14 y el AP15. Se trata de un cruceamiento con **Camino de la Cueva.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X = 633985,4589 Y = 4213900,9741
- Polígono 41; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A041090030000PQ; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 10:**

Se produce entre el AP17 y el AP18. Se trata de un cruceamiento con **camino Público Carretera del Canal.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 634517,7215 Y= 4214027,8805
- Polígono 48; Parcela 9002
- Ref.Catastral: 30029A048090020000PT; Mula (Murcia)



- CRUZAMIENTO 11:

Se produce entre el AP17 y el AP18. Se trata de un cruceamiento con **camino Escarihuela.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 634519,3705 Y= 4214021,3450
- Polígono 48; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A048090030000PF; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 12:

Se produce entre el AP18 y el AP19. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 634866,5832 Y= 4213932,2206
- Polígono 48; Parcela 9004
- Ref.Catastral: 30029A048090040000PM; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 13:

Se produce entre el AP23 y el AP24. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 635934,2036 Y= 4213639,4729
- Polígono 40; Parcela 9007
- Ref.Catastral: 30029A040090070000PX; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 14:

Se produce entre el AP24 y el AP25. Se trata de un cruceamiento con **camino público.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 636147,4894 Y= 4213580,9886
- Polígono 40; Parcela 9007
- Ref.Catastral: 30029A040090070000PX; Mula (Murcia)

- CRUZAMIENTO 15:

Se produce entre el AP25 y el AP26. Se trata de un cruceamiento con **Camino Iryda.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 636361,0595 Y= 4213522,4265
- Polígono 52; Parcela 9003
- Ref.Catastral: 30029A052090030000PY; Mula (Murcia)



- **CRUZAMIENTO 16:**

Se produce entre el AP31 y el AP32. Se trata de un cruceamiento con **camino público**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 637941,1356 Y= 4213300,6671
- Polígono 57; Parcela 9015
- Ref.Catastral: 30029A057090150000PQ; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 17:**

Se produce entre el AP32 y el AP33. Se trata de un cruceamiento con **Camino Iryda**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 638127,5843 Y= 4213292,9999
- Polígono 57; Parcela 9004
- Ref.Catastral: 30029A057090040000PZ; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 18:**

Se produce entre el AP33 y el AP34. Se trata de un cruceamiento con **camino público**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638325,8639 Y= 4213260,5868
- Polígono 57; Parcela 9014
- Ref.Catastral: 30029A057090140000PG; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 19:**

Se produce entre el AP34 y el AP35. Se trata de un cruceamiento con **Camino Iryda**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 638555,9233 Y= 4213185,8022
- Polígono 54; Parcela 9002
- Ref.Catastral: 30029A054090020000PR; Mula (Murcia)

- **CRUZAMIENTO 20:**

Se produce entre el AP36 y el AP37. Se trata de un cruceamiento con **Camino Casa Gracia-Baño**.

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30),X= 638949,3206 Y= 4212761,4644
- Polígono 55; Parcela 9001
- Ref.Catastral: 30029A055090010000PP; Mula (Murcia)



7.4 CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS O TELECOMUNICACIÓN EXISTENTES

Se han identificado los siguientes cruzamientos de la línea de evacuación:

- **CRUZAMIENTO 1:**
Se produce entre el AP01 y el AP02. Se trata de un **cruzamiento con Línea Aérea de Baja Tensión de i-DE.**
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 629962,5143 Y= 4213496,4689
- **CRUZAMIENTO 2:**
Se produce entre el AP04 y el AP05. Se trata de un **cruzamiento con Línea Aérea de Media Tensión de i-DE.**
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630724,8395 Y= 4213469,2491
- **CRUZAMIENTO 3:**
Se produce entre el AP04 y el AP05. Se trata de un **cruzamiento con Línea Aérea de Baja Tensión de i-DE.**
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 630759,0998 Y= 4213457,8757
- **CRUZAMIENTO 4:**
Se produce entre el AP12 y el AP13. Se trata de un **cruzamiento con Línea Aérea de Media o Alta Tensión de i-DE.**
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 633411,5563 Y= 4213706,6813
- **CRUZAMIENTO 5:**
Se produce entre el AP13 y el AP14. Se trata de un **cruzamiento con Línea de Media o Alta Tensión de i-DE.**
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 633506,7509 Y= 4213719,7780
- **CRUZAMIENTO 6:**
Se produce entre el AP24 y el AP25. Se trata de un cruzamiento con Línea Aérea de teléfono.
 - Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 636139,3863 Y= 4213583,2105



- CRUZAMIENTO 7:

Se produce entre el AP29 y el AP30. Se trata de un **cruceamiento con Línea Aérea de Media Tensión de i-DE.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 637446,7355 Y= 4213320,9979

7.5 CRUZAMIENTOS CON VÍAS PECUARIAS

- CRUZAMIENTO 1:

Se produce entre el AP14 y el AP15. Se trata de un cruceamiento con **Cordel de la Huerta.**

- Coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30), X= 633825,1111 e Y= 4213794,2098



8 LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

El tramo de línea aérea objeto del presente proyecto, se define mediante la tensión de servicio y la potencia aparente transportada:

- Tensión: 132 kV
- Potencia aparente: 70 MVA

8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

A continuación se describen las características generales de la línea.

Tabla 3.- Características generales Línea Aérea de Alta Tensión

Parámetros	Descripción
Origen	Pórtico Subestación CAMPOS 33/132 kV
Fin	AP_ENTRONQUE
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	132
Tensión más elevada de la red (kV)	145
Potencia Aparente (MVA)	70
Capacidad térmica de transporte por circuito (50°C)	94,73 MVA (verano) 137,16 MVA (invierno)
Número de circuitos	1
Número de conductores por fase	1
Tipo de Crucetas	Tresbolillo
Tipo de Apoyos	Torres metálicas de celosía
Conductor de Fase	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Cable de Tierra	OPGW-48
Aislamiento	Vidrio templado, tipo caperuza y vástago
Cimentaciones	Monobloque / Tetrabloque
Longitud total	10.225,15 m
Zonas por donde discurre	A
Nº de Apoyos	38
Términos Municipales afectados	Mula
Provincias afectadas	Murcia



8.2 DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de los datos topográficos de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea:

Tabla 4.- Datos topográficos de Línea Alta Tensión

Nº Apoyo	Función Apoyo	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cota del terreno (m)	Ángulo Interior (g)	Seguridad reforzada
PÓRTICO SET CAMPOS	PÓRTICO	0,00	29,75	393,30	0	NO
AP01	FL	29,75	224,90	391,00	0	SI
AP02	AN-AM	224,90	467,89	382,78	188,49	SI
AP03	AN-AM	467,89	197,96	386,00	170,68	NO
AP04	AL-AM	197,96	342,44	395,57		SI
AP05	AL-AM	342,44	206,21	427,48		SI
AP06	AL-SU	206,21	286,47	465,02		NO
AP07	AL-AM	286,47	284,29	448,26		NO
AP08	AN-AM	284,29	585,58	479,75	169,51	NO
AP09	AL-AM	585,58	282,58	401,02		NO
AP10	AN-AM	282,58	541,33	354,41	162,29	NO
AP11	AN-AM	541,33	223,76	343,33	160,9	NO
AP12	AL-AM	223,76	254,44	393,82		SI
AP13	AL-AM	254,44	325,80	366,74		SI
AP14	AN-AM	325,8	370,20	352,06	171,31	SI
AP15	AL-AM	370,2	240,82	349,53		SI
AP16	AN-AM	240,82	185,33	343,18	145,57	NO
AP17	AL-AM	185,33	250,00	331,78		NO
AP18	AL-SU	250,00	250,00	323,46		NO
AP19	AL-SU	250,00	225,75	317,03		NO
AP20	AL-SU	225,75	223,9	308,76		NO
AP21	AL-SU	223,9	208,00	312,48		NO
AP22	AL-AM	208,00	232,39	289,99		NO
AP23	AL-SU	232,39	250,00	295,44		NO
AP24	AL-AM	250,00	250,00	290,10		SI
AP25	AL-AM	250,00	221,97	288,19		SI
AP26	AL-AM	221,97	340,02	275,85		NO
AP27	AL-SU	340,02	222,43	275,72		NO
AP28	AN-AM	222,43	309,02	293,00	185,58	NO
AP29	AL-AM	309,02	287,07	284,46		SI
AP30	AL-AM	287,07	238,5	258,13		SI
AP31	AL-SU	238,50	179,00	255,00		NO
AP32	AL-SU	179,00	194,15	254,00		NO
AP33	AN-AM	194,15	197,85	250,41	182,61	NO
AP34	AL-SU	197,85	227,6	248,21		NO
AP35	AL-SU	227,60	285,00	253,00	161,67	NO
AP36	AL-SU	285,00	322,03	247,66		NO
AP37	AN-AM	322,03	210,72	249,00	181,57	NO
AP38	FL	210,72	50,00	251,80	171,46	NO
AP_ENTRONQUE*	AN-AM	50	--	--	--	--

*: El apoyo de entronque es objeto de otro expediente.



8.3 ACCESOS

Los accesos tienen todos algún tramo nuevo, para llegar hasta los apoyos, en la medida de lo posible se han escogido rodaduras existentes hasta el acceso, sin cortar el trayecto de esa rodadura con el apoyo, para que se pueda seguir transitando por ella para la función que tuviese.

Los accesos se ejecutarán con 4 metros de ancho, por rodaduras existentes hasta caminos catastrados, para la apertura de esos accesos se hará el movimiento de tierras mínimo, ya que es una obra provisional.

El movimiento de tierras que se va a provocar es el desbroce y limpieza superficial, para entrada de camiones, máquina o grúa.

En caso de tener desnivel para el paso, se proporcionará tierra para el paso provisional.

El desbroce y la limpieza se llevarán a vertedero. Una vez terminada la obra se quita la posible tierra aportada para el paso de máquina, camión y grúa por desnivel.

En la Tabla 5 que se muestra a continuación se recogen las longitudes y superficie de accesos de cada apoyo de la línea de evacuación de 132 kV con sus accesos:

Tabla 5.-Longitud, superficie y tipo de acceso

Identificación de Apoyo	Superficie de acceso (m ²)	Longitud acceso (m)	Tipología
AP01	686,60	171,65	Nuevo
AP02	206,08	51,52	Nuevo
AP03	277,08	69,27	Nuevo
AP04	219,52	54,88	Nuevo
AP05	1801,32	450,33	Rodadura existente y nuevo
AP06	1284,28	321,07	Rodadura existente y nuevo
AP07	2623,48	655,87	Rodadura existente y nuevo
AP08	863,36	215,84	Rodadura existente y nuevo
AP09	246,28	61,57	Rodadura existente y nuevo
AP10	1299,08	324,77	Nuevo
AP11	550,8	137,7	Nuevo
AP12	986,96	246,74	Nuevo
AP13	561,12	140,28	Rodadura existente
AP14	441,48	110,37	Nuevo
AP15	571,52	142,88	Nuevo
AP16	741,32	185,33	Nuevo
AP17	254,12	63,53	Nuevo
AP18	152	38	Nuevo
AP19	300,68	75,17	Nuevo



Identificación de Apoyo	Superficie de acceso (m ²)	Longitud acceso (m)	Tipología
AP20	1271,24	317,81	Nuevo
AP21	895,44	223,86	Nuevo
AP22	832	208	Nuevo
AP23	268,72	67,18	Nuevo
AP24	161,44	40,36	Nuevo
AP25	242,16	60,54	Nuevo
AP26	1070,76	267,69	Nuevo
AP27	889,68	222,42	Nuevo
AP28	1648,56	412,14	Rodadura y existente
AP29	637,36	159,34	Nuevo
AP30	754,76	188,69	Nuevo
AP31	288,68	72,17	Nuevo
AP32	329,24	82,31	Nuevo
AP33	263,56	65,89	Nuevo
AP34	563,12	140,78	Nuevo
AP35	352,76	88,19	Nuevo
AP36	1224,32	306,08	Nuevo
AP37	483,72	120,93	Nuevo
AP38	1275,88	318,97	Nuevo

8.4 AISLAMIENTO DE MATERIALES

Los materiales a emplear en la instalación, tendrán un aislamiento, que estará dimensionado, como mínimo para la tensión más elevada de 145 kV y mecánicamente para el conductor LA-280 (242-AL1/39-ST1A).

Constará de cadenas de aisladores de vidrio templado, según:

- Cadenas de suspensión: Se instalarán cadenas de suspensión simple. Cada cadena de suspensión se compondrá de 12 aisladores de vidrio según UNE-EN 60305.
- Cadenas de amarre: Se instalarán cadenas de amarre simple. Cada cadena de amarre se compondrá de 12 aisladores de vidrio según UNE-EN 60305.



8.5 CONDUCTOR DE FASE EMPLEADO LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN

El conductor de fase a utilizar en la línea aérea es el LA-280, es un conductor de aluminio-acero galvanizado, cuyas características principales se indican en la tabla siguiente:

Tabla 6.- Características conductor de fase Línea Aérea 132 kV

Parámetros	Descripción
Conductor	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Sección de aluminio (mm ²)	241,6
Sección de acero (mm ²)	39,5
Sección total (mm ²)	281,1
Composición	26+7
Diámetro de total (mm)	21,80
Carga de rotura (daN)	8.489
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7.700
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹)	18,9•10 ⁻⁰⁶
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,1195
Peso (kg/km)	976,2

8.6 CABLE DE PROTECCIÓN EMPLEADO LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

El conductor de protección seleccionado en el presente proyecto es el OPGW-48, 17 kA y 48 fibras. Es un cable de aluminio con núcleo de acero galvanizado de alta resistencia.

El cable de guarda con fibra óptica (OPGW) integrado en el concepto del tradicional cable de tierra con un componente de telecomunicaciones de alto rendimiento.

A pesar de esta función adicional, el cable OPGW no dejará de ser un cable cuya función primaria es la protección de las líneas aéreas contra descargas atmosféricas, garantizando a la vez una disipación eficaz de las corrientes de cortocircuito.

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 principales características se indican en la siguiente tabla:

Tabla 7.- Características cable de protección

Parámetros	Descripción
Conductor	OPGW-48
Sección total (mm ²)	180
Diámetro de total (mm)	17
Carga de rotura (daN)	7848
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	12000
Coefficiente de dilatación (°C)	1,51·10 ⁻⁰⁵
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,231
Peso (Kg/m)	0,624
Mínima corriente de cortocircuito para 0.3 s (kA)	17

8.7 APOYOS

Los apoyos han sido seleccionados del catálogo del fabricante IMEDEXSA o similar. Este fabricante construye apoyos cumpliendo con las características indicadas en el R.D. 223/2008. El tipo de apoyos es variable a lo largo de la línea, se han seleccionado los apoyos más apropiados, para cada situación en función de los esfuerzos que ha de resistir y las alturas que tienen que mantener.

Todos los apoyos son torres tronco piramidal de sección construida con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata en el caso de los tetrabloques y con un único bloque de hormigón en el caso de los monobloque.

Las funciones de los apoyos serán:

Apoyo de alineación (AL): Se utiliza cuando el trazado de la línea no experimenta cambios en su dirección. Es un apoyo con cadenas de suspensión o de amarre.

Apoyo de amarre (AM): Es un apoyo con cadenas de amarre.

Apoyo de ángulo (AN): Se utiliza cuando el trazado de la línea experimenta un cambio en dirección. Es un apoyo con cadenas de amarre.

Apoyo de anclaje (ANC): Son apoyos con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en este punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.

Para el montaje de los apoyos se habilitará una plataforma de montaje que se adaptará al espacio disponible en las inmediaciones de las ubicaciones de los apoyos proyectados siempre que sea posible.



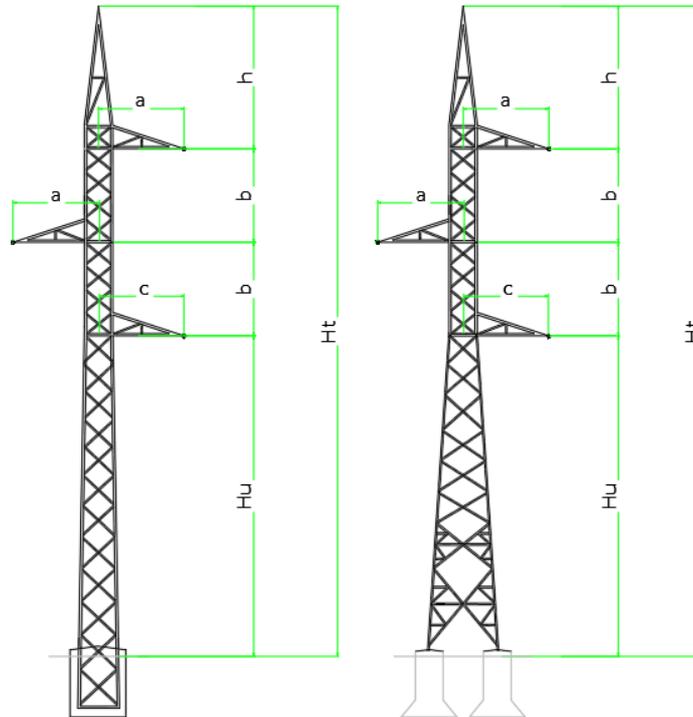
Los apoyos tienen las dimensiones de la Figura 2.

- H_u (Altura útil): es la distancia vertical mantenida entre la semicruceta inferior y el terreno, en metros.
- H_t (Altura total): es la altura total de los apoyos, en metros

Los armados tipo "S" están formados por tres partes: Cabeza, semicrucetas y cúpula.

- b : es la distancia vertical mantenida entre las crucetas, en metros.
- a y c : es la distancia horizontal en el brazo de la cruceta, en metros
- h : es la distancia vertical de la cúpula, en metros.

Figura 2.-Acotación de apoyos

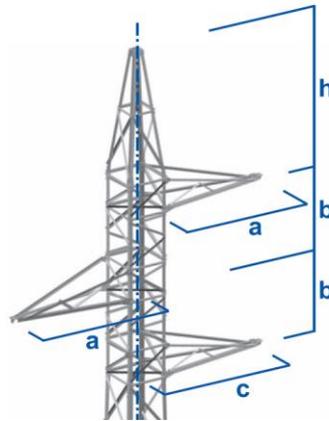


8.8 ARMADOS

Los armados son diseñados conforme al R.D. 223/2008. Los apoyos han sido seleccionados del catálogo de IMEDEXSA. En este proyecto se ha optado por armados tipo S cuya configuración vienen representadas en las siguientes figuras.



Figura 3.- Armado tipo "S"



Los nuevos apoyos a instalar tienen las siguientes características reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 8.- Características de los apoyos a instalar (TRAMO I S/C)

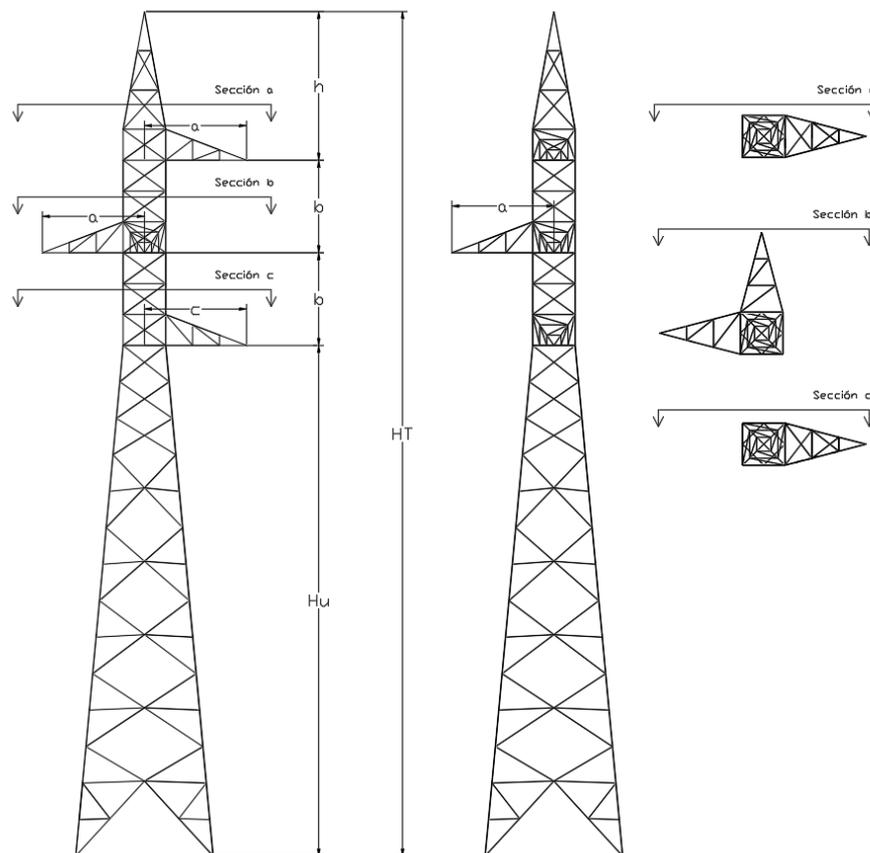
Nº de Apoyo	Función Apoyo	Tipo Armado	Dimensiones (m)				Denominación	Código armado	Hu (m)	Ht (m)
			"b"	"a"	"c"	"h"				
PÓRTICO SET CAMPOS	PÓRTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	
*AP01	FL	S	3,3	4,1	4,1	5,9	CO-33000-18	S1553 (ESP)	18,2	30,5
AP02	AN-AM	S	2	3,1	3,1	4,3	HAR-9000-32	S1663	28,43	36,7
AP03	AN-AM	S	3,3	3,6	3,6	5,9	CO-12000-15	S1333	15,2	27,5
AP04	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-25	S1552	25	33,3
AP05	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-25	S1552	25	33,3
AP06	AL-SU	S	2	2,4	2,4	3	HAR-2500-27	S1331	24,15	31,2
AP07	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AGR-6000-23	S1552	23	31,3
AP08	AN-AM	S	3,3	3,6	3,6	5,2	CO-9000-21	S1332	21,2	32,8
AP09	AL-AM	S	3	2,8	2,8	4,3	AG-3000-25	S3552	25	35,3
AP10	AN-AM	S	3,3	3,6	3,6	5,2	CO-12000-27	S1332	27,2	38,8
AP11	AN-AM	S	3,3	3,6	3,6	5,2	CO-12000-27	S1332	27,2	38,8
AP12	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-25	S1552	25	33,3
AP13	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-30	S1552	30	38,3
AP14	AN-AM	S	2	3,1	3,1	4,3	HAR-13000-32	S1773	28,23	36,5
AP15	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-30	S1552	30	38,3
AP16	AN-AM	S	3,3	3,8	3,8	5,9	CO-12000-18	S1443	18,2	30,5
AP17	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-10	S1552	10	18,3
AP18	AL-SU	S	2	2,8	2,8	3,7	HAR-2500-22	S1552	20,12	27,8
AP19	AL-SU	S	2	2,9	2,9	3,7	HAR-2500-20	S1662	17,65	25,4
AP20	AL-SU	S	2	2,9	2,9	3,7	HAR-2500-27	S1662	24,15	31,9
AP21	AL-SU	S	2	2,9	2,9	3,7	HAR-2500-20	S1662	17,65	25,4
AP22	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-20	S1552	20,5	28,3
AP23	AL-SU	S	2	3,1	3,1	3	HAR-2500-18	S1771	15,41	22,4
AP24	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-23	S1552	23	31,3
AP25	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-20	S1552	20,5	28,3
AP26	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AG-3000-12	S1552	12	20,3



Nº de Apoyo	Función Apoyo	Tipo Armado	Dimensiones (m)				Denominación	Código armado	Hu (m)	Ht (m)
			"b"	"a"	"c"	"h"				
AP27	AL-SU	S	2	3,1	3,1	3	HAR-2500-27	S1771	24,15	31,2
AP28	AN-AM	S	2	2,9	2,9	4,3	AGR-6000-20	S1662	20,5	28,3
AP29	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AGR-6000-25	S1552	25	33,3
AP30	AL-AM	S	2	2,8	2,8	4,3	AGR-6000-25	S1552	25	33,3
AP31	AL-SU	S	2	3,6	3,6	4,3	HAR-2500-18	S1883	15,41	23,7
AP32	AL-SU	S	2	2,8	2,8	3,7	HAR-2500-18	S1552	15,41	23,1
AP33	AN-AM	S	2	2,9	2,9	4,3	AGR-6000-14	S1662	14	22,3
AP34	AL-SU	HAR	2	3,1	3,1	3	HAR-2500-20	S1771	17,06	24,1
AP35	AN-AM	CO	3,3	3,6	3,6	5,2	CO-9000-18	S1332	16,00	30
AP36	AL-SU	HAR	2	2,9	2,9	3,7	HAR-2500-22	S1662	20,06	27,8
AP37	AN-AM	AGR	2	3,1	3,1	4,3	AGR-6000-18	S1772	18,00	26,3
AP38	FL	CO	4,4	3	3	4,3	CO-15000-27	S2111	26,00	40,3

*El apoyo denominado AP01 tiene una cuarta semicruceta para entrar en el pórtico.

Figura 4.- Apoyo AP01 especial





8.9 AISLAMIENTOS Y HERRAJES

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de vidrio para poder soportar un nivel de contaminación medio, clasificado en el R.D. 223/2008 como Zona II (la zona afectada tendría un nivel de contaminación ligero pero se toma un nivel de contaminación medio para mayor seguridad).

Atendiendo a la clasificación del artículo 4.4 de la ITC-07, sería clasificada de gama I, teniendo que soportar las siguientes tensiones normalizadas indicadas en la tabla 12 del mismo artículo:

- Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial, cuyo valor eficaz es de 275 kV.
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo, con un valor de cresta de 650 kV.

Las características principales del aislador U160BS están indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 9.- Características generales del aislador U160BS

Denominación del Elementos	Datos
Nivel de Contaminación de la Zona	Medio II
Modelo	U160BS
Paso (mm)	146
Diámetro (mm)	280
Carga de rotura mecánica (KN)	160
Línea de fuga (mm)	380
Peso neto por unidad (Kg)	3,4
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco (kV)	75
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	45
Tensión soportada a impulso de choque en seco (kV)	110

Se emplearán cadenas de aisladores de vidrio tipo U160BS:

- Cadenas de suspensión: Se instalarán cadenas de suspensión simple. Cada cadena de suspensión se compondrá de 12 aisladores de vidrio según UNE-EN 60305.
- Cadenas de amarre: Se instalarán cadenas de amarre simple. Cada cadena de amarre se compondrá de 12 aisladores de vidrio según UNE-EN 60305.



8.10 FORMACIÓN DE CADENAS

Se distinguen dos tipos de cadenas de aisladores para el conductor, que son cadenas de suspensión y cadenas de amarre.

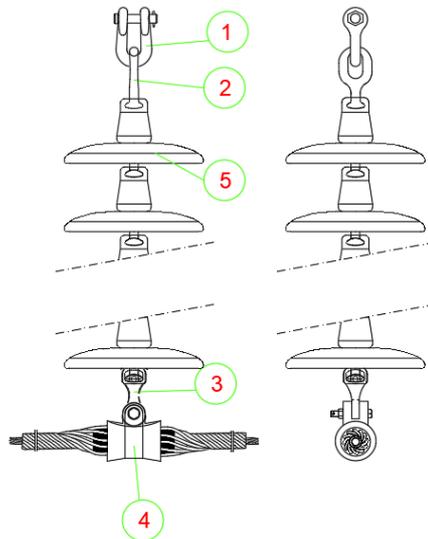
8.10.1 Cadenas de suspensión del conductor de fase

Los elementos que forman la cadena de suspensión se describen en la tabla y en la siguiente figura se representa gráficamente.

Tabla 10.- Elementos de la cadena de suspensión del conductor de fase.

	Denominación	Código
1	Grillete normal	GNT16
2	Anilla bola	AB16
3	Rótula corta	R16/20
4	Grapa de suspensión armada	GSA280
5	Aisladores	U160BS

Figura 5.- Cadena de suspensión.



*Nota: Para mayor detalle de los elementos consultar el plano **SP.0068.2.D.MC.303_DETALLE HERRAJES** y **SP.0068.2.D.MC.301_DETALLE CADENA AMARRE_SUSPENSIÓN**

La longitud de la cadena de suspensión del conductor de fase utilizará 12 aisladores de vidrio del tipo U160BS por cadena, la longitud total de la cadena de suspensión será de 2,1015 m.



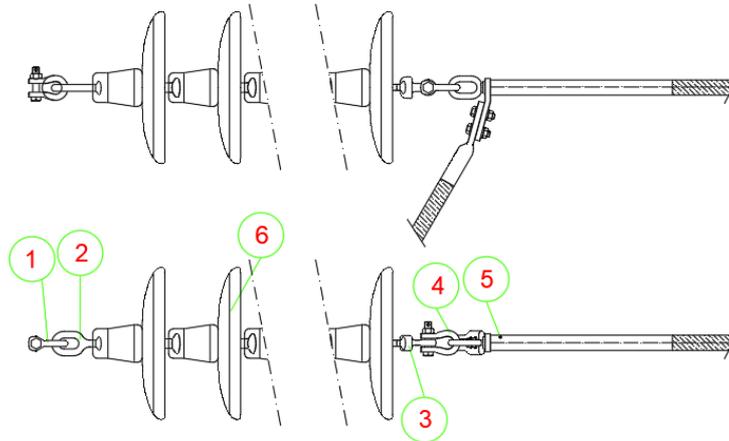
8.10.2 Cadenas de amarre del conductor de fase

Los elementos que forman la cadena de amarre se describen en la siguiente tabla y se representa gráficamente en la siguiente figura.

Tabla 11.- Elementos de la cadena de amarre del conductor de fase

	Cadena de amarre	Código
1	Grillete normal	GNT16
2	Anilla bola	AB16
3	Rótula corta	R16/20
4	Grillete normal	GNT16
5	Grapa de compresión	GACCAA280
6	Aisladores	U160BS

Figura 6.- Cadena de amarre.



*Nota: Para mayor detalle de los elementos consultar el plano **SP.0068.2.D.MC.303_DETALLE HERRAJES** y **SP.0047.2.D.MC.301_DETALLE CADENA AMARRE_SUSPENSIÓN**

La longitud de la cadena de amarre del conductor de fase será doble y utilizará 12 aisladores de vidrio del tipo U160BS por cadena y a cada lado, la longitud total de la cadena de amarre será de 2,1015 m.

La longitud del puente será de 2,00 metros aproximadamente, siendo este como las cadenas de suspensión.



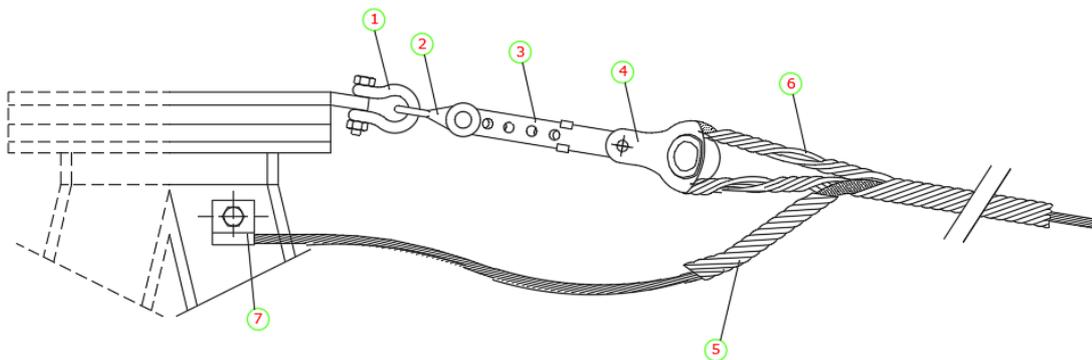
8.10.3 Cadena de amarre del cable de protección

Los elementos que forman la cadena de amarre del cable de tierra se describen en la siguiente tabla y en la siguiente figura se representa gráficamente.

Tabla 12.- Elementos de la cadena de amarre del cable de protección.

	Denominación	Código
1	Grillete Normal	GNT16
2	Eslabón revirado	ESR-16
3	Tensor de corredera	TC-1
4	Guardacabos	G-16
5	Varillas de protección	VPOPGW
6	Retención de amarre	RAOPG
7	Conexión sencilla	GASOPGW

Figura 7.- Cadena de amarre del cable de protección.



8.11 EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES

En todo lo referente a empalmes, conexiones y retenciones se tendrá que cumplir lo indicado en el artículo 2.1.6 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empleado.

Queda prohibida la ejecución de empalme en conductores por la soldadura de los mismos. Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de



amarre. Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

8.12 VIBRACIONES

Los 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 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.

Para disminuir los esfuerzos debidos a vibraciones a los que se someten los conductores de fase, se utilizarán amortiguadores del tipo Stockbridge.

El amortiguador Stockbridge es un aparato que comprende un cable portador con un peso en cada extremo y una grapa atornillada que puede fijarse a un conductor o cable de tierra con la intención de amortiguar la vibración eólica.

El cálculo del número exacto de amortiguadores necesarios en cada vano requiere de la realización de un estudio de amortiguamiento que será realizado por el fabricante de los mismos.

8.13 PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

Son elementos diseñados para evitar que las aves choquen contra el cable de la línea haciéndola más visible.

En las líneas de transporte, de tensión igual o superior a 132 kV, la electrocución es poco probable de que se produzca, ya que las distancias que separan los conductores de las distintas fases entre sí o de las partes metálicas de los apoyos son demasiado grandes para que se pueda dar un contacto simultáneo.

Sin embargo, la colisión de aves con líneas de transporte se suele producir con los cables de protección, que al ser de menor diámetro que los conductores, son menos visibles.

Por ello, las actuaciones dirigidas a disminuir el riesgo de colisión se basan en la señalización de estos cables mediante dispositivos que aumenten su visibilidad, conocidos como salvapájaros.

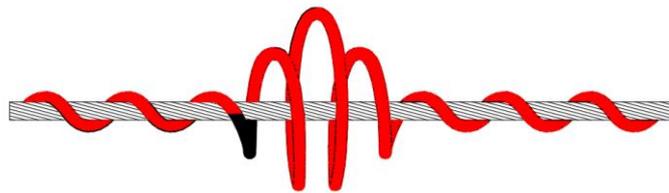
Para evitar que las aves colisionen con las líneas, existen dos modelos de salvapájaros que han sido probados en campo verificando su eficacia:



- Salvapájaros en espiral. En la Figura 6 se puede observar la forma y como va instalada, se trata de un espiral de polipropileno de un metro de longitud y 35 centímetros de diámetro, y de color amarillo, naranja o blanco. Se coloca un salvapájaros en espiral cada 10 metros cuando sólo exista un cable, mientras que cuando existan dos cables de tierra, se colocarán guardando una distancia de 20 metros entre los extremos.
- Salvapájaros de aspa o baliza giratoria. Está constituido por un cuerpo con placas planas o aspas de poliamida, contando cada una de las caras con láminas reflectantes de distintos colores y tonalidades. Se emplea suspendido, con ayuda de eslabones, a un elemento con giro libre para que las placas reflejten a la mínima incidencia de luz. En el caso de que sólo exista un cable, se colocará un dispositivo cada 7 metros; cuando existan dos cables de tierra, se colocarán guardando una distancia de 14 metros entre dos dispositivos.

Se colocará un salvapájaros en espiral, modelo SPD-17,51/21,8 cada 10 metros en el conductor de protección.

Figura 8. Salvapájaros en espiral.

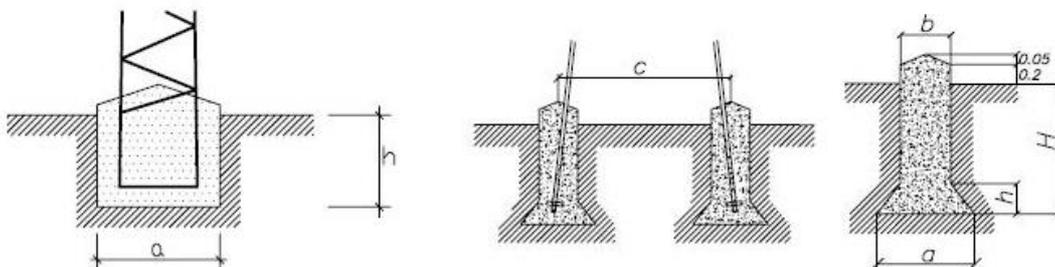


*Nota: Para mayor detalle consultar el plano: **SP.0068.2.D.MC.305 PROTECCION AVIFAUNA**

8.14 CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos objeto de este proyecto se representan en la siguiente figura.

Figura 9.-Cimentaciones tipo



Los apoyos dispondrán de cimentación monobloque y de cimentación tetrabloque circular con cueva, compuestas de cuatro bloques independientes y secciones cuadradas.

Serán de hormigón en masa de calidad HM-25 y deberán cumplir lo especificado en el Código Estructural. El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos



inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Las dimensiones de las cimentaciones han sido obtenidas del catálogo IMEDEXSA suponiendo un terreno normal (resistencia característica a compresión de 3 daN/cm² y ángulo de arranque de las tierras de 30°).

En caso de tener un terreno con coeficiente de compresibilidad inferior al indicado por el fabricante se deberá proceder a su validación.

Es importante resaltar que no se ha realizado un estudio detallado del terreno, se ha hecho un análisis aproximado del tipo de terreno existente en la zona y se ha llegado a la conclusión de que el terreno es normal.

Los datos de las cimentaciones para cada apoyo se representan en la siguiente tabla.

Tabla 13.- Cimentaciones de apoyos

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Vol. Exc. (m ³)	Vol. Horm. (m ³)
			a	h	b	H	c		
AP01	CO-33000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	2,35	0,85	1,3	3,9	4,85	25,33	26,48
AP02	HAR-9000-32	Monobloque	2,72	2,84				21,01	22,49
AP03	CO-12000-15	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,35	1	2,95	4,32	9,77	10,45
AP04	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP05	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP06	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP07	AGR-6000-23	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,5	4,26	7,2	7,76
AP08	CO-9000-21	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,3	0,35	0,9	2,7	5,35	7,33	7,88
AP09	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP10	CO-12000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,45	1	3,05	6,4	10,41	11,09
AP11	CO-12000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,45	1	3,05	6,4	10,41	11,09
AP12	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP13	AG-3000-30	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,05	5,21	6,06	6,61
AP14	HAR-13000-32	Monobloque	2,69	3,08				22,29	23,73
AP15	AG-3000-30	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,05	5,21	6,06	6,61
AP16	CO-12000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,4	1	2,95	4,85	9,92	10,6
AP17	AG-3000-10	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,3	0,35	0,9	1,9	2,49	5,29	5,84
AP18	HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14				8,14	8,9
AP19	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP20	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP21	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP22	AG-3000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	1,95	3,91	5,72	6,27
AP23	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13
AP24	AG-3000-23	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	1,95	4,26	5,8	6,36
AP25	AG-3000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	1,95	3,91	5,72	6,27
AP26	AG-3000-12	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,35	0,4	0,9	1,9	2,76	5,43	5,98
AP27	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP28	AGR-6000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,45	3,91	7,08	7,63
AP29	AGR-6000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,5	0,9	2,5	4,53	7,4	7,95
AP30	AGR-6000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,5	0,9	2,5	4,53	7,4	7,95
AP31	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13



Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Vol. Exc. (m3)	Vol. Horm. (m3)
			a	h	b	H	c		
AP32	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13
AP33	AGR-6000-14	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,35	0,4	0,9	2,45	3,04	6,83	7,38
AP34	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP35	CO-9000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,25	0,3	0,9	2,7	4,85	7,21	7,76
AP36	HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14				8,14	8,9
AP37	AGR-6000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,45	3,65	7,08	7,63
AP38	CO-15000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,75	0,55	1,1	3,25	6,4	13,83	14,66

8.14.1 Movimiento de tierras

El volumen de excavación de las cimentaciones de la línea aérea es de 366,66 m³.

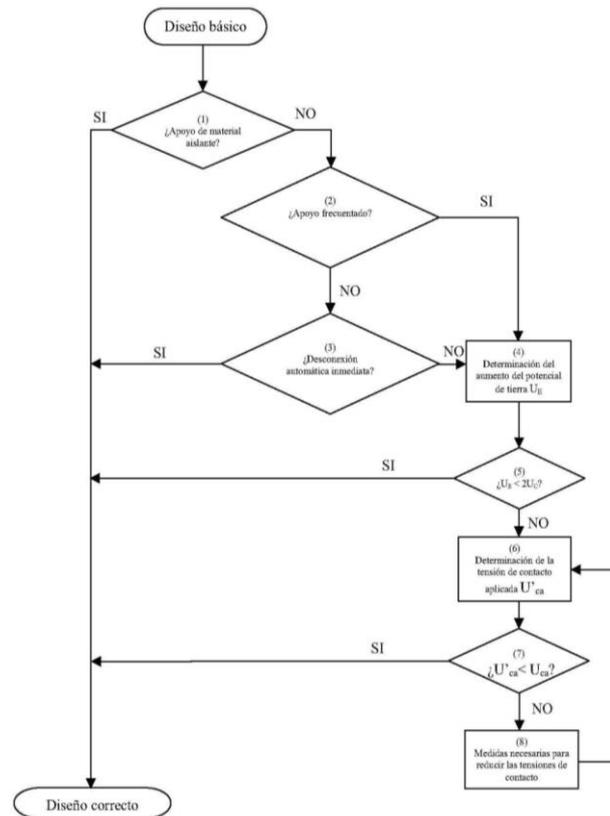
8.15 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

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-07 del R.D. 223/2008, considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

El diseño del sistema de Puesta a Tierra deberá cumplir:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista la T provocada por la I de falta más elevada.
- Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

Para este efecto se clasificarán los apoyos como frecuentados o no frecuentados y se diseñará la red de puesta a tierra siguiendo el siguiente esquema:



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:

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

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:

- Cuando se aíslen 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.
- 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.).
- 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. A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

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 1,000 Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1,000 + 1,5p_s$$

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.

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.

$$R_a = R_{a2} + 1,5p_s$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos. En el presente proyecto todos los apoyos son considerados como NO frecuentados.

8.15.1 Características del sistema de puesta a tierra

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos,

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para cada tipo de apoyo según su ubicación:

**Apoyo no frecuentados (NF)**

En este caso, se realizará para cada apoyo una toma de tierra.

La toma de tierra se completará con la instalación de una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,8 metros de profundidad.

Mediante una pica de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en apoyos monobloque y tetrabloque.

En el caso, de no ser suficiente para asegurar las tensiones de paso y contacto, se incluirá un sistema mixto de picas y anillos de cobre o acero de forma perimetral, situado a una distancia de 1 metro de los montantes y enterrado a una profundidad mínima dependiendo del terreno, el cual se unirá solidariamente a cuatro picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno.

La distancia entre las picas del anillo será superior a una vez y media la longitud de la pica.

Apoyo frecuentados (F)

En este caso, se realizará para cada apoyo una toma de tierra igual que para el caso de los apoyos no frecuentados y se completará con la realización de un primer anillo y picas.

Si no fuese suficiente, para asegurar las tensiones de paso y contacto, se añadirá un segundo anillo y picas.

La distancia entre picas cumplirá con la vez y media su longitud.

8.16 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el punto 5 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de protección tienen una carga de rotura muy superior a 1,200 daN.

A continuación se indican la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.



Tabla 14,- Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	Del (m)	Dpp (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

8.16.1 Distancia entre conductores

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo en presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre los conductores de fase se determinará por la siguiente formula:

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

- D es la separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K es el coeficiente de la oscilación de los conductores con el viento, Los valores de las tangentes del ángulo de oscilación de los conductores viene dados, para cada caso de carga, por el cociente de la sobrecarga de viento dividida por el peso propio más la sobrecarga de hielo si procede según zona, por metro lineal del conductor, estando la primera determinada para una velocidad de viento de 120 km/h. En función de estos y de la tensión nominal de la línea se establecen unos coeficientes K. Los valores se tomarán de la siguiente tabla:

Ángulo de oscilación	Línea de tensión nominal superior a 30 kV	Línea de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
>65	0,7	0,65
40<=x<=65	0,65	0,6
<40	0,6	0,55



- K': coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea
 - K' = 0,85 para líneas de categoría especial
 - K' = 0,75 para el resto de líneas
- F: flecha máxima en metros, para la las hipótesis según el apartado 3.2.3.
- L: longitud en metros de la cadena de suspensión. En caso de cadenas de amarre o aisladores rígidos, L = 0.
- Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican dentro de la misma memoria en el apartado anterior, distancias de seguridad y dependen de la tensión más elevada de la línea.

El cálculo de separación entre conductores de fase, se calcula de tres formas diferentes, y seleccionar de entre los resultados obtenidos el más desfavorable, es decir, se debe introducir en las expresión de la distancia, cada una de las tres flechas máximas obtenidas junto con su correspondiente coeficiente K.

8.16.2 Distancias entre conductores y partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior al D_{el} , con un mínimo de 0,2 m. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5,2 de la ITC-LAT 07 del R,D, 223/2008 y en la tabla 14 de este proyecto, en función de la tensión más elevada de la línea, en nuestro caso para 145 kV, $D_{el} = 1,20$.

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 estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de -5°C para zona A, de -10°C para zona B y de -15°C para zona C.

Los contrapesos no se utilizarán en toda una línea de forma repetida, aunque podrán emplearse excepcionalmente para reducir la desviación de una cadena de suspensión, en cuyo caso el proyectista justificará los valores de las desviaciones y distancias al apoyo.



8.16.3 Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5,3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ en metros}$$

con un mínimo de 6 metros. No obstante, en lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro. En nuestro caso serían 6,5 metros.

Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008, en función de la tensión más elevada de la línea.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

En la hipótesis del cálculo de flechas máximas bajo la acción del viento sobre los conductores, la distancia mínima anterior se podrá reducir en un metro, considerándose en este caso el conductor con la desviación producida por el viento.

Entre la posición de los conductores con su flecha máxima vertical, y la posición de los conductores con su flecha y desviación correspondientes a la hipótesis de viento del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008, las distancias de seguridad al terreno vendrán determinadas por la curva envolvente de los círculos de distancia trazados en cada posición intermedia de los conductores, con un radio interpolado entre la distancia correspondiente a la posición vertical y a la correspondiente a la posición de máxima desviación lineal del ángulo de desviación. Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación.

8.16.4 Distancias a líneas eléctricas aéreas o líneas de telecomunicación

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-07 del R.D. 223/2008.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.



La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de:

2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.

3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.

4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.

5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.

7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores D_{el} se indican en la tabla 15 de la ITC-LAT-07 en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de D_{add} que corresponde para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tabla 15.- Distancias de aislamiento adicional

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)
66	2,5
132	3,0
220	3,5
400	4

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de 4,4 m para cruces con líneas iguales o inferiores a 132 kV.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos de tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior en el caso de que existan no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Por tanto, esta distancia mínima será de 2,7 para cruces con líneas iguales o superiores a 132 kV.

8.16.5 Distancias a carretera

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:



Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura, La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

- Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración, Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

8.16.5.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5,3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008 quedando modificadas de la siguiente forma:

Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV. La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el} \text{ en metros,}$$

con una distancia mínima de 7 metros. Los valores de D_{el} se indican en la tabla 14 en función de la tensión más elevada de la línea.

Donde:

- $D_{add} = 7,5$ para líneas de categoría especial.
- $D_{add} = 6,3$ para líneas del resto de categorías.

En nuestro caso tenemos que cumplir la distancia mínima de 6,3 metros.



8.16.6 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

8.16.6.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5,3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3. sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

- Líneas de categoría especial:
 $G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el}$ en metros,
- Resto de líneas:
 $G + D_{add} + D_{el} = G + 2,3 + D_{el}$ en metros,

siendo G el gálibo. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008 y en la tabla 14 del presente proyecto, en función de la tensión más elevada de la línea. En el caso de que no exista gálibo definido se considerará éste igual a 4,7 metros.

En nuestro caso se deberá cumplir una distancia de 8,2 metros.



8.16.7 Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

8.16.7.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$ en metros,

con un mínimo de 2 metros, Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5,2 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008 y en la tabla 14 del presente proyecto, en función de la tensión más elevada de la línea.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima



flecha vertical según las hipótesis del apartado 3,2,3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

- Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpios de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales. Asimismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Los pliegos de condiciones para nuevas contrataciones de mantenimiento de líneas incorporarán cláusulas relativas a las especies vegetales adecuadas, tratamiento de calles, limpieza y desherbado de los márgenes de las líneas como medida de prevención de incendios.

8.16.7.2 Proximidad a parques eólicos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/2008.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m.

8.16.7.3 Proximidades a obras,

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.



8.17 NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

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.

8.18 CRUZAMIENTOS DE LÍNEA ELÉCTRICA CON AUTOVÍAS Y CARRETERAS

Cuando la línea eléctrica haga un cruce con carreteras y autovías, se situarán unas porterías a cada lado de la carretera. A estas estará anclado un mallado, para evitar así que el día del tendido el conductor pueda impedir el uso normal de la carretera.

9 CRONOGRAMA

Cód	TAREA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
LAT 132 kV											
0	TRABAJOS PREVIOS										
1	OBRA CIVIL										
2	MONTAJE APOYOS y APARELLAJE										
3	TENDIDO CONDUCTOR										
4	PRUEBAS, ENSAYOS y PUESTA EN MARCHA										

Avd. de la Constitución,
34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57 318 683 4840

Paseo de la Castellana,
52 Planta 1, Puerta derecha
28046 Madrid, España

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your **renewable** vision

LINEA DE EVACUACIÓN 132 kV SE CAMPOS 132/33 kV – APOYO ENTRONQUE

**SP.0068.2.M.CA.301-5A
MEMORIA DE CÁLCULO**

MULA , MURCIA (ESPAÑA)

*Tabla 1.- Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	14/05/2021	Emisión Inicial	CMF	JJP	JBM
1A	20/06/2022	Cambio de emplazamiento de SE Campos	CMF	IMJ	JBM
2A	27/10/2022	Reducción de potencia	CMF	IMJ	JBM
3A	03/03/2023	Desplazamiento de SET Campos y entronque en LAT 132 kV	JLS	JJP	JBM
4A	12/04/2024	Comentarios de cliente. Se añade cálculo de campo eléctrico e intensidad máxima admisible.	JLS	JJP	JBM
5A	10/05/2023	LAT solo incluye tramo simple circuito	JLS	JJP	JBM

Sevilla, mayo de 2023

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

■	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	5
■	CÁLCULO ELÉCTRICO LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	6
2.1	CAPACIDAD DE TRANSPORTE	6
■	<i>Densidad de corriente e intensidad máxima admisible.....</i>	<i>6</i>
■	<i>Capacidad de transporte máxima en régimen verano / invierno.....</i>	<i>7</i>
2.2	PARÁMETROS ELÉCTRICOS.....	8
■	<i>Resistencia eléctrica</i>	<i>8</i>
■	<i>Reactancia del conductor</i>	<i>8</i>
■	<i>Capacitancia.....</i>	<i>9</i>
■	<i>Susceptancia.....</i>	<i>9</i>
■	<i>Impedancia de la línea</i>	<i>9</i>
■	<i>Caída de tensión.....</i>	<i>9</i>
■	<i>Pérdidas por efecto Joule.....</i>	<i>10</i>
■	<i>Efecto corona</i>	<i>10</i>
2.3	RESUMEN DE RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO	12
■	CÁLCULO PUESTA A TIERRA LINEA AÉREA ALTA TENSIÓN	13
■	CÁLCULO MECÁNICO LINEA AÉREA ALTA TENSIÓN.....	14
4.1	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONDUCTOR DE FASE Y DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.....	14
4.2	CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR.....	15
4.3	CARGAS PERMANENTES.....	15
4.4	CARGA DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO	15
4.5	PESO APARENTE POR SOBRECARGA DE VIENTO.....	16
4.6	PESO APARENTE POR SOBRECARGA DEBIDO AL HIELO	17
4.7	ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES	17
4.8	CÁLCULOS MECÁNICOS A CONSIDERAR	18
4.9	TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.....	24
4.10	FLECHA MÁXIMA DE CONDUCTOR DE FASE Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	25
4.11	TABLAS DE TENDIDO	32
■	CÁLCULO ESFUERZOS EN APOYOS.....	38
5.1	ACCIONES CONSIDERADAS.....	38
■	<i>Cargas verticales.....</i>	<i>38</i>
■	<i>Cargas horizontales</i>	<i>38</i>



■	Resultante de ángulo (R_a).....	39
■	Desequilibrio de tracciones (D_t).....	39
■	Rotura de conductores (R_c).....	40
5.2	CONDICIONES DE CÁLCULO LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN.....	41
5.3	ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS	42
■	Esfuerzo sobre los apoyos. 1ª Hipótesis.....	42
■	Esfuerzo sobre los apoyos. 2ª Hipótesis.....	45
■	Esfuerzo sobre los apoyos. 3ª Hipótesis.....	45
■	Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª Hipótesis.....	48
■	CÁLCULO DE CIMENTACIONES.....	55
■	CÁLCULO FENÓMENOS VIBRATORIOS.....	57
7.1	UBICACIÓN DEL AMORTIGUADOR	57
■	AISLAMIENTO Y HERRAJES.....	57
8.1	CÁLCULO ELÉCTRICO DEL AISLADOR EMPLEADO	57
8.2	HERRAJES.....	59
8.3	CÁLCULO MECÁNICO DE LA CADENA DE AISLADORES.....	59
■	Cálculo cadena de amarre.....	59
■	Cálculo cadena de suspensión.....	60
■	Resultados cálculo mecánico de cadenas.....	60
■	CÁLCULO CAMPO ELETROMAGNÉTICO	61
9.1	RESULTADO DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO.....	61
9.2	RESULTADO DEL CAMPO ELÉCTRICO	63



1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

En la presente memoria se justifican los cálculos eléctricos correspondiente a la línea de alta tensión CAMPOS. Esta se compone de un único tramo aéreo entre el pórtico de la SE CAMPOS y el apoyo de entronque de una línea a construir, objeto de otro expediente, en configuración de simple circuito.

Las características de la línea eléctrica de alta tensión 132 kV CAMPOS:

- Tipo de apoyo: Celosía
- Longitud línea aérea (S/C): 10.255,15 km
- Número de circuitos tramo I: 1
- Conductor de fase línea aérea: 242-AL1/39-ST1A (LA 280)
- Número de cables tierra línea aérea: 1
- Conductor de tierra tramo I: OPGW-48 17 kA
- Frecuencia: 50Hz
- Altitud media de la línea sobre el nivel del mar: 310 m



2 CÁLCULO ELÉCTRICO LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

2.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE

2.1.1 Densidad de corriente e intensidad máxima admisible

La densidad de corriente máxima admisible en régimen permanente, de acuerdo con el artículo 4.2.1 de la ITC-07 del R.D. 223/2008 para una línea de corriente alterna y 50 Hz de frecuencia para conductores de Aluminio se obtiene de la tabla 11 de dicha instrucción:

Tabla 2: Densidad de corriente admisible

Sección nominal (mm ²)	Cobre (A/mm ²)	Aluminio (A/mm ²)	Aleación de AL (A/mm ²)
10	8,75		
15	7,6	6	5,6
25	6,35	5	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,1	4	3,7
70	4,5	3,55	3,3
95	4,05	3,2	3
125	3,7	2,9	2,7
160	3,4	2,7	2,5
200	3,2	2,5	2,3
250	2,9	2,3	2,15
300	2,75	2,15	2
400	2,5	1,95	1,8
500	2,3	1,8	1,7
600	2,1	1,65	1,55

Al emplear una sección de cable que no se encuentra en dicha tabla, para obtener el valor de la densidad de corriente se interpolará entre valores externos de la tabla lo más ajustados posibles, que contengan la sección.

Por lo tanto, se interpola para la sección de cable empleada mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{S_1 - S_0} \cdot (S - S_0)$$

Siendo:

S_0 : sección inferior a la escogida

σ_0 : valor tabla correspondiente a la sección inferior a la escogida



S_1 : sección superior a la escogida

σ_1 : valor tabla correspondiente a la sección superior a la escogida

S : sección conductor escogido

σ : valor calculado

A ese valor obtenido se le aplica un factor de corrección, al ser un cable de Aluminio-Acero. El factor de corrección viene dado en la ITC-07 apartado 4.2.1 del R.D. 223/2008. Tendrá un valor que varía en función de la composición del conductor. La densidad de corriente corregida se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$\sigma_c = \sigma \cdot f_c$$

Se obtiene la intensidad máxima admisible por el conductor mediante la expresión:

$$I_{maz} = \sigma_c \cdot S$$

Con todo ello, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. Cálculos de densidad de corriente

Densidad de corriente	
Sección inferior a la escogida	250,0 mm ²
Sección superior a la escogida	300,0 mm ²
σ_0	2,30 A/mm ²
σ_1	2,15 A/mm ²
σ	2,21 A/mm ²
Número de hilos	33
f_c	0,937
σ_c	2,07 A/mm ²
S	281,1 mm ²
I_{max}	581,2 A

2.1.2 Capacidad de transporte máxima en régimen verano / invierno

Se ha calculado la capacidad de transporte del circuito de la línea y su variación con la temperatura ambiente, con una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor y considerando el efecto de la radiación solar en las condiciones climáticas de la zona más desfavorable.



El resumen de los resultados obtenidos es el siguiente (MVA por circuito y A por conductor).

Tabla 4. Capacidad de transporte

	Temperatura del conductor de 50°C	
	Capacidad de Transporte por circuito (MVA)	Intensidad admisible por conductor (A)
Tª Invierno: 13,7 °C	137,16 MVA	600 A
Tª Verano: 31,0 °C	94,73 MVA	414 A

Las temperaturas se han obtenido de la Guía Resumen del Clima en España de 1971-2000, del ministerio de Obras Públicas y Transporte, edición 2001. Para el cálculo de la capacidad de transporte por circuito se han seleccionado las medias de las temperaturas máximas del mes más cálido y del mes más frío.

Con el presente estudio se cumple lo establecido en el R.D. 223/2008, ya que se ha tenido en cuenta la temperatura alcanzada por los conductores, las condiciones climatológicas y la carga en línea.

2.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

2.2.1 Resistencia eléctrica

La resistencia de la línea se calcula mediante la siguiente expresión.

$$R = R_k \cdot l$$

Dónde:

- R=Resistencia total de la línea (Ω)
- R_k =Resistencia por kilómetro de conductor (Ω/km)
- l= Longitud de la línea (km)

2.2.2 Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(2 \cdot 10^{-4} \cdot \ln \left(\frac{DMG}{RMG} \right) \right)$$

Donde:

- X_k = Reactancia aparente en Ω/km .
- f= Frecuencia de la red en hercios=50.
- RMG= Radio medio geométrico de una fase en milímetros.



- DMG= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

2.2.3 Capacitancia

La capacidad de cada fase al neutro por unidad de kilómetro se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_k = \frac{0,0556}{\ln \frac{DMG}{RMG}}$$

2.2.4 Susceptancia

La Susceptancia kilométrica (B_k), que es la parte imaginaria de la admitancia, viene dada por la expresión:

$$B_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_k$$

2.2.5 Impedancia de la línea

La impedancia kilométrica de la línea (Z_k) viene determinada por la siguiente expresión:

$$Z_k = R_k + j \cdot X_k$$

2.2.6 Caída de tensión

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot I_c \cdot l \cdot (R_k \cdot \cos \theta + X_k \cdot \sen \theta)$$

$$e(\%) = \frac{e}{U_N} \cdot 100$$

Dónde:

- e = Caída de tensión (V)
- L = Longitud de la línea (km)
- I_c = Intensidad de cálculo (A)
- R_k = Resistencia por fase y por kilómetro de conductor (Ω /km)
- X_k = Reactancia por fase y por kilómetro de conductor (Ω /km)
- θ = Ángulo de desfase entre la intensidad y la tensión en el extremo receptor
- U_N = Tensión nominal (kV)

Se admite una caída máxima de tensión del 5%.



2.2.7 Pérdidas por efecto Joule

Si por un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido al choque que sufren los electrones con las moléculas del conductor por el que circulan elevando la temperatura de este.

Las pérdidas por efecto Joule, vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$R_k(T_{trabajo}^{\circ}) = R_k(20^{\circ}) \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_{trabajo} - \theta_{20^{\circ}}))$$

Donde:

α = Coeficiente de temperatura de la resistencia a 20°C del Aluminio (0,00403°C)

$\theta_{trabajo}$ = Temperatura máxima de trabajo del conductor (°C)

$\theta_{20^{\circ}}$ = Temperatura del conductor a 20°C

$$P(\%) = \frac{P \cdot R \cdot L}{U^2 \cdot \cos^2 \phi} \times 100$$

- P = Potencia transportada por circuito (MW)
- R = Resistencia del conductor a la temperatura máxima de operación (Ω/km)
- L = Longitud de la línea (km)
- U = Tensión nominal (kV)
- Cos φ = factor de potencia de la carga.

Se admite una pérdida de potencia máxima por efecto Joule del 3%.

2.2.8 Efecto corona

El efecto corona se produce por la rigidez dieléctrica del aire y el campo eléctrico creado en la superficie del conductor, provocando pérdidas de energía cuando este campo eléctrico supera la citada rigidez dieléctrica del aire.

La rigidez dieléctrica depende de la presión barométrica, la temperatura y la humedad relativa. El campo eléctrico en la superficie del conductor depende de la tensión del sistema, de la disposición geométrica de los conductores que componen el circuito, de la rugosidad del cable y de otra serie de factores complejos.

La tensión a partir de la cual comienzan las pérdidas por este fenómeno se denomina "tensión crítica disruptiva" y viene dada por la fórmula siguiente:

$$E_c = m \cdot E_0 \cdot \delta \cdot \left[1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta \cdot r_c}} \right] (kV_{rms}/cm)$$

Se tienen los siguientes parámetros:

- m: coeficiente de estado superficial del conductor
- δ: Factor de corrección de la densidad del aire



- r_c : Radio exterior del conductor
- E_0 : Gradiente crítico disruptivo del aire bajo condiciones normales (21,1 kV_{rms}/cm) en valor eficaz.

Para el cálculo de δ :

$$\delta = \frac{273 + t_0}{273 + t} \cdot \frac{P}{P_0}$$

Donde:

$$10 \cdot \log(P) = \log(76) - \frac{h}{18336}$$

Siendo:

- h: Altitud m.s.n.m.
- t: Temperatura ambiente en grados Celsius °C
- t_0 : Temperatura de referencia 25°C
- P: Presión barométrica según altitud
- P: Presión barométrica de referencia 760 mmHg

El campo eléctrico en la superficie del conductor se calcula de la siguiente manera:

$$E_m = \frac{U_{f-t}}{n \cdot r_c \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)}$$

Siendo:

- U_{f-t} : Tensión más elevada fase - tierra
- n: número de conductores por fase
- r_c : Radio exterior del conductor
- DMG: Distancia media geométrica entre fases
- RMG: Radio medio geométrico del haz de conductores

Para producirse pérdidas por efecto corona, el gradiente eléctrico en la superficie del conductor debe superar la tensión disruptiva crítica.



2.3 RESUMEN DE RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO

TRAMO I:

Tabla 5. Resumen de resultados tramo simple circuito

RESUMEN DE RESULTADOS	
Potencia de diseño	70 MVA
Tensión de diseño	132 kV
Intensidad de cálculo	306,2 A
Valores eléctricos por km	
Resistencia Rk	0,133 Ω/km
Reactancia Xk	0,421 Ω/km
Capacidad de la línea C'	0,009 μF/km
Susceptancia capacitiva B'	2,708 μS/km
Valores eléctricos totales línea	
Resistencia R	1,364 Ω
Reactancia X	4,304 Ω
Capacidad de la línea C'	0,088 Ω
Susceptancia capacitiva B'	27,692 Ω
Efecto corona	
Campo crítico de inicio de corona visible	21,69 kVp/cm
Campo crítico de inicio de descargas	16,82 kVp/cm
Campo eléctrico en la superficie del conductor	11,91 kVp/cm
Pérdidas en la línea	
Pérdidas joule	0,38 MW
	0,61%
Pérdidas efecto corona	0,00 MW
	0,00%
Pérdidas totales	0,38 MW
	0,61%
Caída de tensión	1,65 kV
	1,25%



3 CÁLCULO PUESTA A TIERRA LINEA AÉREA ALTA TENSIÓN

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos.

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para cada tipo de apoyo según su ubicación:

Apoyo no frecuentados (NF)

En este caso, se realizará para cada apoyo una toma de tierra en función del tipo de cimentación: cimentación en tierra, mixta o en roca.

La toma de tierra se completará con la instalación de una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,6 metros de profundidad.

En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

Mediante una pica de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en apoyos monobloque y tetrabloque.

En el caso, de no ser suficiente para asegurar las tensiones de paso y contacto, se incluirá un sistema mixto de picas y anillos de cobre o acero de forma perimetral, situado a una distancia de 1 metro de los montantes y enterrado a una profundidad mínima dependiendo del terreno, el cual se unirá solidariamente a cuatro picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno.

La distancia entre las picas del anillo será superior a una vez y media la longitud de la pica.

Apoyo frecuentados (F)

En este caso, se realizará para cada apoyo una toma de tierra igual que para el caso de los apoyos no frecuentados y se completará con la realización de un primer anillo y picas.

Si no fuese suficiente, para asegurar las tensiones de paso y contacto, se añadirá un segundo anillo y picas.

La distancia entre picas cumplirá con la vez y media su longitud.



4 CÁLCULO MECÁNICO LINEA AÉREA ALTA TENSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONDUCTOR DE FASE Y DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Las características mecánicas principales del conductor y del cable de tierra se muestran a continuación.

Tabla 6.- Característica mecánicas del conductor de fase

Parámetros	Descripción
Conductor	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Sección de aluminio (mm ²)	241,6
Sección de acero (mm ²)	39,5
Sección total (mm ²)	281,1
Composición	26+7
Diámetro de total (mm)	21,8
Carga de rotura (daN)	8.489
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7.700
Coefficiente de dilatación (°C)	1,89·10 ⁻⁰⁵
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,1195
Peso (Kg/m)	0,976

Tabla 7.- Característica mecánicas del conductor de protección

Parámetros	Descripción
Conductor	OPGW-48
Sección total (mm ²)	180
Diámetro de total (mm)	17
Carga de rotura (daN)	7.848
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	12.000
Coefficiente de dilatación (°C)	1,51·10 ⁻⁰⁵
Peso (Kg/m)	0,624



4.2 CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR

Según el artículo 3.1 de la ITC-07 del R.D. 223/2008 las cargas y sobrecargas a considerar se distinguen según:

- Cargas permanentes
- Sobrecarga debida a la acción del viento
- Sobrecarga debida al hielo

Además de esto se calculará la carga total (sobrecarga debida a la acción del peso y viento), y la sobrecarga debida a la acción de viento y hielo.

4.3 CARGAS PERMANENTES

Se considerará la carga vertical debida al peso del propio conductor, que se calcula tal y como sigue a continuación:

- Conductor LA-280

Para obtener el valor en daN/m se realiza la siguiente conversión de unidades:

$$P_c = 0,976 \frac{Kg}{m} \cdot 0,981 \frac{daN}{Kg} = 0,957 \frac{daN}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48

$$P_c = 0,624 \frac{Kg}{m} \cdot 0,981 \frac{daN}{Kg} = 0,612 \frac{daN}{m}$$

4.4 CARGA DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO

Según el artículo 3.1.2.1 del R.D. 223/2008, la presión producida por el viento sobre el conductor o cable de tierra viene dada por la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d$$

Donde:

- P_v : Presión del viento en daN/m
- d : Diámetro del conductor en metros
- q : Presión de viento, se calcula mediante una de las siguientes expresiones
- V_v : Velocidad del viento en km/h y se toma 120 Km/h como mínimo.

$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \quad d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \quad d > 16 \text{ mm}$$



- Conductor LA-280

Se calculará mediante la segunda expresión:

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 = 50 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 50 \frac{daN}{m^2}$$

Con lo que se puede calcular la presión producida por el viento:

$$P_V = q \cdot d = 50 \cdot 0,0218 = 1,09 \frac{daN}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48

Se calculará mediante la segunda expresión:

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 = 50 \cdot \left(\frac{120}{120}\right)^2 = 50 \frac{daN}{m^2}$$

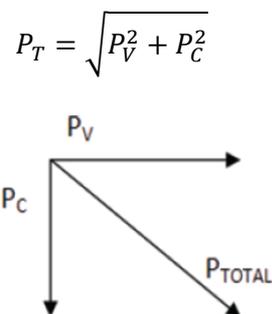
Con lo que se puede calcular la presión producida por el viento:

$$P_V = q \cdot d = 50 \cdot 0,017 = 0,85 \frac{daN}{m}$$

Para calcular la carga total, deben componerse vectorialmente el peso y la fuerza del viento.

4.5 PESO APARENTE POR SOBRECARGA DE VIENTO

La carga total se obtiene mediante la suma vectorial del peso y la presión del viento:



- Conductor LA-280

$$P_T = \sqrt{P_V^2 + P_C^2} = \sqrt{1,09^2 + 0,957^2} = 1,45 \frac{daN}{m}$$

- Conductor de tierra OPGW-48

$$P_T = \sqrt{P_V^2 + P_C^2} = \sqrt{0,85^2 + 0,612^2} = 1,047 \frac{daN}{m}$$



4.6 PESO APARENTE POR SOBRECARGA DEBIDO AL HIELO

Las sobrecargas producidas por el hielo, se calculan según la zona en la que se encuentre la línea. Al estar la línea situada en Zona A, no se tendrá en cuenta sobrecarga motivada por el hielo.

4.7 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

Los conductores e hilos de tierra de las líneas eléctricas aéreas están sujetos a la influencia de:

- Variaciones de temperatura
- La acción del viento
- La formación de hielo

Estas magnitudes son de origen climatológico y cada uno de estos factores afecta a la tensión mecánica, a la longitud del conductor y a la flecha. Es por ello que se hace necesario relacionar estas variables, y esto se realiza mediante la “ecuación de cambio de condiciones”.

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E$$

$$B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- a=Longitud proyectada del vano de regulación (m)
- T₀= Tensión horizontal en las condiciones iniciales (daN)
- Θ₀= Temperatura en las condiciones iniciales (°C)
- P₀= Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (daN/m)
- T=Tensión horizontal en las condiciones finales (daN)
- Θ= Temperatura en las condiciones finales (1/°C)
- P=Sobrecarga en las condiciones finales (daN/m)
- S=Sección del conductor (mm²)
- E= Módulo de elasticidad del conductor (daN/mm²)
- α = Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C)



4.8 CÁLCULOS MECÁNICOS A CONSIDERAR

Según el artículo 3.2 de la ITC-07 se realizarán siguientes cálculos mecánicos:

- Tracción máxima admisible
- Comprobación de los fenómenos vibratorios
- Flechas máximas de los conductores y cables de tierra

Resumen de Hipótesis:

Tabla 8.- Resumen de hipótesis. Zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea		
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.6)
	V	Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.		
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.4)	Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.6)

*Aplica resultante de ángulo en 3ª y 4ª hipótesis



Tabla 9.- Resumen de hipótesis. Zona A (Continuación)

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 (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea		
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	
Fin de línea	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
	V	Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	No aplica	Cargas permanentes (aptdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (aptdo. 3.1.4.4)		Rotura de conductores y cables de tierra (aptdo. 3.1.5.4)
<p>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 mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ° C.</p>				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal	T = Esfuerzo transversal	



Tabla 10.- Resumen de hipótesis. Zonas B y C

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 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 consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h	
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apto. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 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 consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h (apdo. 3.1.2).	



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
	T	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	Esfuerzo del viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (aptdo. 3.1.6)	ALINEACIÓN: No se aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.				

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 mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -20°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.

Tabla 11.- Resumen de hipótesis. Zonas B y C (Continuación)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(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 sobre carga de viento (aptdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.	Cargas permanentes (aptdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (aptdo. 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 consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h	



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Fin de línea	T	<p>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	<p>ALINEACIÓN: No se aplica.</p> <p>ÁNGULO: resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	<p>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. <p>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</p>	<p>ALINEACIÓN: No se aplica.</p> <p>*ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO</p>	<p>Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)</p>
	L	No aplica.				
	V	<p>Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobre carga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de línea.</p>	<p>Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3)</p>	<p>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)</p>	No aplica	<p>Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se consideraran los conductores y cables de tierra sometidos a unas sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60k/h (apdo. 3.1.2).</p>



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)		2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
				(Hielo)	(Hielo + viento)		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)	No aplica	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)		No aplica	
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)					Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.6)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará: <p>1ª Hipótesis: sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -20°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.</p>							
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal		T= Esfuerzo transversal			



4.9 TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

El R.D. 223/2008 establece que la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra no resultará superior a su carga de rotura, dividida por un coeficiente como mínimo de 2,5 (en el presente estudio se utilizará un coeficiente de seguridad de valor igual a 3), considerándose sometidos a la hipótesis de sobrecarga que se presentan a continuación.

Tabla 12.- Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible

Zona A			
Hipótesis	Temperatura (° C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga Hielo
Tracción máxima viento	-5	120 Km/h	No se aplica

La tracción máxima admisible se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_{max.adm} = \frac{Q_r}{C_s}$$

Donde:

- $T_{max.adm}$ =Tracción máxima admisible en daN
- Q_r = Carga de rotura en daN
- C_s =Coeficiente de seguridad, que es igual a 3

Para cada conductor resulta:

- Conductor LA-280

$$T_{max.adm} = \frac{8489}{3} = 2830 daN$$

- Conductor de tierra OPGW-48

$$T_{max.adm} = \frac{7848}{3} = 2616 daN$$

La tensión unitaria máxima ($t_{max.adm}$) se calcula como el cociente entre la tracción máxima admisible y la sección del conductor.

$$t_{max.adm} = \frac{T_{max.adm}}{S_{conductor}}$$



- Conductor LA-280

$$t_{max.adm} = \frac{2830}{281,1} = 10,07 \frac{daN}{mm^2}$$

- Conductor de tierra OPGW-48

$$t_{max.adm} = \frac{2616}{180} = 14,53 \frac{daN}{mm^2}$$

4.10 FLECHA MÁXIMA DE CONDUCTOR DE FASE Y CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

La flecha es la distancia en vertical entre el punto más bajo del conductor y el punto de sujeción del mismo.

De acuerdo con la clasificación de las zonas de sobrecarga definidas en el apartado 3.1.3 de la ITC- 07, se determinará la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis que establecen en el apartado 3.2.3 de esta misma instrucción técnica, que son las siguientes:

En las zonas A, B y C:

- Hipótesis de viento. Sometidos a la acción de su peso propio y una sobrecarga de viento, según el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT-07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.
- Hipótesis de temperatura. Sometidos a la acción de su propio peso, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a +85°C para los conductores de fase ni inferior a +50 °C para los cables de tierra. Para el resto de líneas, tanto para los conductores de fase como para los cables de tierra, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 °C.
- Hipótesis de hielo. Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.1.3, a la temperatura de 0 °C.

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2} \right)$$

Donde:

a: Longitud proyectada del vano (m)

b: Longitud real del vano (m)

$$b = \sqrt{a^2 + h^2}$$

h=Desnivel (m)

T= Componente horizontal de la tensión (daN)

p=Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m)

A continuación se representan las flechas de cada vano.



Nota: Se consideran los tendidos de los vanos entre los pórticos de las subestaciones y los apoyos contiguos como “vanos flojos”, por lo que no son objeto de estudio. Se han adoptado valores de tensión máxima de diseño para el cálculo de los conductores inferiores a la tensión máxima admisible del cable (2830 daN) con el fin de controlar la flecha del vano al terreno.



Tabla 13.-Conductor de fase LA-280

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Zona A					Tensión (50)°C		Tensión (15°C+V)		Flecha mín (m)	Flecha max (m)
				Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-5°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)		
AP01-AP02	A	225	225	2300	17,49	20,68	1941	2300	1198	5,16	2026	4,62	3,47	5,16
AP02-AP03	A	468	468	2400	18,38	19,35	1888	2400	1462	18,33	2294	17,69	16,06	18,33
AP03-AP04	A	198	198	2300	17,47	21,31	1978	2300	1148	4,19	1984	3,67	2,62	4,19
AP04-AP05	A	342	342	2300	17,55	19,1	1845	2300	1335	10,79	2144	10,17	8,74	10,79
AP05-AP06	A	206	256	2300	17,52	20,1	1907	2300	1245	4,23	2066	3,86	3,04	4,23
AP06-AP07	A	286	256	2300	17,52	20,1	1907	2300	1245	8,07	2066	7,36	5,8	8,07
AP07-AP08	A	284	284	2400	18,37	20,8	1979	2400	1327	7,49	2177	6,91	5,54	7,49
AP08-AP09	A	586	586	2300	17,59	18,14	1783	2300	1442	29,38	2235	28,71	27,07	29,38
AP09-AP10	A	283	283	2300	17,53	19,71	1883	2300	1278	7,74	2095	7,15	5,82	7,74
AP10-AP11	A	541	541	2300	17,59	18,23	1789	2300	1431	25,09	2226	24,43	22,83	25,09
AP11-AP12	A	224	224	2050	15,39	17,78	1691	2050	1088	5,76	1830	5,19	4,09	5,76
AP12-AP13	A	254	254	2050	15,45	17,36	1666	2050	1129	7,03	1865	6,45	5,31	7,03
AP13-AP14	A	326	326	2300	17,55	19,24	1854	2300	1321	9,84	2132	9,23	7,83	9,84
AP14-AP15	A	370	370	2300	17,56	18,9	1833	2300	1355	12,37	2161	11,75	10,29	12,37
AP15-AP16	A	241	241	2300	17,51	20,36	1922	2300	1223	5,81	2048	5,25	4,05	5,81
AP16-AP17	A	185	185	2300	17,46	21,65	1998	2300	1121	3,76	1962	3,26	2,26	3,76
AP17-AP18	A	250	233	2300	17,5	20,51	1931	2300	1211	6,31	2038	5,68	4,32	6,31
AP18-AP19	A	250	233	2300	17,5	20,51	1931	2300	1211	6,31	2038	5,68	4,32	6,31
AP19-AP20	A	226	233	2300	17,5	20,51	1931	2300	1211	5,14	2038	4,63	3,52	5,14

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Zona A					Tensión (50)°C		Tensión (15°C+V)			
				Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-5°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)	Flecha mín (m)	Flecha max (m)
AP20-AP21	A	224	233	2300	17,5	20,51	1931	2300	1211	5,06	2038	4,55	3,46	5,06
AP21-AP22	A	208	233	2300	17,5	20,51	1931	2300	1211	4,38	2038	3,94	3	4,38
AP22-AP23	A	232	242	2300	17,51	20,35	1922	2300	1224	5,39	2049	4,88	3,76	5,39
AP23-AP24	A	250	242	2300	17,51	20,35	1922	2300	1224	6,24	2049	5,65	4,35	6,24
AP24-AP25	A	250	250	2300	17,51	20,2	1913	2300	1236	6,18	2059	5,62	4,39	6,18
AP25-AP26	A	222	222	2300	17,49	20,74	1945	2300	1193	5,07	2022	4,53	3,38	5,07
AP26-AP27	A	340	299	2300	17,54	19,51	1871	2300	1296	10,91	2110	10,15	8,4	10,91
AP27-AP28	A	222	299	2300	17,54	19,51	1871	2300	1296	4,68	2110	4,35	3,6	4,68
AP28-AP29	A	309	309	2400	18,37	20,47	1959	2400	1355	8,62	2201	8,03	6,61	8,62
AP29-AP30	A	287	287	2400	18,37	20,76	1977	2400	1331	7,6	2180	7,02	5,65	7,6
AP30-AP31	A	238	209	2400	18,37	22,3	2068	2400	1211	5,75	2079	5,08	3,62	5,75
AP31-AP32	A	179	209	2400	18,37	22,3	2068	2400	1211	3,23	2079	2,85	2,04	3,23
AP32-AP33	A	194	209	2400	18,37	22,3	2068	2400	1211	3,8	2079	3,36	2,4	3,8
AP33-AP34	A	198	243	2300	17,51	20,32	1920	2300	1226	3,9	2051	3,53	2,73	3,9
AP34-AP35	A	228	214	2300	17,49	20,91	1955	2300	1179	5,37	2011	4,77	3,51	5,37
AP35-AP36	A	285	305	2300	17,54	19,45	1867	2300	1302	7,63	2115	7,11	5,92	7,63
AP36-AP37	A	322	305	2300	17,54	19,45	1867	2300	1302	9,74	2115	9,08	7,56	9,74
AP37-AP38	A	211	211	2300	17,48	20,99	1960	2300	1173	4,63	2005	4,1	3	4,63
AP38- AP_Entronque	A	50	50	900	5,4	8,28	770	900	308	1	648	0,72	0,43	1



Tabla 14.-Conductor de protección OPGW-48

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Zona A					Tensión (50)°C		Tensión (15°C+V)		Flecha mín (m)	Flecha max (m)
				Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-5°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)		
SET CAMPOS-AP01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP01-AP02	A	225	225	1900	13,97	16,34	1503	1900	901	4,8	1703	4,49	3,31	4,8
AP02-AP03	A	468	468	1950	13,98	14,58	1417	1950	1045	17,94	1880	17,62	16,07	17,94
AP03-AP04	A	198	198	1950	14,56	17,72	1592	1950	892	3,78	1709	3,48	2,37	3,78
AP04-AP05	A	342	342	1950	14,11	15,25	1457	1950	1005	10,03	1833	9,71	8,26	10,03
AP05-AP06	A	206	256	1950	14,31	16,32	1518	1950	952	3,87	1774	3,67	2,82	3,87
AP06-AP07	A	286	256	1950	14,31	16,32	1518	1950	952	7,39	1774	7	5,38	7,39
AP07-AP08	A	284	284	1950	14,23	15,88	1493	1950	973	7,15	1797	6,83	5,47	7,15
AP08-AP09	A	586	586	2000	14,29	14,71	1437	2000	1091	27,17	1949	26,85	25,19	27,17
AP09-AP10	A	283	283	2000	14,67	16,47	1542	2000	995	6,96	1837	6,65	5,25	6,96
AP10-AP11	A	541	541	2000	14,31	14,8	1443	2000	1085	23,15	1941	22,84	21,21	23,15
AP11-AP12	A	224	224	2000	14,9	17,66	1606	2000	943	4,65	1781	4,35	3,1	4,65
AP12-AP13	A	254	254	2000	14,77	16,96	1569	2000	973	5,71	1813	5,41	4,1	5,71
AP13-AP14	A	326	326	1900	13,73	14,89	1422	1900	974	9,34	1782	9,01	7,63	9,34
AP14-AP15	A	370	370	2000	14,48	15,53	1488	2000	1041	11,27	1890	10,96	9,44	11,27
AP15-AP16	A	241	241	2000	14,82	17,25	1584	2000	961	5,18	1800	4,88	3,6	5,18
AP16-AP17	A	185	185	1900	14,15	17,43	1560	1900	854	3,46	1653	3,15	2,12	3,46
AP17-AP18	A	250	233	1900	13,94	16,16	1493	1900	909	5,88	1712	5,52	4,14	5,88

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	Zona A			Tensión (50)°C		Tensión (15°C+V)		Flecha mín (m)	Flecha max (m)
						CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-5°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)		
AP18-AP19	A	250	233	1900	13,94	16,16	1493	1900	909	5,88	1712	5,52	4,14	5,88
AP19-AP20	A	226	233	1900	13,94	16,16	1493	1900	909	4,79	1712	4,5	3,37	4,79
AP20-AP21	A	224	233	1900	13,94	16,16	1493	1900	909	4,72	1712	4,42	3,32	4,72
AP21-AP22	A	208	233	1900	13,94	16,16	1493	1900	909	4,08	1712	3,83	2,87	4,08
AP22-AP23	A	232	242	1900	13,91	15,99	1484	1900	917	5,04	1720	4,74	3,61	5,04
AP23-AP24	A	250	242	1900	13,91	15,99	1484	1900	917	5,83	1720	5,49	4,18	5,83
AP24-AP25	A	250	250	2000	14,78	17,05	1574	2000	969	5,52	1809	5,22	3,92	5,52
AP25-AP26	A	222	222	1900	13,98	16,41	1506	1900	898	4,71	1700	4,4	3,22	4,71
AP26-AP27	A	340	299	1900	13,77	15,15	1437	1900	959	10,32	1766	9,9	8,16	10,32
AP27-AP28	A	222	299	1900	13,77	15,15	1437	1900	959	4,43	1766	4,24	3,5	4,43
AP28-AP29	A	309	309	2000	14,6	16,11	1522	2000	1012	8,08	1856	7,77	6,34	8,08
AP29-AP30	A	287	287	2000	14,65	16,4	1538	2000	998	7,09	1841	6,79	5,39	7,09
AP30-AP31	A	238	209	2000	14,99	18,09	1629	2000	926	5,27	1763	4,89	3,37	5,27
AP31-AP32	A	179	209	2000	14,99	18,09	1629	2000	926	2,96	1763	2,74	1,89	2,96
AP32-AP33	A	194	209	2000	14,99	18,09	1629	2000	926	3,48	1763	3,23	2,23	3,48
AP33-AP34	A	198	243	2000	14,81	17,2	1582	2000	963	3,48	1802	3,28	2,43	3,48
AP34-AP35	A	228	214	2000	14,95	17,92	1620	2000	933	4,75	1770	4,42	3,09	4,75
AP35-AP36	A	285	305	2000	14,61	16,15	1524	2000	1010	6,88	1854	6,62	5,38	6,88

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	Tensión max (kg)	EDS (15°C) (%)	Zona A			Tensión (50)°C		Tensión (15°C+V)		Flecha mín (m)	Flecha max (m)
						CHS (%)	Tensión (-5°C +1/2V)	Tensión (-5°C +V) (kg)	T (kg)	F (m)	T (kg)	F (m)		
AP36-AP37	A	322	305	2000	14,61	16,15	1524	2000	1010	8,79	1854	8,45	6,87	8,79
AP37-AP38	A	211	211	2000	14,97	18,03	1625	2000	929	4,1	1765	3,8	2,64	4,1
AP38-AP_Entronque	A	50	50	1000	5,98	10,77	903	1000	260	0,76	689	0,5	0,23	0,76



4.11 TABLAS DE TENDIDO

Para tender el conductor, es útil disponer de una tabla que proporcione la tensión mecánica y la flecha a distintas temperaturas. Esta tabla se calcula sin considerar efectos de hielo ni de viento, ya que no se realizará el tendido bajo esas condiciones, por lo que sólo se tendrá en cuenta el peso del conductor.

El tensado de los cables de cada tramo de línea comprendido entre dos apoyos deberá hacerse en función de la longitud del vano correspondiente.

Las temperaturas a considerar van desde -5 °C hasta 50 °C para conductores de fase y cable de tierra.

Nota: Se consideran los tendidos de los vanos entre los pórticos de las subestaciones y los apoyos contiguos como "vanos flojos", por lo que no son objeto de estudio.



Tabla 15.- Tendido conductor de fase LA-280

VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	- 5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
				T (Kg)	F (m)																						
AP01-AP02	A	225	225	1782	3,47	1705	3,62	1634	3,78	1568	3,94	1508	4,1	1453	4,25	1401	4,41	1354	4,56	1310	4,72	1270	4,87	1232	5,02	1198	5,16
AP02-AP03	A	468	468	1668	16,06	1646	16,27	1625	16,49	1604	16,7	1584	16,91	1565	17,12	1546	17,32	1528	17,53	1511	17,73	1494	17,93	1478	18,13	1462	18,33
AP03-AP04	A	198	198	1837	2,62	1743	2,76	1657	2,90	1578	3,05	1506	3,19	1440	3,34	1380	3,49	1325	3,63	1275	3,77	1229	3,91	1187	4,05	1148	4,19
AP04-AP05	A	342	342	1646	8,74	1610	8,94	1576	9,13	1544	9,33	1513	9,52	1484	9,70	1456	9,89	1430	10,07	1404	10,25	1380	10,43	1357	10,61	1335	10,79
AP05-AP06	A	206	256	1733	3,04	1670	3,15	1613	3,26	1559	3,38	1510	3,49	1464	3,60	1421	3,70	1381	3,81	1343	3,92	1308	4,02	1275	4,13	1245	4,23
AP06-AP07	A	286	256	1733	5,80	1670	6,01	1613	6,23	1559	6,44	1510	6,65	1464	6,86	1421	7,07	1381	7,27	1343	7,48	1308	7,68	1275	7,88	1245	8,07
AP07-AP08	A	284	284	1793	5,54	1735	5,72	1681	5,91	1631	6,09	1584	6,27	1540	6,45	1499	6,63	1460	6,80	1424	6,98	1390	7,15	1358	7,32	1327	7,49
AP08-AP09	A	586	586	1564	27,07	1552	27,29	1540	27,50	1528	27,72	1516	27,93	1505	28,14	1494	28,35	1483	28,56	1473	28,76	1462	28,97	1452	29,18	1442	29,38
AP09-AP10	A	283	283	1699	5,82	1647	6,00	1599	6,18	1553	6,36	1511	6,54	1471	6,72	1434	6,89	1399	7,07	1366	7,24	1335	7,41	1306	7,57	1278	7,74
AP10-AP11	A	541	541	1572	22,83	1557	23,04	1543	23,25	1529	23,46	1516	23,67	1503	23,88	1490	24,08	1478	24,29	1466	24,49	1454	24,69	1442	24,89	1431	25,09
AP11-AP12	A	224	224	1532	4,09	1475	4,25	1421	4,41	1372	4,57	1327	4,72	1285	4,88	1246	5,03	1210	5,18	1176	5,33	1145	5,47	1115	5,62	1088	5,76
AP12-AP13	A	254	254	1496	5,31	1451	5,47	1408	5,64	1369	5,80	1332	5,96	1297	6,12	1265	6,28	1234	6,43	1206	6,59	1179	6,74	1153	6,89	1129	7,03
AP13-AP14	A	326	326	1659	7,83	1619	8,02	1581	8,21	1546	8,40	1513	8,59	1481	8,77	1451	8,96	1422	9,14	1395	9,31	1369	9,49	1345	9,66	1321	9,84
AP14-AP15	A	370	370	1629	10,29	1598	10,48	1569	10,68	1541	10,88	1514	11,07	1488	11,26	1464	11,45	1440	11,64	1418	11,82	1396	12,01	1375	12,19	1355	12,37
AP15-AP16	A	241	241	1755	4,05	1686	4,21	1622	4,38	1563	4,54	1509	4,71	1459	4,87	1412	5,03	1369	5,19	1328	5,35	1291	5,50	1256	5,66	1223	5,81
AP16-AP17	A	185	185	1866	2,26	1764	2,39	1669	2,53	1583	2,66	1505	2,80	1434	2,94	1369	3,08	1310	3,22	1256	3,36	1207	3,50	1162	3,63	1121	3,76
AP17-AP18	A	250	233	1768	4,32	1695	4,51	1628	4,69	1566	4,88	1509	5,06	1456	5,25	1407	5,43	1362	5,61	1320	5,79	1281	5,96	1245	6,14	1211	6,31
AP18-AP19	A	250	233	1768	4,32	1695	4,51	1628	4,69	1566	4,88	1509	5,06	1456	5,25	1407	5,43	1362	5,61	1320	5,79	1281	5,96	1245	6,14	1211	6,31
AP19-AP20	A	226	233	1768	3,52	1695	3,67	1628	3,83	1566	3,98	1509	4,13	1456	4,28	1407	4,43	1362	4,57	1320	4,72	1281	4,86	1245	5,00	1211	5,14

VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	-5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
				T (Kg)	F (m)																						
AP20-AP21	A	224	233	1768	3,46	1695	3,61	1628	3,76	1566	3,91	1509	4,06	1456	4,21	1407	4,35	1362	4,50	1320	4,64	1281	4,78	1245	4,92	1211	5,06
AP21-AP22	A	208	233	1768	3,00	1695	3,13	1628	3,26	1566	3,39	1509	3,51	1456	3,64	1407	3,77	1362	3,89	1320	4,02	1281	4,14	1245	4,26	1211	4,38
AP22-AP23	A	232	242	1754	3,76	1685	3,92	1622	4,07	1563	4,22	1509	4,37	1459	4,52	1412	4,67	1369	4,82	1329	4,97	1292	5,11	1257	5,25	1224	5,39
AP23-AP24	A	250	242	1754	4,35	1685	4,53	1622	4,71	1563	4,89	1509	5,06	1459	5,24	1412	5,41	1369	5,58	1329	5,75	1292	5,91	1257	6,08	1224	6,24
AP24-AP25	A	250	250	1741	4,39	1676	4,56	1616	4,73	1561	4,89	1509	5,06	1462	5,23	1417	5,39	1376	5,55	1338	5,71	1302	5,87	1268	6,03	1236	6,18
AP25-AP26	A	222	222	1788	3,38	1709	3,54	1636	3,69	1569	3,85	1508	4,01	1451	4,16	1399	4,32	1351	4,47	1307	4,62	1266	4,77	1228	4,92	1193	5,07
AP26-AP27	A	340	299	1682	8,40	1635	8,64	1591	8,88	1550	9,12	1512	9,35	1475	9,58	1441	9,81	1409	10,04	1378	10,26	1349	10,48	1322	10,70	1296	10,91
AP27-AP28	A	222	299	1682	3,60	1635	3,71	1591	3,81	1550	3,91	1512	4,01	1475	4,11	1441	4,21	1409	4,30	1378	4,40	1349	4,49	1322	4,59	1296	4,68
AP28-AP29	A	309	309	1765	6,61	1715	6,80	1669	6,99	1625	7,18	1584	7,37	1545	7,55	1509	7,74	1475	7,92	1442	8,10	1411	8,27	1382	8,45	1355	8,62
AP29-AP30	A	287	287	1789	5,65	1733	5,83	1680	6,02	1630	6,20	1584	6,38	1541	6,56	1500	6,74	1462	6,92	1426	7,09	1392	7,26	1361	7,43	1331	7,60
AP30-AP31	A	238	209	1922	3,62	1826	3,81	1738	4,01	1658	4,20	1584	4,40	1516	4,60	1454	4,79	1397	4,99	1344	5,18	1296	5,37	1252	5,56	1211	5,75
AP31-AP32	A	179	209	1922	2,04	1826	2,14	1738	2,25	1658	2,36	1584	2,47	1516	2,58	1454	2,69	1397	2,80	1344	2,91	1296	3,02	1252	3,13	1211	3,23
AP32-AP33	A	194	209	1922	2,40	1826	2,52	1738	2,65	1658	2,78	1584	2,91	1516	3,04	1454	3,17	1397	3,30	1344	3,43	1296	3,55	1252	3,68	1211	3,80
AP33-AP34	A	198	243	1752	2,73	1684	2,84	1621	2,95	1563	3,06	1509	3,17	1459	3,28	1413	3,38	1370	3,49	1331	3,59	1293	3,70	1259	3,80	1226	3,90
AP34-AP35	A	228	214	1802	3,51	1719	3,68	1642	3,86	1572	4,03	1507	4,2	1448	4,37	1394	4,54	1344	4,71	1297	4,88	1255	5,05	1216	5,21	1179	5,37
AP35-AP36	A	285	305	1676	5,92	1631	6,09	1589	6,25	1549	6,41	1512	6,57	1477	6,72	1443	6,88	1412	7,03	1382	7,18	1354	7,33	1327	7,48	1302	7,63
AP36-AP37	A	322	305	1676	7,56	1631	7,77	1589	7,98	1549	8,18	1512	8,38	1477	8,58	1443	8,78	1412	8,98	1382	9,17	1354	9,36	1327	9,55	1302	9,74
AP37-AP38	A	211	211	1810	3	1724	3,15	1645	3,3	1573	3,45	1507	3,6	1446	3,76	1391	3,91	1340	4,05	1293	4,2	1250	4,35	1210	4,49	1173	4,63
AP38-AP_Entronque	A	50	50	789	0,29	706	0,33	632	0,37	570	0,41	516	0,45	472	0,49	435	0,53	404	0,57	377	0,61	355	0,65	335	0,69	318	0,73



Tabla 16.- Tendido conductor de protección OPGW-48.

VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	- 5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
				T (Kg)	F (m)																						
AP01-AP02	A	225	225	1385	2,85	1319	3	1258	3,14	1202	3,29	1151	3,43	1105	3,58	1062	3,72	1023	3,86	987	4	953	4,14	923	4,28	895	4,42
AP02-AP03	A	468	468	1217	14,05	1200	14,25	1184	14,44	1169	14,63	1154	14,83	1139	15,01	1125	15,2	1112	15,39	1099	15,57	1086	15,75	1074	15,94	1062	16,11
AP03-AP04	A	198	198	1501	2,04	1415	2,16	1337	2,29	1265	2,42	1199	2,55	1140	2,69	1085	2,82	1036	2,95	992	3,09	951	3,22	914	3,35	881	3,48
AP04-AP05	A	342	342	1282	7,14	1250	7,32	1220	7,50	1192	7,68	1165	7,86	1139	8,03	1115	8,21	1093	8,38	1071	8,55	1050	8,72	1031	8,88	1012	9,04
AP05-AP06	A	206	256	1382	2,40	1326	2,50	1273	2,61	1225	2,71	1181	2,81	1139	2,91	1101	3,01	1066	3,11	1034	3,21	1003	3,31	975	3,40	949	3,50
AP06-AP07	A	286	256	1382	4,63	1326	4,83	1273	5,03	1225	5,23	1181	5,42	1139	5,62	1101	5,81	1066	6,01	1034	6,20	1003	6,38	975	6,57	949	6,75
AP07-AP08	A	284	284	1342	4,70	1295	4,87	1252	5,04	1212	5,21	1174	5,37	1139	5,54	1107	5,70	1077	5,86	1048	6,02	1022	6,17	997	6,33	974	6,48
AP08-AP09	A	586	586	1224	21,90	1212	22,10	1201	22,31	1191	22,51	1180	22,71	1170	22,91	1160	23,11	1150	23,31	1141	23,50	1131	23,70	1122	23,89	1113	24,08
AP09-AP10	A	283	283	1393	4,47	1342	4,64	1295	4,81	1251	4,98	1211	5,15	1173	5,31	1138	5,47	1106	5,64	1075	5,80	1047	5,95	1020	6,11	995	6,26
AP10-AP11	A	541	541	1233	18,57	1220	18,77	1207	18,97	1194	19,17	1182	19,37	1170	19,57	1158	19,77	1147	19,96	1136	20,15	1126	20,34	1115	20,53	1105	20,72
AP11-AP12	A	224	224	1497	2,61	1421	2,75	1352	2,89	1287	3,03	1229	3,18	1175	3,32	1126	3,47	1081	3,61	1040	3,76	1003	3,90	968	4,04	936	4,17
AP12-AP13	A	254	254	1437	3,52	1375	3,67	1319	3,83	1267	3,99	1218	4,15	1174	4,30	1133	4,46	1095	4,61	1060	4,77	1028	4,92	998	5,07	970	5,21
AP13-AP14	A	326	326	1252	6,61	1220	6,79	1189	6,97	1160	7,14	1133	7,31	1107	7,48	1083	7,65	1060	7,82	1038	7,98	1017	8,15	998	8,31	979	8,46
AP14-AP15	A	370	370	1305	8,20	1275	8,39	1247	8,58	1221	8,77	1195	8,95	1172	9,13	1149	9,31	1127	9,49	1107	9,67	1087	9,84	1069	10,01	1051	10,18
AP15-AP16	A	241	241	1462	3,10	1395	3,25	1332	3,40	1275	3,55	1223	3,70	1175	3,86	1130	4,01	1090	4,16	1052	4,31	1017	4,45	985	4,60	956	4,74
AP16-AP17	A	185	185	1476	1,82	1387	1,93	1305	2,05	1231	2,18	1164	2,30	1103	2,43	1048	2,56	998	2,69	953	2,82	912	2,94	875	3,07	841	3,19
AP17-AP18	A	250	233	1369	3,56	1307	3,73	1250	3,90	1197	4,07	1149	4,25	1105	4,42	1064	4,58	1027	4,75	992	4,92	961	5,08	931	5,24	904	5,40
AP18-AP19	A	250	233	1369	3,56	1307	3,73	1250	3,90	1197	4,07	1149	4,24	1105	4,41	1064	4,58	1027	4,75	992	4,91	961	5,08	931	5,24	904	5,40

VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	- 5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
				T (Kg)	F (m)																						
AP19-AP20	A	226	233	1369	2,90	1307	3,04	1250	3,18	1197	3,32	1149	3,46	1105	3,60	1064	3,74	1027	3,87	992	4,01	961	4,14	931	4,27	904	4,40
AP20-AP21	A	224	233	1369	2,86	1307	2,99	1250	3,13	1197	3,27	1149	3,41	1105	3,54	1064	3,68	1027	3,81	992	3,94	961	4,07	931	4,20	904	4,33
AP21-AP22	A	208	233	1369	2,47	1307	2,58	1250	2,70	1197	2,82	1149	2,94	1105	3,06	1064	3,17	1027	3,29	992	3,40	961	3,52	931	3,63	904	3,74
AP22-AP23	A	232	242	1355	3,11	1296	3,25	1242	3,39	1192	3,54	1147	3,68	1105	3,82	1066	3,95	1031	4,09	998	4,22	968	4,36	939	4,49	913	4,62
AP23-AP24	A	250	242	1355	3,60	1296	3,77	1242	3,93	1192	4,09	1147	4,26	1105	4,42	1066	4,58	1031	4,73	998	4,89	968	5,05	939	5,20	913	5,35
AP24-AP25	A	250	250	1445	3,38	1381	3,53	1323	3,69	1269	3,84	1220	4,00	1174	4,15	1132	4,31	1094	4,46	1058	4,61	1025	4,76	994	4,91	965	5,05
AP25-AP26	A	222	222	1391	2,76	1323	2,91	1261	3,05	1204	3,19	1152	3,34	1104	3,48	1061	3,63	1021	3,77	984	3,91	951	4,05	920	4,18	891	4,32
AP26-AP27	A	340	299	1277	7,07	1238	7,29	1202	7,51	1168	7,73	1136	7,94	1106	8,16	1079	8,37	1052	8,58	1028	8,78	1005	8,99	983	9,19	962	9,39
AP27-AP28	A	222	299	1277	3,02	1238	3,12	1202	3,21	1168	3,31	1136	3,40	1106	3,49	1079	3,58	1052	3,67	1028	3,76	1005	3,84	983	3,93	962	4,01
AP28-AP29	A	309	309	1360	5,48	1317	5,66	1277	5,84	1240	6,01	1205	6,18	1173	6,36	1142	6,53	1114	6,69	1087	6,86	1061	7,02	1038	7,18	1015	7,34
AP29-AP30	A	287	287	1387	4,64	1337	4,81	1292	4,98	1249	5,15	1210	5,32	1173	5,48	1139	5,65	1107	5,81	1077	5,97	1049	6,13	1023	6,29	999	6,44
AP30-AP31	A	238	209	1532	2,90	1448	3,07	1371	3,24	1300	3,42	1235	3,60	1176	3,78	1122	3,96	1073	4,14	1029	4,32	988	4,50	951	4,68	917	4,85
AP31-AP32	A	179	209	1532	1,63	1448	1,73	1371	1,82	1300	1,92	1235	2,02	1176	2,13	1122	2,23	1073	2,33	1029	2,43	988	2,53	951	2,63	917	2,73
AP32-AP33	A	194	209	1532	1,92	1448	2,03	1371	2,15	1300	2,26	1235	2,38	1176	2,50	1122	2,62	1073	2,74	1029	2,86	988	2,98	951	3,09	917	3,21
AP33-AP34	A	198	243	1458	2,09	1391	2,19	1330	2,30	1274	2,40	1222	2,50	1174	2,60	1131	2,70	1091	2,80	1053	2,90	1019	3,00	987	3,09	958	3,19
AP34-AP35	A	228	214	1519	2,66	1438	2,81	1363	2,96	1295	3,12	1233	3,28	1176	3,44	1124	3,6	1076	3,76	1033	3,91	994	4,07	957	4,22	924	4,38
AP35-AP36	A	285	305	1364	4,65	1320	4,8	1279	4,95	1241	5,11	1206	5,26	1173	5,41	1142	5,55	1113	5,7	1085	5,84	1059	5,98	1035	6,12	1012	6,26
AP36-AP37	A	322	305	1364	5,93	1320	6,13	1279	6,33	1241	6,52	1206	6,71	1173	6,9	1142	7,09	1113	7,28	1085	7,46	1059	7,64	1035	7,82	1012	8
AP37-AP38	A	211	211	1527	2,27	1444	2,4	1368	2,53	1298	2,67	1234	2,81	1176	2,95	1123	3,09	1074	3,23	1030	3,37	990	3,5	953	3,64	919	3,77



VANO	ZONA	Long. Vano (m)	Vano Reg. (m)	- 5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C	
				T (Kg)	F (m)																						
AP38- AP_Entronque	A	50	50	901	0,23	779	0,27	675	0,31	588	0,35	516	0,40	460	0,45	417	0,50	381	0,55	351	0,59	328	0,63	307	0,68	290	0,72



5 CÁLCULO ESFUERZOS EN APOYOS

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes:

- Hipótesis de Viento
- Hipótesis de Hielo
- Hipótesis de Desequilibrio de fases
- Hipótesis de Rotura de conductores.

El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función de cada apoyo y por la zona en la que se encuentra.

5.1 ACCIONES CONSIDERADAS

5.1.1 Cargas verticales

Carga vertical permanente (P_{vp}), en daN:

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

Donde:

- a_1 y a_2 = Longitud proyectada del vano anterior y posterior
- P_{cond} =Peso propio del conductor
- P_{cad} = Peso de la cadena, aisladores más herrajes
- n =Número de conductores
- h_1 y h_2 = Desnivel del vano anterior y posterior (m)
- T =Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (daN)

5.1.2 Cargas horizontales

El eolovano de un apoyo es la longitud de vano horizontal que hay que considerar para determinar el esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los cables, transmiten éstos al apoyo.

El eolovano es la semisuma de los vanos contiguos, es decir:

$$a_v = \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

Dónde:

- a_v =Valor del eolovano de un apoyo, en metros
- F =Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación, en daN

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (daN)}$$

- q =Presión del viento sobre el conductor (daN/m²)



$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ cuando } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm}$$

- d=diámetro del conductor en mm

5.1.3 Resultante de ángulo (R_a)

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (daN)}$$

Dónde:

- α = el ángulo interno que forman los conductores entre sí

5.1.4 Desequilibrio de tracciones (D_t)

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
 - $U_n > 66 \text{ kV}$, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
 - $U_n \leq 66 \text{ kV}$, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
 - $U_n > 66 \text{ kV}$, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
 - $U_n \leq 66 \text{ kV}$, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
- Desequilibrio en apoyos de anclaje:
 - $U_n > 66 \text{ kV}$, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
 - $U_n \leq 66 \text{ kV}$, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra
- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:
 - 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 la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

5.1.5 Rotura de conductores (R_c)

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
 - Rotura de un solo conductor o cable de tierra.
 - Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):
 - El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.
 - El 75% en líneas de 3 conductores.
 - No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
 - Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.
- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:
 - Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase)
 - El 100% para líneas con un conductor por fase.
 - El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea
 - Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga



- Rotura de conductores en apoyos especiales.
 - Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo

5.2 CONDICIONES DE CÁLCULO LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN

Tabla 17.- Condiciones de cálculo

Parámetros	Descripción
Origen	Pórtico Subestación CAMPOS 33/132 kV
Fin	AP_Entronque
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	132
Factor de potencia (cos ϕ)	0,9
Potencia Aparente (MVA)	70
Tipo	Aérea en simple circuito (S/C)
Tipo de Cruceas	Tresbolillo
Tipo de Apoyos	Tetrabloque y Monobloque
Conductor de Fase	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Cable de Tierra	OPGW-48
Longitud	10.225,15 m
Zonas por donde discurre	A
Nº de Apoyos	38

A continuación se resumen los cálculos esfuerzos realizados, para el simple circuito se ha realizado con el programa informático IMEDEXSA que cumple con las condiciones exigidas por el Real Decreto 223/2008.

Los apoyos serán validados por el fabricante.



5.3 ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

5.3.1 Esfuerzo sobre los apoyos. 1ª Hipótesis.

Tabla 18.- Esfuerzo sobre los apoyos. 1ª Hipótesis

APOYOS		ESF.VERTICALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)				ESF.HORIZONTALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)							
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.) P1 y P2		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
Nº	FUNCIÓN												
AP01	ENTR. FL	CO-33000	-	-	1856	-	-	-	-	4168	8444	18331	11103
AP02	AN-AM	HAR-9000	668	336	2341	1478	98	1161	39	5594	332	7601	303
AP03	AN-AM	CO-12000	301	101	1003	1517	63	1213	31	5764	220	8371	228
AP04	AL-AM	AG-3000	525	235	1810	482	0	338	0	1783	0	2070	-
AP05	AL-AM	AG-3000	395	140	1324	489	0	344	0	1811	0	2103	-
AP06	AL-SU	HAR-2500	638	403	2317	317	0	247	0	1197	0	1356	-
AP07	AL-AM	AGR-6000	189	25	591	402	100	285	0	1492	300	2026	280
AP08	AN-AM	CO-9000	942	562	3387	1672	137	1361	13	6377	425	8892	494
AP09	AL-AM	AG-3000	624	333	2204	571	0	436	0	2149	0	2853	-
AP10	AN-AM	CO-12000	347	128	1169	1866	42	1561	37	7161	162	10006	149
AP11	AN-AM	CO-12000	199	-8	590	1807	186	1575	47	6996	605	10230	669
AP12	AL-AM	AG-3000	1009	646	3672	441	0	301	0	1625	0	1875	-
AP13	AL-AM	AG-3000	481	184	1626	509	312	362	125	1888	1062	3349	875
AP14	AN-AM	HAR-13000	530	238	1827	1861	7	1511	116	7095	136	9722	21
AP15	AL-AM	AG-3000	702	366	2472	530	0	381	0	1970	0	2300	-

APOYOS		ESF.VERTICALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)				ESF.HORIZONTALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)							
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.) P1 y P2		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
Nº	FUNCIÓN												
AP16	AN-AM	CO-12000	404	173	1385	2208	13	1811	80	8433	118	12350	48
AP17	AL-AM	AG-3000	219	47	705	326	0	217	0	1196	0	1372	-
AP18	AL-SU	HAR-2500	351	193	1245	319	0	249	0	1206	0	1490	-
AP19	AL-SU	HAR-2500	284	146	997	306	0	237	0	1154	0	1423	-
AP20	AL-SU	HAR-2500	285	147	1001	291	0	224	0	1097	0	1350	-
AP21	AL-SU	HAR-2500	405	231	1445	282	0	215	0	1060	0	1303	-
AP22	AL-AM	AG-3000	249	67	814	329	0	220	0	1207	0	1384	-
AP23	AL-SU	HAR-2500	273	138	956	309	0	240	0	1168	0	1324	-
AP24	AL-AM	AG-3000	572	270	1986	452	0	311	125	1668	125	2284	-
AP25	AL-AM	AG-3000	604	290	2103	433	0	294	125	1594	125	2193	-
AP26	AL-AM	AG-3000	256	72	841	397	0	280	0	1471	0	1710	-
AP27	AL-SU	HAR-2500	267	133	932	354	0	280	0	1343	0	1524	-
AP28	AN-AM	AGR-6000	554	283	1946	909	94	704	95	3431	376	4549	272
AP29	AL-AM	AGR-6000	699	359	2454	520	0	372	0	1931	0	2252	-
AP30	AL-AM	AGR-6000	469	195	1603	471	0	328	0	1741	0	2018	-
AP31	AL-SU	HAR-2500	183	74	623	273	0	208	0	1029	0	1319	-
AP32	AL-SU	HAR-2500	261	130	912	249	0	186	0	931	0	1138	-
AP33	AN-AM	AGR-6000	339	132	1150	940	99	738	0	3557	298	4490	288
AP34	AL-SU	HAR-2500	236	110	817	278	0	212	0	1045	0	1182	-

APOYOS		ESF.VERTICALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)				ESF.HORIZONTALES 1ª HIP. (VIENTO 120 Km/h)							
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.) P1 y P2		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
Nº	FUNCIÓN												
AP35	AN-AM	CO-9000	458	218	1592	1720	9	1430	8	6590	37	9020	34
AP36	AL-SU	HAR-2500	348	190	1234	379	0	302	0	1438	0	1787	-
AP37	AN-AM	AGR-6000	340	129	1149	1041	9	839	8	3961	35	4796	28
AP38	FL	CO-15000	256	130	900	159	2300	105	2000	583	8900	12596	6900



5.3.2 Esfuerzo sobre los apoyos. 2ª Hipótesis

Al estar en la zona A, no aplica.

5.3.3 Esfuerzo sobre los apoyos. 3ª Hipótesis

Tabla 19.- Esfuerzo sobre los apoyos. 3ª Hipótesis

APOYOS		ESF.VERTICALES 3ª HIP. (Desequilibrio)				ESF.HORIZONTALES 3ª HIP. (Desequilibrio)							
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
Nº	FUNCION												
AP01	ENTR. FL	CO-33000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP02	AN-AM	HAR-9000	535	268	1873	641	593	521	482	2445	2261	6169	1838
AP03	AN-AM	CO-12000	301	101	1003	958	584	779	475	3654	2227	8335	2103
AP04	AL-AM	AG-3000	420	188	1448	0	575	0	488	0	2212	2701	1610
AP05	AL-AM	AG-3000	316	112	1059	0	575	0	488	0	2212	2701	1610
AP06	AL-SU	HAR-2500	638	403	2317	0	345	0	292	0	1328	1515	828
AP07	AL-AM	AGR-6000	189	25	591	0	600	0	488	0	2288	2751	1680
AP08	AN-AM	CO-9000	942	562	3387	996	583	830	486	3819	2234	8248	2098
AP09	AL-AM	AG-3000	624	333	2204	0	575	0	500	0	2225	3067	1610
AP10	AN-AM	CO-12000	347	128	1169	1175	550	1022	478	4547	2128	9296	1980
AP11	AN-AM	CO-12000	199	-8	590	1217	548	1058	477	4708	2121	9511	1973
AP12	AL-AM	AG-3000	807	516	2937	0	512	0	500	0	2038	2605	1435
AP13	AL-AM	AG-3000	384	147	1300	0	575	0	500	0	2225	2740	1610



APOYOS		ESF.VERTICALES 3ª HIP. (Desequilibrio)				ESF.HORIZONTALES 3ª HIP. (Desequilibrio)							
		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
Nº	FUNCION												
AP14	AN-AM	HAR-13000	424	190	1462	899	560	782	487	3480	2169	7590	1737
AP15	AL-AM	AG-3000	562	293	1978	0	575	0	500	0	2225	2740	1610
AP16	AN-AM	CO-12000	404	173	1385	1669	523	1451	455	6457	2025	12353	1988
AP17	AL-AM	AG-3000	219	47	705	0	575	0	475	0	2200	2662	1610
AP18	AL-SU	HAR-2500	351	193	1245	0	345	0	285	0	1320	1660	966
AP19	AL-SU	HAR-2500	284	146	997	0	345	0	285	0	1320	1660	1000
AP20	AL-SU	HAR-2500	285	147	1001	0	345	0	285	0	1320	1660	1000
AP21	AL-SU	HAR-2500	405	231	1445	0	345	0	285	0	1320	1660	1000
AP22	AL-AM	AG-3000	249	67	814	0	575	0	475	0	2200	2662	1610
AP23	AL-SU	HAR-2500	273	138	956	0	345	0	285	0	1320	1503	1070
AP24	AL-AM	AG-3000	458	216	1589	0	575	0	500	0	2225	2740	1610
AP25	AL-AM	AG-3000	483	232	1683	0	575	0	500	0	2225	2740	1610
AP26	AL-AM	AG-3000	256	72	841	0	575	0	475	0	2200	2662	1610
AP27	AL-SU	HAR-2500	267	133	932	0	345	0	285	0	1320	1503	1070
AP28	AN-AM	AGR-6000	554	283	1946	475	596	396	497	1820	2285	4982	1729
AP29	AL-AM	AGR-6000	559	287	1964	0	600	0	500	0	2300	2791	1680
AP30	AL-AM	AGR-6000	375	156	1282	0	600	0	500	0	2300	2791	1680
AP31	AL-SU	HAR-2500	183	74	623	0	360	0	300	0	1380	1826	1296
AP32	AL-SU	HAR-2500	261	130	912	0	360	0	300	0	1380	1741	1008



ESF.VERTICALES 3ª HIP. (Desequilibrio)						ESF.HORIZONTALES 3ª HIP. (Desequilibrio)							
APOYOS		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCION					TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		
AP33	AN-AM	AGR-6000	339	132	1150	572	594	477	495	2192	2279	5426	1724
AP34	AL-SU	HAR-2500	236	110	817	0	345	0	300	0	1335	1527	1070
AP35	AN-AM	CO-9000	458	218	1592	1193	549	1038	478	4618	2125	9391	1977
AP36	AL-SU	HAR-2500	348	190	1234	0	345	0	300	0	1335	1709	1000
AP37	AN-AM	AGR-6000	340	129	1149	581	569	505	495	2247	2202	5478	1764
AP38	FL	CO-15000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



5.3.4 Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª Hipótesis

Tabla 20.- Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª Hipótesis Fase

APOYOS		TORRE SELECCIONADA	ROTURA (Kg.)	VERTICAL (kg)	TRANSVERSAL (kg)	LONGITUDINAL (kg)	ESF. EQUIVALENTE (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCION							
AP01	FL	CO-33000-18	SI Principal POSTERIOR	1485	2600	4309	12351	1075
			MD Principal POSTERIOR	1485	2600	4309	12351	17785
			II Principal POSTERIOR	1485	2600	4309	12351	1075
			SI Derivación 152 g.	1485	2217	6931	13555	9676
			MF Derivación 152 g.	1485	2217	6931	13555	6787
			II Derivación 152 g.	1485	2217	6931	13555	9676

APOYOS		ESF.VERTICALES 4ª HIP. FASE					ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. FASE								TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
Nº	FUNCION	TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE CON ROTURA (Kg.)		FASE SIN ROTURA (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		TORSIÓN SIMPLE (Kg)	ESF. ÚTIL (Kg)	ESF. EQUIVALENTE (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.				
AP02	AN-AM	HAR-9000	535	268	1873	367	2372	733	0	596	0	2428	2372	-	4800	5318	7353
AP03	AN-AM	CO-12000	301	101	1003	548	2337	1095	0	890	0	3628	2337	-	5965	7268	8412
AP04	AL-AM	AG-3000	420	188	1448	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP05	AL-AM	AG-3000	316	112	1059	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-



ESF.VERTICALES 4ª HIP. FASE						ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. FASE											
APOYOS		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE CON ROTURA (Kg.)		FASE SIN ROTURA (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		TORSIÓN SIMPLE (Kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
Nº	FUNCION					TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		TRANS.	LONG.	ESF. ÚTIL (Kg)
AP06	AL-SU	HAR-2500	638	403	2317	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP07	AL-AM	AGR-6000	189	25	591	0	2400	0	0	0	0	0	2400	2400	-	-	-
AP08	AN-AM	CO-9000	942	562	3387	569	2332	1138	0	949	0	3795	2332	-	6126	7340	8393
AP09	AL-AM	AG-3000	624	333	2204	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP10	AN-AM	CO-12000	347	128	1169	671	2200	1343	0	1168	0	4525	2200	-	6725	8255	7919
AP11	AN-AM	CO-12000	199	-8	590	695	2192	1391	0	1209	0	4685	2192	-	6878	8467	7893
AP12	AL-AM	AG-3000	807	516	2937	0	2050	0	0	0	0	0	2050	2050	-	-	-
AP13	AL-AM	AG-3000	384	147	1300	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP14	AN-AM	HAR-13000	424	190	1462	514	2242	1028	0	894	0	3463	2242	-	5705	6610	6950
AP15	AL-AM	AG-3000	562	293	1978	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP16	AN-AM	CO-12000	404	173	1385	954	2093	1907	0	1658	0	6426	2093	-	8519	11509	7953
AP17	AL-AM	AG-3000	219	47	705	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP18	AL-SU	HAR-2500	351	193	1245	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP19	AL-SU	HAR-2500	284	146	997	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP20	AL-SU	HAR-2500	285	147	1001	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP21	AL-SU	HAR-2500	405	231	1445	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP22	AL-AM	AG-3000	249	67	814	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP23	AL-SU	HAR-2500	273	138	956	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-



ESF.VERTICALES 4ª HIP. FASE						ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. FASE											
APOYOS		TORRE SELECCIONADA	FASE (Kg)	PROTECCIÓN (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE CON ROTURA (Kg.)		FASE SIN ROTURA (Kg.)		PROTECCIÓN (Kg.)		TOTAL (Kg.)		TORSIÓN SIMPLE (Kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
Nº	FUNCION					TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.		TRANS.	LONG.	ESF. ÚTIL (Kg)
AP24	AL-AM	AG-3000	458	216	1589	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP25	AL-AM	AG-3000	483	232	1683	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP26	AL-AM	AG-3000	256	72	841	0	2300	0	0	0	0	0	2300	2300	-	-	-
AP27	AL-SU	HAR-2500	267	133	932	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP28	AN-AM	AGR-6000	554	283	1946	271	2385	542	0	452	0	1808	2385	-	4193	4617	6915
AP29	AL-AM	AGR-6000	559	287	1964	0	2400	0	0	0	0	0	2400	2400	-	-	-
AP30	AL-AM	AGR-6000	375	156	1282	0	2400	0	0	0	0	0	2400	2400	-	-	-
AP31	AL-SU	HAR-2500	183	74	623	0	1200	0	0	0	0	0	1200	1200	-	-	-
AP32	AL-SU	HAR-2500	261	130	912	0	1200	0	0	0	0	0	1200	1200	-	-	-
AP33	AN-AM	AGR-6000	339	132	1150	327	2378	654	0	545	0	2179	2378	-	4556	5051	6895
AP34	AL-SU	HAR-2500	236	110	817	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP35	AN-AM	CO-9000	458	218	1592	682	2197	1364	0	1186	0	4596	2197	-	6793	8349	7908
AP36	AL-SU	HAR-2500	348	190	1234	0	1150	0	0	0	0	0	1150	1150	-	-	-
AP37	AN-AM	AGR-6000	340	129	1149	332	2276	664	0	577	0	2236	2276	-	4512	5025	7055
AP38	FL	CO-15000	256	130	900	0	0	0	2300	0	2000	0	6600	-	6600	10251	13800



Tabla 21.- Esfuerzo sobre los apoyos. 4ª Hipótesis Protección

APOYOS		TORRE SELECCIONADA	ROTURA (Kg.)	VERTICAL (kg)	TRANSVERSAL (kg)	LONGITUDINAL (kg)	ESF. EQUIVALENTE (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCION							
AP01	FL	CO-33000-18	C Principal POSTERIOR	1485	2600	4709	14689	8355
			C Derivación 145 g.	1485	1147	7833	12681	8355

APOYOS		TORRE SELECCION	ESF.VERTICALES 4ª HIP. PROTECCIÓN			ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. PROTECCIÓN												
			FASE (Kg)	PROT P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (kg)		PROT. SIN ROTURA P1 y P2 (kg)		PROT. CON ROTURA P1 y P2 (kg)		TOTAL (kg)		ESF. EQUIV. (Kg)	TORSIÓN SIMPLE (kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.			ESF. ÚTIL (Kg)	ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCIÓN																	
AP02	AN-AM	HAR-9000	535	268	1873	-	-	733	0	298	1927	2497	1927	9477	-	-	9477	-
AP03	AN-AM	CO-12000	301	101	1003	-	-	1095	0	445	1899	3731	1899	12128	-	-	12128	-
AP04	AL-AM	AG-3000	420	188	1448	0	1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP05	AL-AM	AG-3000	316	112	1059	0	1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



APOYOS		TORRE SELECCION	ESF.VERTICALES 4ª HIP. PROTECCIÓN			ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. PROTECCIÓN												
			FASE (Kg)	PROT P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (kg)		PROT. SIN ROTURA P1 y P2 (kg)		PROT. CON ROTURA P1 y P2 (kg)		TOTAL (kg)		ESF. EQUIV. (Kg)	TORSIÓN SIMPLE (kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.			ESF. ÚTIL (Kg)	ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)
Nº	FUNCIÓN																	
AP06	AL-SU	HAR-2500	638	403	2317	0	975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP07	AL-AM	AGR-6000	189	25	591	0	1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP08	AN-AM	CO-9000	942	562	3387	-	-	1138	0	474	1943	3890	1943	12302	-	-	12302	-
AP09	AL-AM	AG-3000	624	333	2204	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP10	AN-AM	CO-12000	347	128	1169	-	-	1343	0	584	1913	4613	1913	13135	-	-	13135	-
AP11	AN-AM	CO-12000	199	-8	590	-	-	1391	0	605	1906	4776	1906	13307	-	-	13307	-
AP12	AL-AM	AG-3000	807	516	2937	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP13	AL-AM	AG-3000	384	147	1300	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP14	AN-AM	HAR-13000	424	190	1462	-	-	1028	0	447	1949	3530	1949	10712	-	-	10712	-
AP15	AL-AM	AG-3000	562	293	1978	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP16	AN-AM	CO-12000	404	173	1385	-	-	1907	0	829	1820	6551	1820	15254	-	-	15254	-
AP17	AL-AM	AG-3000	219	47	705	0	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP18	AL-SU	HAR-2500	351	193	1245	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP19	AL-SU	HAR-2500	284	146	997	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP20	AL-SU	HAR-2500	285	147	1001	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP21	AL-SU	HAR-2500	405	231	1445	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



APOYOS		TORRE SELECCION	ESF.VERTICALES 4ª HIP. PROTECCIÓN			ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. PROTECCIÓN													
			FASE (Kg)	PROT P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (kg)		PROT. SIN ROTURA P1 y P2 (kg)		PROT. CON ROTURA P1 y P2 (kg)		TOTAL (kg)		ESF. EQUIV. (Kg)	TORSIÓN SIMPLE (kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)			
						TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.			ESF. ÚTIL (Kg)	ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)	
Nº	FUNCIÓN																		
AP22	AL-AM	AG-3000	249	67	814	0	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP23	AL-SU	HAR-2500	273	138	956	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP24	AL-AM	AG-3000	458	216	1589	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP25	AL-AM	AG-3000	483	232	1683	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP26	AL-AM	AG-3000	256	72	841	0	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP27	AL-SU	HAR-2500	267	133	932	0	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP28	AN-AM	AGR-6000	554	283	1946	-	-	542	0	226	1987	1853	1987	6464	-	-	6464	-	-
AP29	AL-AM	AGR-6000	559	287	1964	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP30	AL-AM	AGR-6000	375	156	1282	0	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP31	AL-SU	HAR-2500	183	74	623	0	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP32	AL-SU	HAR-2500	261	130	912	0	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP33	AN-AM	AGR-6000	339	132	1150	-	-	654	0	272	1981	2233	1981	6963	-	-	6963	-	-
AP34	AL-SU	HAR-2500	236	110	817	0	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP35	AN-AM	CO-9000	458	218	1592	-	-	1364	0	593	1910	4685	1910	13212	-	-	13212	-	-
AP36	AL-SU	HAR-2500	348	190	1234	0	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP37	AN-AM	AGR-6000	340	129	1149	-	-	664	0	288	1979	2279	1979	7028	-	-	7028	-	-



APOYOS		TORRE SELECCION	ESF.VERTICALES 4ª HIP. PROTECCIÓN			ESF.HORIZONTALES 4ª HIP. PROTECCIÓN												
			FASE (Kg)	PROT P1 y P2 (Kg)	TOTAL (Kg)	FASE (kg)		PROT. SIN ROTURA P1 y P2 (kg)		PROT. CON ROTURA P1 y P2 (kg)		TOTAL (kg)		ESF. EQUIV. (Kg)	TORSIÓN SIMPLE (kg)	TORSIÓN COMPUESTA (ÁNGULOS Y FL) (Kg)		
Nº	FUNCIÓN	TRANS.				LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	TRANS.	LONG.	ESF. ÚTIL (Kg)			ESF. EQUIV. (Kg)	MOMENTO TORSOR (Kg x m)	
AP38	FL	CO-15000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



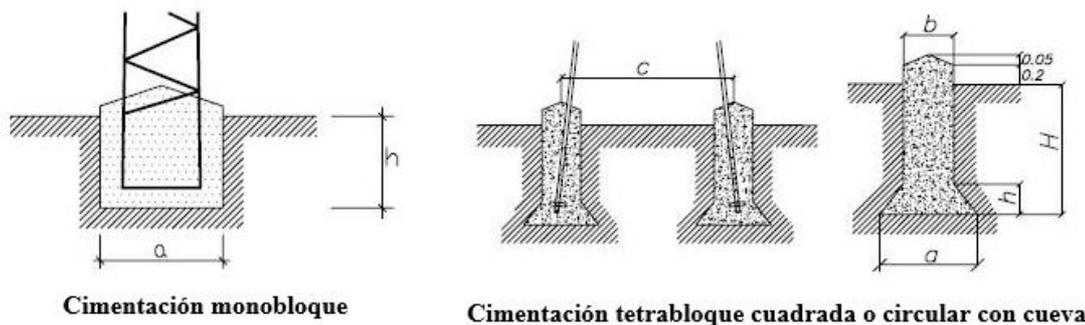


6 CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos han sido calculadas con el programa IMEDEXSA teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 del R.D. 223/2008.

Se ha considerado el tipo de terreno normal y dos tipos de cimentaciones:

Figura 1. Cimentaciones monobloque y tetrabloque



Los apoyos dispondrán de cimentación monobloque y cimentación tetrabloque circular con cueva, compuestas de cuatro bloques independientes y secciones cuadradas.

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F_t), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P_h) más el del cono de tierras arrancadas (P_c) con un coeficiente de seguridad de 1,5:

$$(P_c + P_h)/F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F_c), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ):

$$(F_c + P_h)/A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican a continuación.

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican a continuación.



Tabla 22.- Dimensiones cimentaciones

Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Vol. Exc. (m3)	Vol. Horm. (m3)
			a	h	b	H	c		
AP01	CO-33000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	2,35	0,85	1,3	3,9	4,85	25,33	26,48
AP02	HAR-9000-32	Monobloque	2,72	2,84				21,01	22,49
AP03	CO-12000-15	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,35	1	2,95	4,32	9,77	10,45
AP04	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP05	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP06	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP07	AGR-6000-23	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,5	4,26	7,2	7,76
AP08	CO-9000-21	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,3	0,35	0,9	2,7	5,35	7,33	7,88
AP09	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP10	CO-12000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,45	1	3,05	6,4	10,41	11,09
AP11	CO-12000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,45	1	3,05	6,4	10,41	11,09
AP12	AG-3000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	2	4,53	5,84	6,39
AP13	AG-3000-30	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,05	5,21	6,06	6,61
AP14	HAR-13000-32	Monobloque	2,69	3,08				22,29	23,73
AP15	AG-3000-30	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,05	5,21	6,06	6,61
AP16	CO-12000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,4	1	2,95	4,85	9,92	10,6
AP17	AG-3000-10	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,3	0,35	0,9	1,9	2,49	5,29	5,84
AP18	HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14				8,14	8,9
AP19	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP20	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP21	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP22	AG-3000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	1,95	3,91	5,72	6,27
AP23	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13
AP24	AG-3000-23	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	1,95	4,26	5,8	6,36
AP25	AG-3000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,4	0,45	0,9	1,95	3,91	5,72	6,27
AP26	AG-3000-12	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,35	0,4	0,9	1,9	2,76	5,43	5,98
AP27	HAR-2500-27	Monobloque	2,09	2,19				9,57	10,44
AP28	AGR-6000-20	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,45	3,91	7,08	7,63
AP29	AGR-6000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,5	0,9	2,5	4,53	7,4	7,95
AP30	AGR-6000-25	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,5	0,5	0,9	2,5	4,53	7,4	7,95
AP31	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13
AP32	HAR-2500-18	Monobloque	1,78	2,05				6,5	7,13
AP33	AGR-6000-14	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,35	0,4	0,9	2,45	3,04	6,83	7,38
AP34	HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11				7,14	7,82
AP35	CO-9000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,25	0,3	0,9	2,7	4,85	7,21	7,76
AP36	HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14				8,14	8,9
AP37	AGR-6000-18	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,45	0,45	0,9	2,45	3,65	7,08	7,63
AP38	CO-15000-27	Tetrabloque (Circular con cueva)	1,75	0,55	1,1	3,25	6,4	13,83	14,66



7 CÁLCULO FENÓMENOS VIBRATORIOS

Cuando un conductor instalado en un vano determinado es desplazado de su posición de equilibrio, oscilará a la frecuencia natural, cuya magnitud decaerá debido al amortiguamiento propio de sistema, sin embargo, si este conductor es sometido a una fuerza periódica con una frecuencia igual a la del vano en estudio, este continuará vibrando aumentando la amplitud de las mismas hasta causar daños por fatiga. La fuerza periódica a la cual es sometido el conductor es el viento, razón por la cual estas vibraciones reciben el nombre de eólicas.

Existen diversas formas de disminuir el efecto de las vibraciones en los conductores. Una de ellas y con seguridad comúnmente utilizada en sitios donde se presentan casos críticos de vibraciones es emplear dispositivos especialmente diseñados para amortiguar, que consiste fundamentalmente en pequeñas masas que oscilan con las vibraciones pendientes de resorte, creando de esta manera vibraciones opuestas, que tienden a contrarrestar las vibraciones que origina el viento sobre los conductores. Estos dispositivos se conocen como amortiguadores de vibración llamados comúnmente "STOCKBRIDGE".

El amortiguador tipo Stockbridge es la mejor opción técnica y económica para el control de la vibración en conductores. El Stockbridge se compone de 4 elementos, una grapa de amarre a conductor, un cable trenzado de acero galvanizado y dos masas de diferente peso que atenúan la vibración del conductor cuando se excitan.

7.1 UBICACIÓN DEL AMORTIGUADOR

Para que los amortiguadores sean efectivos, deben ser localizados en forma tal, que el movimiento del conductor origine el movimiento del contrapeso y flexión de las guías del amortiguador, de esta manera se evita que las vibraciones resonantes alcancen amplitudes de niveles perjudiciales.

El cálculo del número exacto de amortiguadores necesarios en cada vano requiere de la realización de un estudio de amortiguamiento que será realizado por el fabricante de estos.

8 AISLAMIENTO Y HERRAJES

8.1 CÁLCULO ELÉCTRICO DEL AISLADOR EMPLEADO

En la ITC-07 y su correspondiente tabla 14 que trata sobre líneas de fugas recomendadas, nos encontramos con diferentes nivel de contaminación que sufre línea en función de su zona de permanencia, así nuestra línea se encuentra en una zona sin industrias y con baja densidad de viviendas, además se sitúa muy lejana del mar, con lo cual no puede estar dispuesta a vientos proveniente directamente de éste, por todas estas razones nuestra línea se considera con un nivel de



contaminación Ligero I, y por ello línea de fuga mínima debe ser de 16,0 mm/kV. Para mayor seguridad se considera un nivel de contaminación Medio II, con línea de fuga mínima de 20 mm/kV.

La línea de fuga total de la cadena de aisladores ha de ser superior a la línea de fuga mínima que marca el R.D. 223/2008. Para determinar si línea de fuga de nuestra cadena de aisladores es superior a la mínima fijada por el utilizaremos la fórmula de cálculo de grado de aislamiento que establece la norma IEC-815.

$$d_f = \frac{1,1 \cdot U_{f-f} \cdot D_{fo}}{\sqrt{\delta}}$$

Dónde:

- U_{f-f} =Tensión nominal entre fases (kV)
- D_{fo} =Distancia de fuga mínima por contaminación (mm/kV_{f-f})
- U_s =Tensión más elevada de red en kV
- δ =Densidad relativa del aire en función de la presión barométrica y de la temperatura ambiente, para este proyecto es de 1,16

Para el cálculo del número de aisladores se emplea la siguiente fórmula.

$$N = \frac{d_f}{D_{fdisco} \cdot discos}$$

Dónde:

- d_f =Distancia de fuga (mm)
- D_{fdisco} =Línea de fuga del aislador seleccionado (mm/aislador)

Teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante sobre la longitud mínima de las cadenas tanto en suspensión como en amarre y teniendo en cuenta la longitud de los herrajes utilizados en cada cadena, se emplearán 12 aisladores U160BS para las cadenas de suspensión y 12 aisladores U160BS para las cadenas de amarre.

La tensión soportada exigida por el R.D. 223/2208 a impulsos tipo rayo tiene valor de 650 kV (valor de cresta).

Según datos del catálogo del fabricante SGD La Granja, las cadenas formadas por 12 aisladores U160BS soportan 900kV (valor de cresta).

Finalmente se puede concluir que tanto las cadenas de suspensión y amarre constituidas por aisladores U160BS cumplen con las solicitaciones eléctricas requeridas por el R.D.223/2008.



8.2 HERRAJES

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC-07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

8.3 CÁLCULO MECÁNICO DE LA CADENA DE AISLADORES

Según establece la ITC07 del RLAT, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

Para las cadenas de suspensión, esta carga de rotura del aislador podrá verse reducida en un 25% respecto a las cadenas de amarre.

8.3.1 Cálculo cadena de amarre

La carga de rotura mínima de la cadena de aisladores se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Carga_{rmin} = C.S_{min} \cdot T_{max} \cdot n$$

Siendo:

- $C.S_{min}$: Coeficiente de seguridad mínimo =3
- T_{max} : Tracción máxima admisible del conductor
- n : Número de conductores por fase



8.3.2 Cálculo cadena de suspensión

La carga de rotura mínima de la cadena de aisladores se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Carga_{rmin} = C.S._{min} \cdot T_{max} \cdot n \cdot 0,75$$

Siendo:

- $C.S._{min}$: Coeficiente de seguridad mínimo =3
- T_{max} : Tracción máxima admisible del conductor
- n : Número de conductores por fase
- 0,75: Factor de reducción frente a cadenas de amarre (25%)

8.3.3 Resultados cálculo mecánico de cadenas

Tabla 23: Resultado cálculo de las cadenas

Datos necesarios	
Coefficiente de seguridad	3
Tense máximo conductor	3395,6 daN
n(nº conductores por fase)	1
Cadenas de amarre	
Crmin (amarre)	10186,8 daN
Cadenas de suspensión	
Crmin (suspensión)	7640,1 daN
Comprobación cadenas amarre	
Selección aislador	U 160 BS
Carga de rotura aislador	16000 daN
Número de cadenas necesarias	1
Carga rotura cadena	16000 daN
C.S.	4,71
Carga de rotura cadenas	CUMPLE
Comprobación cadenas suspensión	
Selección aislador	U 160 BS
Carga de rotura aislador	16000 daN
Número de cadenas necesarias	1
Carga rotura cadena	16000 daN
C.S.	6,28
Carga de rotura cadenas	CUMPLE



9 CÁLCULO CAMPO ELETROMAGNÉTICO

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot r) \text{ (T)}$$

Donde:

I = corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

r = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

9.1 RESULTADO DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Para el estudio del campo electromagnético se considerará una distancia de 100 m desde el eje de la línea con divisiones cada 10 m para evaluar el campo magnético.

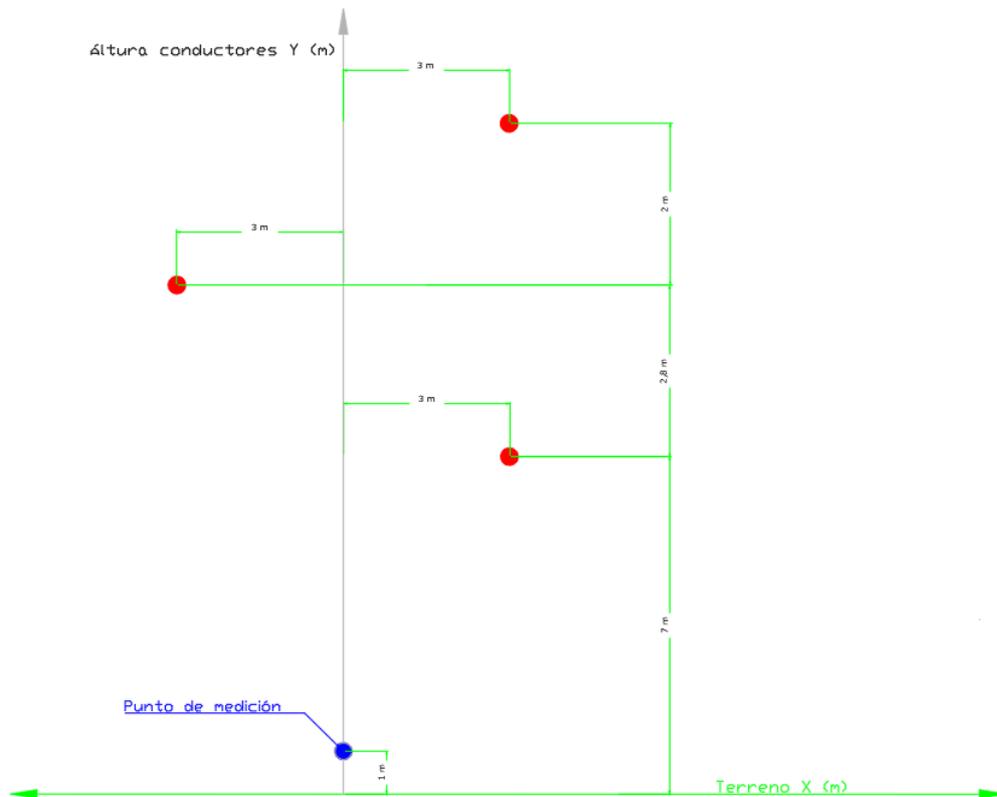
El punto de medición se situará a 1m de altura.

El ancho de cruceta escogido es de 3m y la distancia vertical entre fases es de 2 m.

La intensidad calculada en la línea es de 307 A. A continuación, se mostrarán los resultados en el caso más desfavorable.



Figura 2. Datos input



Los resultados arrojados por la simulación aparecen en la tabla y gráfico siguientes:

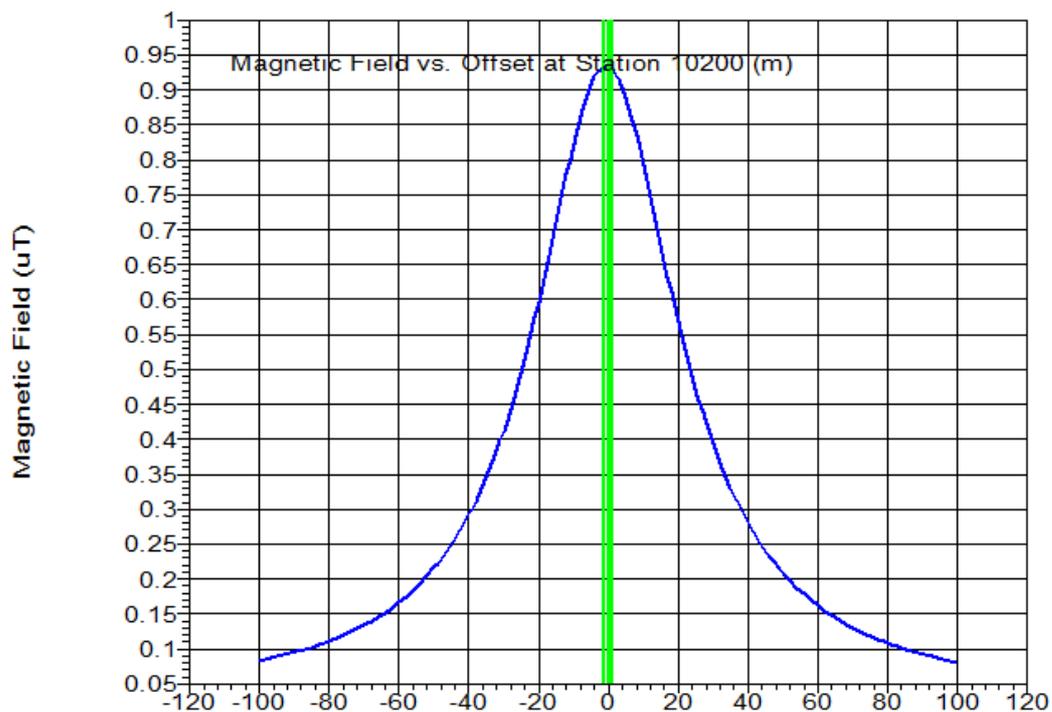
Tabla 24. Resumen de resultados tramo simple circuito

Distancia al eje (m)	Valor del campo (μT)
-100	0,083
-90	0,095
-80	0,111
-70	0,134
-60	0,167
-50	0,216
-40	0,292
-30	0,412
-20	0,596
-10	0,823
0	0,933
10	0,793
20	0,567



Distancia al eje (m)	Valor del campo (μT)
30	0,393
40	0,28
50	0,209
60	0,162
70	0,13
80	0,108
90	0,092
100	0,081

Gráfica 1. Representación del campo magnético respecto a la distancia del conductor



9.2 RESULTADO DEL CAMPO ELÉCTRICO

Para el estudio del campo eléctrico se considerará una distancia de 100 m desde el eje de la línea con divisiones cada 10 m para evaluar el campo magnético.

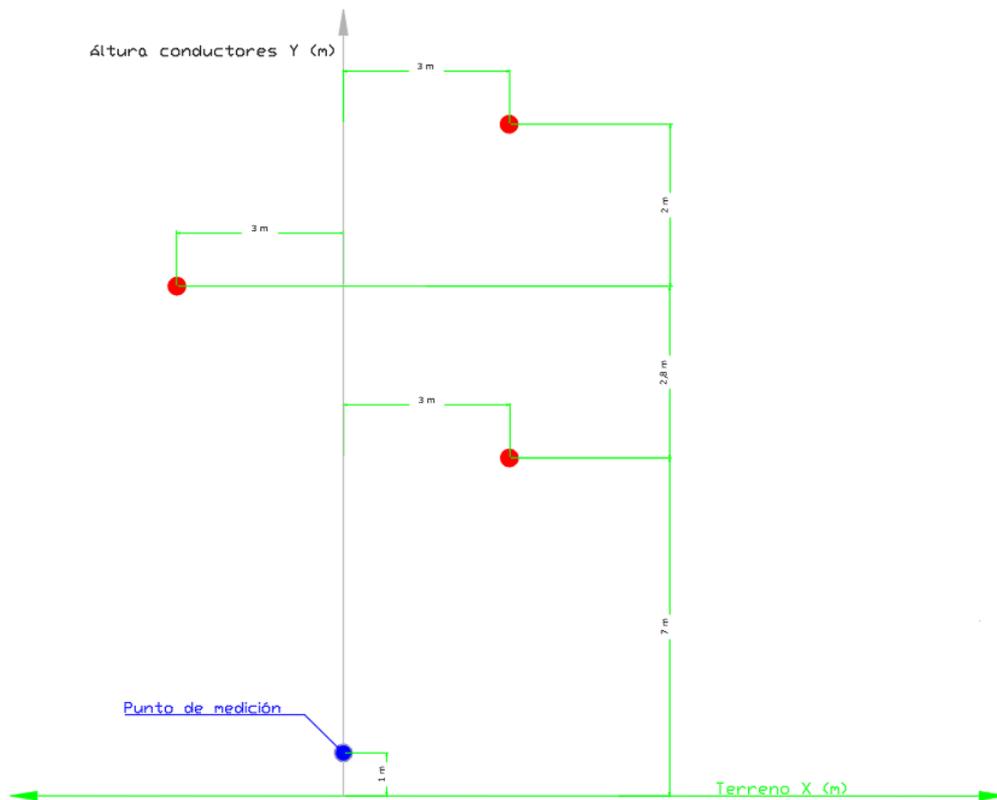
El punto de medición se situará a 1 m de altura.

El ancho de cruceta escogido es de 3 m y la distancia vertical entre fases es de 2 m.



La intensidad calculada en la línea es de 307 A. A continuación, se mostrarán los resultados en el caso más desfavorable.

Figura 3. Datos input



Los resultados arrojados por la simulación aparecen en la tabla y gráfico siguientes:

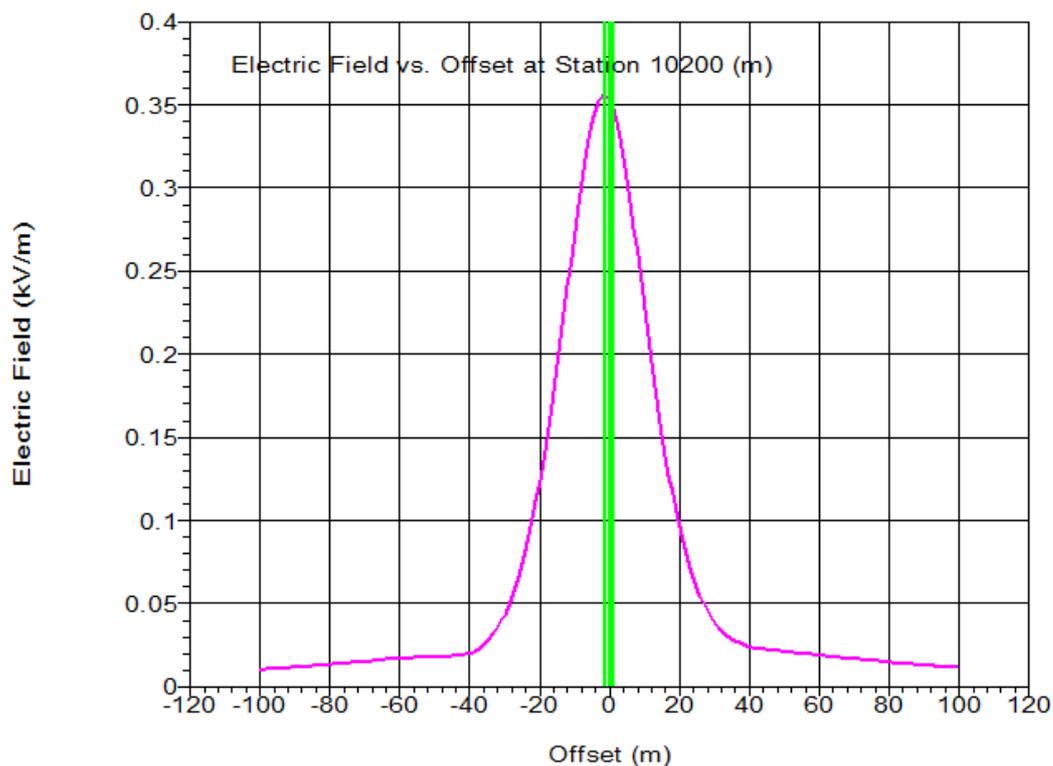
Tabla 25. Resumen de resultados tramo simple circuito

Distancia al eje (m)	Valor del campo (kV/m)
-100	0.010
-90	0.012
-80	0.013
-70	0.015
-60	0.017
-50	0.018
-40	0.020
-30	0.044
-20	0.123
-10	0.274
0	0.352



Distancia al eje (m)	Valor del campo (kV/m)
10	0.227
20	0.096
30	0.039
40	0.024
50	0.021
60	0.019
70	0.017
80	0.015
90	0.013
100	0.011

Gráfica 2. Representación del campo eléctrico respecto a la distancia del conductor





Sevilla, mayo de 2023

El Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931-COGITI de Cáceres

Avd. de la Constitución,
34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57 318 683 4840

Paseo de la Castellana,
52 Planta 1, Puerta derecha
28046 Madrid, España

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision



Executing your renewable vision

**LINEA DE EVACUACIÓN 132 KV
SE CAMPOS 132/33 KV – APOYO
DE ENTRONQUE**

SP.0068.2.M.SS.301-3A

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MULA, MURCIA (ESPAÑA)

*Tabla 1.- Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	14/05/2021	Emisión Inicial	CMF	JJP	JBM
1A	17/06/2022	Cambio de emplazamiento de SE Campos	CMF	IMJ	JBM
02A	13/03/2023	Desplazamiento de SET Campos y entronque en LAT 132 kV	JLS	JJP	JBM
3A	10/05/2023	LAT solo incluye tramo simple circuito	JLS	JJP	JBM

Sevilla, mayo de 2023

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

1	OBJETO ESTUDIO DE SEGURIDAD	4
2	MEMORIA	4
■	Situación y Descripción de la Obra	4
■	Presupuesto, Plazo de Ejecución y Mano de Obra	5
■	Control de Accesos	5
■	Trabajos Previos, Interferencias y Servicios Afectados	5
■	Unidades Constructivas que Componen la Obra.....	6
■	Identificación de Riesgos.....	6
■	Instalaciones Provisionales (Locales de Higiene y Bienestar)	10
■	Disposiciones de Emergencia	11
■	Contenido del Plan de Seguridad.....	12
■	Esquema Utilización de la Línea de Seguridad.....	12
3	PLIEGO DE CONDICIONES	20
■	Condiciones generales	21
■	Seguros	21
■	Disposiciones facultativas	22
■	Disposiciones técnicas	26
■	Disposiciones económicas administrativas	32
4	PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	33
5	PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	36



1 OBJETO ESTUDIO DE SEGURIDAD

Este estudio establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la línea 132 kV SE CAMPOS – APOYO ENTRONQUE, objeto de otro expediente. El entronque se realizará en un apoyo (a construir) en la línea de evacuación de las instalaciones PSF Mula II y CSF El Molino.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

2 MEMORIA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La Obra consiste en la construcción de una línea en simple circuito que consta de un tramo con crucetas tresbolillo y un segundo tramo subterráneo. La línea 132 kV conectará la subestación SE Campos 33/132 kV, situada en el término municipal de Mula (provincia de Murcia), con un apoyo de entronque de la futura línea de evacuación de las infraestructuras PSF Mula II y CSF El Molino, sito en el término municipal de Mula (provincia de Murcia) y objeto de otro expediente.

Resumidamente, la obra consistirá básicamente en realizar las siguientes actividades:

- Cimentaciones de nuevos apoyos
- Armado e izado de los apoyos
- Tendido conductores

La línea objeto del siguiente Proyecto de Ejecución consta de 38 apoyos en tresbolillo y un tramo subterráneo, siendo su longitud total de 10,225 km.

- Apoyos de celosía de tipo tresbolillo.
- Línea trifásica en simple circuito.
- Cable de tierra cable de tierra tipo OPWG.
- Cadenas vidrio templado, tipo caperuza y vástago.
- Cimentaciones cuatro macizos independientes y monobloque de tipo recto.
- Conductor subterráneo al tresbolillo.



- Conductor de tierra de cobre uniendo los dos extremos de la línea subterránea.
- Conductor de fibra óptica.

2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

En función de datos estadísticos de obras similares y según consta en el Proyecto para esta obra se considera un presupuesto de 984.503,37 €.

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450.000 euros
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas-hombre

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

2.3 CONTROL DE ACCESOS

Dado que la situación de la línea, está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, se realizará señalización de las zonas de trabajo para evitar interferencias de personal ajeno a la obra.

2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se realizarán bajo la dirección técnica del técnico competente integrado en la dirección Facultativa.

Los trabajos de obra civil de las cimentaciones, armado e izado de los apoyos y tendido de los cables no estarán interferidos entre sí al ser cada uno tarea siguiente de la anterior.

Los trabajos mencionados aunque se realicen por varias Empresas, no se interferirán entre sí por ejecutarse en lugares geográficamente distintos, sin compartir siquiera las vías de accesos.

Los trabajos de obra civil y armado e izado de los apoyos, se realizarán sin que resulten afectados por otras instalaciones eléctricas existentes en la zona.

Los trabajos de tendido de conductores quedaran afectados por la existencia de líneas eléctricas y otras infraestructuras existentes en la zona. La actuación en prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.



2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Obra civil:

Consiste en la realización de las cimentaciones para los nuevos apoyos.

La explanación del terreno donde se ubicarán las patas de los apoyos se realizará preferentemente con maquinaria frontal.

La excavación se realizará por medios mecánicos, manuales o combinados.

Acopio:

Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación estable y de allí serán reenviados a cada punto de trabajo.

Armado e izado:

En esta fase se realiza la unión de las piezas (barras y cartelas) mediante tornillos formando paneles o módulos que luego serán izados y ensamblados en alturas o bien se armará toda la torre en el suelo para luego ser izada toda ella.

Tendido:

En esta fase se tenderán los cables colgando de sus cadenas de herrajes.

Posteriormente se procederá al regulado y engrapado y por último a la colocación de componentes en los cables.

Puesta en Servicio:

En esta fase se procede a conectar eléctricamente la nueva línea de 132 kV desde la subestación Campos con un apoyo a construir en la línea de evacuación de las instalaciones de generación PSF Mula II y CSF El Molino.

2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción de líneas supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.



- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios en el apartado “Seguimiento y Control de los Trabajos”.

No obstante se consideran riesgos generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

Tabla 2.- Identificación de Riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de Cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura)



Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo). Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

2.6.1 Medidas de Prevención de Riesgos

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos se detallan en la Normativa indicada en el Pliego de Condiciones.

Asimismo deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de las Empresas Contratistas.

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las Empresas Adjudicatarias deben elaborar.

2.6.2 Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud:

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, si se dieran alguna de las condiciones por las que se precisase nombrar un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, el titular de la línea en su calidad de Promotor procederá a tal nombramiento.

Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista:

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.



Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La empresa Contratista está obligada a reflejar en el Plan de Seguridad que elabore el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, actuando como apoyo del Jefe de Obra en las tareas preventivas.

2.6.3 Principios Generales Aplicables durante la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

Dar las debidas instrucciones a los empleados.

El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.

La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre el propietario de la línea y el Contratista.

Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

2.6.4 Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.



Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

2.6.5 Medicina Preventiva

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento el propietario de la línea podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

2.6.6 Medios de Protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a:

- Criterio para el empleo de los EPI
- Condiciones que deben reunir los EPI
- Elección de los EPI y Utilización
- Mantenimiento de los EPI, respectivamente

2.7 INSTALACIONES PROVISIONALES (LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR)

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y analizando el Anexo V, se considera que en una obra de evolución continua a realizar a lo largo de la línea y en campo abierto, no es posible la instalación de casetas de obra.

En localidades próximas se habilitará Almacén o Dependencias para descanso y aseo de los trabajadores el Contratista dispondrá de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.



2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

2.8.1 Vías de evacuación

Dadas las características de la obra, no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

2.8.2 Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

2.8.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

El suministro de energía en la obra se utilizará de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Por tratarse de equipos de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envoltentes y las tomas de corriente.

Cuando se trate de otras instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

2.8.4 Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

2.8.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

A criterio del responsable de los trabajos, las actividades de su personal serán suspendidas cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los trabajadores.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

2.8.6 Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitararlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza. Los restos de obra serán apilados en lugar apartado.



La obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

2.8.7 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primero auxilios.

Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

2.9 CONTENIDO DEL PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

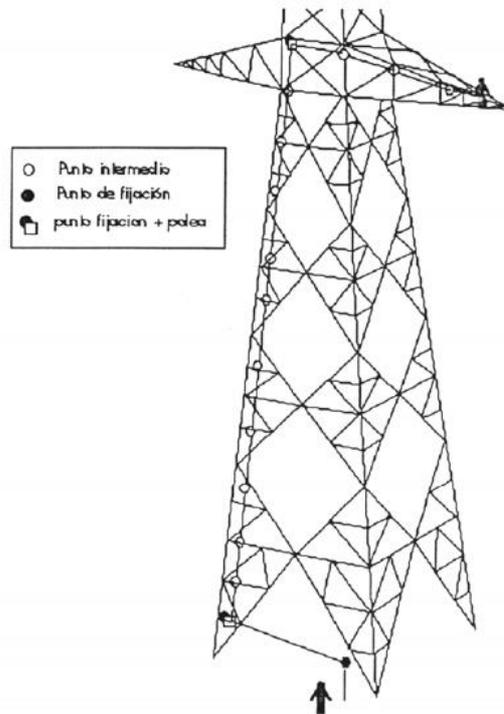
2.10 ESQUEMA UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA DE SEGURIDAD

Utilización de la línea de seguridad simple

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo la realiza una sola persona. El operario progresa por la estructura, permanentemente asegurado por un segundo operario situado en la base del apoyo. Este tipo de Línea de Seguridad no requiere fijar la cuerda.



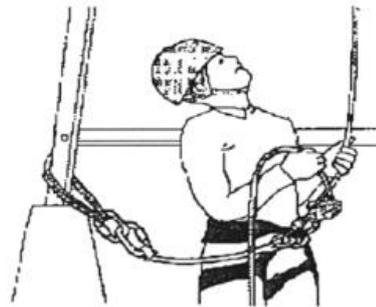
Figura 1.- Línea de seguridad simple



- Fase de Instalación

Denominaremos primer operario al encargado de instalar la línea de seguridad y segundo operario al que permanece al pie del apoyo asegurando al primero.

Figura 2.- Segundo operario



El segundo operario, en la base del apoyo, instala un punto de fijación en una peana distinta a la del ascenso, pasa la cuerda que va al primer operario por el modulador y fija este aparato al punto de fijación, avisándole que está preparado para asegurarlo.

Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma. El primer operario se ata la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje ventral del arnés, mediante un nudo en ocho.

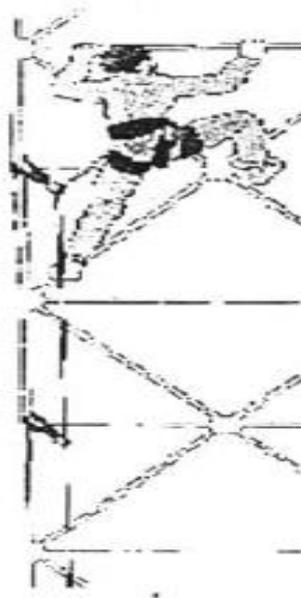


Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma.

El primer operario se ata la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje ventral del arnés, mediante un nudo en ocho. El primer operario procede a ascender por el apoyo, siempre asegurado bajo la atenta mirada del segundo, colocando los puntos intermedios por los que pasará la cuerda allí donde no existan peldaños con anilla de seguridad. La cuerda se introducirá en la anilla, o en el punto intermedio en cuanto se alcance con la mano.

Se evitará una caída hasta el suelo.

Figura 3.- Primer operario

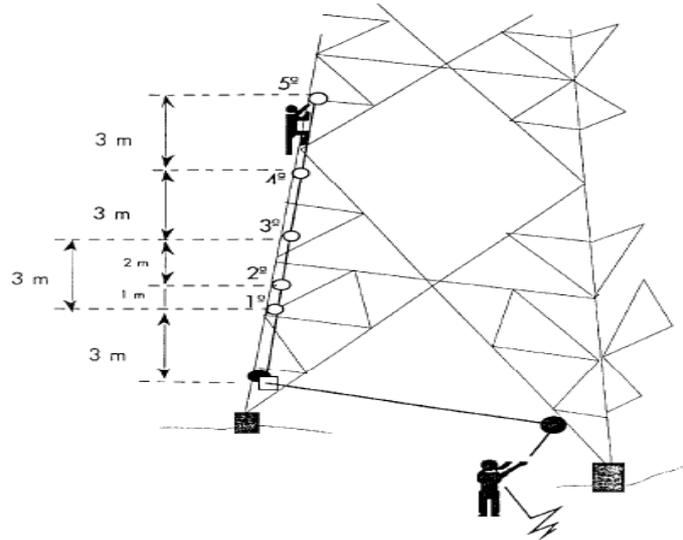


Cuando el operario llega a la cruceta en que tiene que trabajar colocará un Punto de Fijación en la parte superior de la cruceta, por el que pasará la cuerda.

El operario inicia el desplazamiento por la cruceta, colocando Puntos Intermedios a 3 m. uno de otro y asegurándose siempre a ellos, hasta llegar a la punta de cruceta donde colocará el último.



Figura 4.- Punto de fijación



- Fase De Utilización

Mientras duren las tareas de intervención, el primer operario permanece asegurado con la cuerda pasada por el modulador, en la base del apoyo.

- Fase De Recuperación

En la que se recupera todo el material usado en la Línea de Seguridad. El proceso a seguir, es el inverso al utilizado en el ascenso. El segundo operario, que asegura desde la base del apoyo, irá recuperando cuerda a través del modulador a medida que el primero vaya descendiendo, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrarlo. Si ha instalado Puntos Intermedios los recuperará en el descenso.

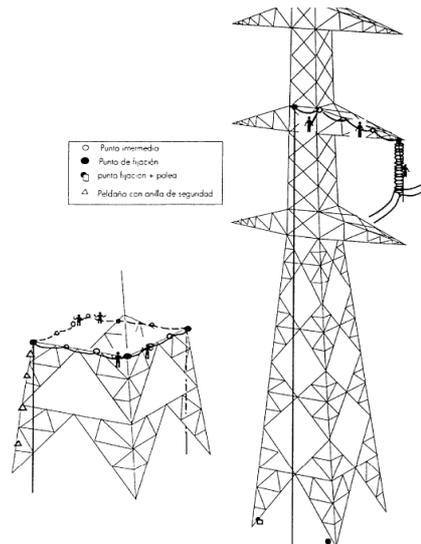
El material es recogido y guardado cuidadosamente en sus sacos de transporte, evitando que sufra desperfectos.



Utilización de la línea de seguridad clásica

Se utiliza cuando la intervención en el apoyo requiere de varios operarios para trabajar en la misma actividad. Esta instalación, una vez fijada, permite a todos los operarios acceder, desplazarse, efectuar su trabajo y descender del lugar de intervención permanentemente asegurado.

Figura 5.- Línea de seguridad clásica



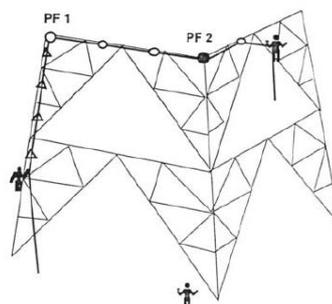
- Fase De Instalación

Las operaciones a realizar para la instalación de la Línea de Seguridad Clásica son inicialmente las mismas que se han descrito para la Línea de Seguridad Simple con las siguientes variaciones:

Cuando el primer operario llega a la altura donde se ha de trabajar e inicia sus desplazamiento en horizontal, colocan un Punto de Fijación en el montante y Puntos Intermedios en las diagonales, pasando la cuerda por cada uno de ellos.

Una vez alcance el segundo montante, el primer operario coloca PF2 y se anda con su cabo de anclaje doble, suelta la cuerda del arnés y la ata con un nudo en ocho en el PF2, dejando la cuerda libre.

Figura 6.- Puntos de fijación



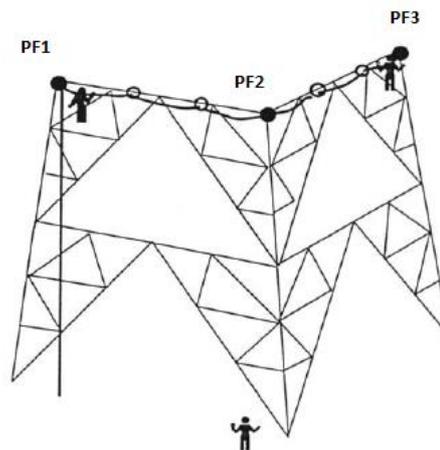


Al mismo tiempo el segundo operario inicia el ascenso con un dispositivo deslizante va liberando la cuerda del mosquetón o del peldaño de seguridad.

Una vez en el plano de trabajo, se anda con su cabo de anclaje doble al PF1, se suelta de la cuerda y la ata con un nudo en ocho al mosquetón del PF1. El primer operario ha llegado a PF3 y realiza otro nudo.

En este momento la línea de seguridad queda instalada y hay tres tramos independientes, uno vertical y dos horizontales.

Figura 7.- Fase de instalación completada



- **Fase De Utilización:**
Período durante el cual cada operario puede, desplazándose a lo largo de la Línea de Seguridad acceder, trabajar y descender del apoyo permanentemente asegurado. La forma de autoasegurarse sobre la cuerda será diferente según sea el desplazamiento a efectuar.
- **Fase De Recuperación:**
El penúltimo operario deshace los PF2 y PF1 y prepara la cuerda para el último pasándola por los peldaños de seguridad o por los Puntos Intermedios verticales mientras descende con un dispositivo deslizante.
El último operario, situado en PF3, se ata la cuerda directamente al anclaje ventral de su arnés y descende como en la Línea de Seguridad Simple. Si el trabajo ha de continuar deja instaladas los Puntos Intermedios y de Fijación de arriba para no instalarlos de nuevo.
Cuando el último operario llega al suelo, la línea de seguridad queda desinstalada.
El material es recogido y guardado cuidadosamente en el saco de transporte o en el contenedor del vehículo, evitando que sufra desperfectos.

Utilización de la línea de seguridad ramificada

Se utiliza cuando la intervención sobre el apoyo, requiere de varios operarios para trabajar en distintas actividades.



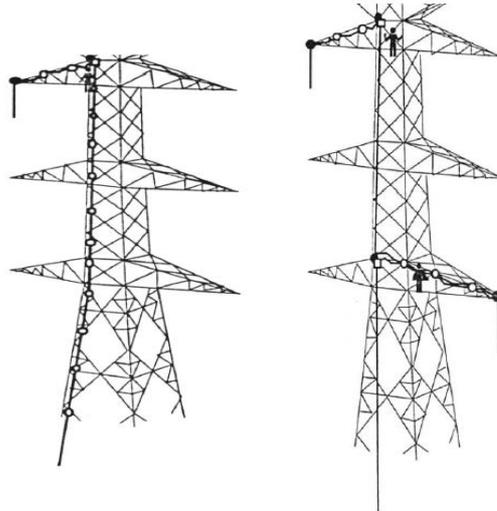
- Fase De Instalación

Supongamos el caso de una intervención simultánea en dos crucetas.

El primer operario subirá hasta la cruceta superior e instala una Línea de Seguridad Clásica

En este momento La Línea de Seguridad queda instalada en dos tramos, uno horizontal y uno vertical. El segundo operario asciende hasta la unión del fuste con la cruceta inferior.

Figura 8.- Línea de seguridad en dos tramos



Una vez situado en la cruceta, realiza un nudo en ocho en el Punto de Fijación y se desplaza arrastrando con su dispositivo deslizante la cuerda del ramal descendente.

En el extremo de la cruceta, coloca otro Punto de Fijación y fija la cuerda. Vuelve a la unión fuste-cruceta y fija el ramal descendente mediante un nudo. En este momento la línea de seguridad queda instalada en sus dos tramos horizontales y en sus dos tramos verticales.

Fase De Utilización

Igualmente que en la Línea de Seguridad Clásica, en esta fase, los operarios se desplazan a lo largo de la Línea de Seguridad hasta los diferentes puntos de trabajo, permanentemente autoasegurados.

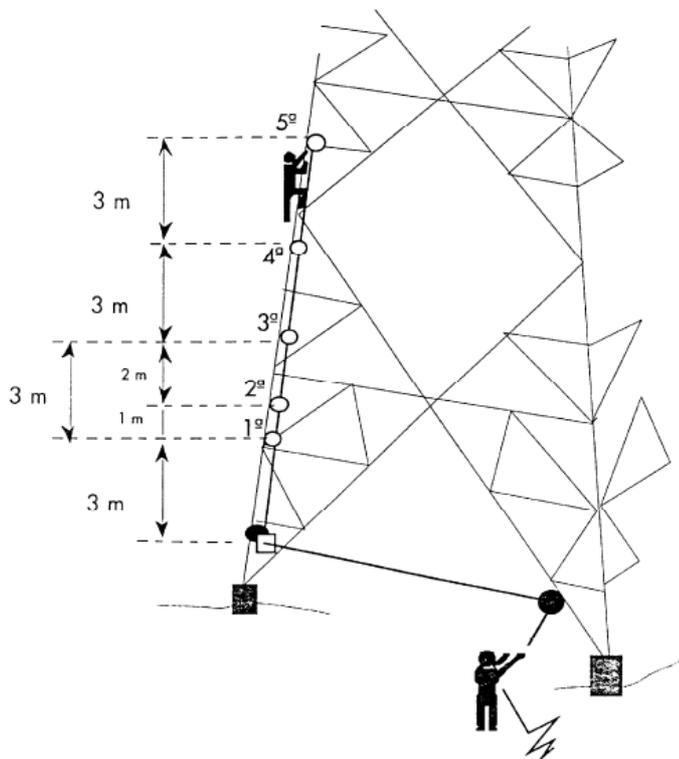
- Fase De Recuperación

Los pasos a seguir son los mismos que para la Línea de Seguridad Clásica, retirando en primer lugar el último ramal instalado. El penúltimo operario inicia el descenso y vuelve a pasar la cuerda por los puntos intermedios o por los peldaños con anilla de seguridad.

Cuando el último operario llega al suelo, la línea de seguridad queda desinstalada. El material es recogido y guardado cuidadosamente en el saco de transporte o en el contenedor del vehículo, evitando que sufra desperfectos.



Figura 9.- Esquema de instalación de línea de seguridad ramificada





3 PLIEGO DE CONDICIONES

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D.39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D.39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D.1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas



3.1 CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, de la Empresa como Contratista adjudicatario del proyecto de, con respecto a este Estudio de Seguridad y Salud
- Concretar la calidad de la prevención decidida
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el proyecto constructivo y exponer las normas preventivas que son propias de la Empresa.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra, sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

3.2 SEGUROS

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional, asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.



3.3 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

3.3.1 Coordinador de Seguridad y Salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles. El R.D.1627/1997 de 24 de Octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el artículo 3 del R.D. 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

3.3.2 Obligaciones en relación con la seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma
- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras



3.3.3 Información y formación

La Empresa contratista queda obligada a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud
- Comprender y aceptar su aplicación
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales

3.3.4 Accidente Laboral

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.

- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera
 - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones
 - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado
 - En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia
 - Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

- Accidente leve:
 - Al Coordinador de Seguridad y Salud
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente



- Accidente grave:
 - Al Coordinador de seguridad y salud
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente
- Accidente mortal:
 - Al Juzgado de Guardia
 - Al Coordinador de Seguridad y Salud
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente

3.3.5 Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral:

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral
 - Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente
- Accidente con baja laboral
 - Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente
- Accidente grave, muy grave o mortal
 - Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente

3.3.6 Aprobación de Certificaciones

- El Coordinador en materia de seguridad y salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono
- Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad



- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

3.3.7 Precios Contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisaran medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

3.3.8 Libro Incidencias

El Artículo 13 del R.D.1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación.

Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.



3.3.9 Libro De Órdenes

Las órdenes de Seguridad y Salud, se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

3.3.10 Paralización De Trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del R.D.1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

3.4 DISPOSICIONES TÉCNICAS

3.4.1 Servicios De Higiene Y Bienestar

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- No se prevé la colocación los servicios de comedor, vestuarios y duchas, debido a que el edificio objeto de estudio está dotado de éstos. A su vez se exige de la obligación de dichas dotaciones, pudiendo en todo momento ser atendido los operarios de las obras por los servicios de hostelería propios de la citada ciudad
- La empresa se compromete a que estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria
- No se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado



- La conexión de estas Casetas de Obra al servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil
- La conexión del servicio de agua potable, se realizará a la cañería del suministro provisional de Obras

3.4.2 Equipos De Protección Individual

El R.D. 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).

Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

El Anexo III del R.D. 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

El Anexo I del R.D. 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual.

En el Anexo IV del R.D. 773/1997 se relacionan las indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual.

El R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPI's), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.

El R.D. 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del R.D.1407/1992.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:



Las protecciones individuales deberán estar homologadas.

- Tendrán la marca CE
- Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:
 - Que tenga la homologación MT
 - Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea
 - Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América
- De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra
- Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior, tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia
- De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores
- Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos
- Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones
- Un vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra

3.4.3 Equipos De Protección Colectiva

El R.D. 1627/97, de 24 de Octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obra
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales



3.4.4 Señalización

3.4.4.1 Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del R.D. 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.

3.4.4.2 Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

3.4.4.3 Características técnicas

Se utilizaran señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

Montaje de las señales

Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.

Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

Los operarios que realicen este trabajo, tendrán que ir equipados con el siguiente material:

- Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.

3.4.5 Útiles Y Herramientas Portátiles

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99
- El R.D.1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas
- Maquinaria



- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre)
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, R.D.1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el R.D.830/1991 de 24 de mayo
- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, R.D.1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D.842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan

3.4.6 Instalaciones provisionales

- Se atenderán a lo dispuesto en el R.D.1627/1997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV
- El R.D.486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones en los siguientes artículos:
- Instalación eléctrica
- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. R.D. 842/2002, de 2 de Agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan
- El calibre o sección del cableado serán de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 ó UNE 21.031, y aptos para servicios móviles
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalizará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonés que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La



- profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm. ; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados
 - Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
 - Azul claro: Para el conductor neutro
 - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección
 - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase
 - En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza
 - Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados
 - Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales)
 - Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
 - Medidas de protección contra contactos directos:
 - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes
 - Medidas de protección contra contactos indirectos:
 - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna ó 60 V en corriente continua
 - Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual



- Instalaciones provisionales para los trabajadores.

La Empresa contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil

3.5 DISPOSICIONES ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS

3.5.1 Condiciones para Obras

- Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra, la valoración se hará conforme el Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado las Condiciones de Índole Facultativo.



4 PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

LÍNEA DE ALTA TENSIÓN					
CAPÍTULO 1: PRIMEROS AUXILIOS					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
1.01	BOTIQUIN DE OBRA CON TODOS LOS COMPONENTES PARA PRIMEROS AUXILIOS, EN CAJA METÁLICA CON CIERRE E INSCRIPCIÓN EXTERIOR, INSTALADO EN CASETA DE OBRA.	ud.	1,00	115,39 €	115,39 €
1.02	REPOSICIÓN MATERIAL SANITARIO DURANTE EL TRANSCURSO DE LA OBRA	ud.	1,00	25,62 €	25,62 €
1.03	MES DE ALQUILER DE DESFRIBILADOR	ud.	1,00	69,00 €	69,00 €
1.04	SERVICIO MANCOMUNADO DE PREVENCIÓN	ud.	1,00	150,00 €	150,00 €
TOTAL CAPÍTULO 1: PRIMEROS AUXILIOS					360,01 €

CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
2.01	CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO	ud.	22,00	14,38 €	316,36 €
2.02	PAR DE BOTAS DE CUERO DE SEGURIDAD	ud.	22,00	47,07 €	1.035,54 €
2.03	PAR DE GUANTES CONTRA RIESGOS MECÁNICOS	ud.	22,00	6,50 €	143,00 €
2.04	GUANTES DE ALTA TENSIÓN	ud.	2,00	95,71 €	191,42 €
2.05	PROTECTOR AUDITIVO ANTIRRUIDO	ud.	2,00	29,96 €	59,92 €
2.06	GAFAS ANTIPOLVO Y ANTIIMPACTO HOMOGADAS	ud.	22,00	15,52 €	341,44 €
2.07	CHALECO REFLECTANTE CON BANDAS DE SEÑALIZACIÓN HOMOLOGADO	ud.	22,00	7,38 €	162,36 €
2.08	ARNE/CINTURÓN DE SEGURIDAD DOBLE CIERRE, HOMOLOGADO, S/N.T.R. MT-13, 21 Y 22	ud.	22,00	318,27 €	7.001,94 €
TOTAL CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL					9.251,98 €



CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
3.01	RECONOCIMIENTO MEDICO PERSONAL OBLIGATORIO PARA TODO EL PERSONAL DE OBRA, REALIZADO POR FACULTATIVO AUTORIZADO	ud.	22,00	122,64 €	2.698,08 €
3.02	FORMACION EN SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO	ud.	4,00	100,00 €	400,00 €
3.03	FORMACION DE TRABAJOS EN ALTURA	ud.	22,00	128,40 €	2.824,80 €
3.04	FORMACION EN USO DE DESFIBRILADOR EN OBRA	ud.	1,00	82,90 €	82,90 €
3.05	REUNION DE LA COMISION DE SEGURIDAD	ud.	1,00	90,15 €	90,15 €
3.06	CONTROL Y ASESORAMIENTO DE SEGURIDAD (VISITAS TÉCNICAS)	ud.	1,00	300,50 €	300,50 €
3.07	LIMPIEZA DE USOS GENERALES	ud.	160,00	18,02 €	2.883,20 €
TOTAL CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA					9.279,63 €

CAPÍTULO 4: SEÑALIZACIÓN					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
4.01	PLACA IDENTIFICACION BOTIQUIN	ud.	1,00	3,40 €	3,40 €
4.02	SEÑALIZACIÓN DE CHAPA CON SOPORTE	ud.	11,00	48,28 €	531,08 €
4.03	PLACA DE USOS OBLIGATORIOS	ud.	1,00	12,90 €	12,90 €
4.04	SEÑALES DE PASO ALTERNATIVO	ud.	2,00	4,10 €	8,20 €
4.05	VALLA AUTÓNOMA METÁLICA DE CONTENCIÓN (ENTRADA A OBRA)	ud.	10,00	36,90 €	369,00 €
4.06	CINTA PLÁSTICA DE BALIZAMIENTO DOS COLORES	ud.	5,00	6,29 €	31,45 €
4.07	SEÑALES DE EVACUACION	ud.	2,00	4,98 €	9,96 €
TOTAL CAPÍTULO 4: SEÑALIZACIÓN					965,99 €



CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA					
CONCEPTO		TOTAL	PRECIO	IMPORTE	
5.01	MES DE ALQUILER DE CASETA PREFABRICADA PARA ASEOS	ud.	8,00	192,60 €	1.540,80 €
5.02	MES DE ALQUILER DE CASETA PREFABRICADA COMO COMEDOR	ud.	8,00	219,97 €	1.759,76 €
5.03	MES DE ALQUILER DE CASETA PREFABRICADA PARA VESTURARIOS	ud.	8,00	120,60 €	964,80 €
5.04	EQUIPO EMISORA WALKIE TALKIE PARA MANIOBRA	ud.	1,00	145,00 €	145,00 €
5.05	EXTINTOR DE POLVO POLIVALENTE DE 6 KG, INCLUIDO SOPORTE	ud.	1,00	41,83 €	41,83 €
5.06	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA COMPUESTA POR CABLE DE COBRE , ELECTRODO CONECTADO A TIERRA EN MASAS METÁLICAS, ETC..	ud.	1,00	293,46 €	293,46 €
5.07	TELÉFONO MÓVIL DISPONIBLE EN OBRA, INCLUIDA CONEXIÓN Y UTILIZACIÓN	ud.	1,00	200,00 €	200,00 €
5.08	CUADRO ELÉCTRICO PROVISIONAL DE OBRA DE 5 KW	ud.	1,00	1.188,31 €	1.188,31 €
TOTAL CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA					6.133,96 €

TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	
LINEA DE ALTA TENSIÓN	
	IMPORTE
TOTAL CAPÍTULO 1: PRIMEROS AUXILIOS	360,01 €
TOTAL CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	9.251,98 €
TOTAL CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	9.279,63 €
TOTAL CAPÍTULO 4: SEÑALIZACIÓN	965,99 €
TOTAL CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS EN OBRA	6.133,96 €
PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	25.991,57 €

*Nota: En el presupuesto del proyecto el estudio de seguridad y salud se dividirá de manera porcentual en la parte correspondiente al tramo en simple circuito (81,32%) y el tramo en triple circuito (18,68%).



5 PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Figura 10.-Protección en zanjas

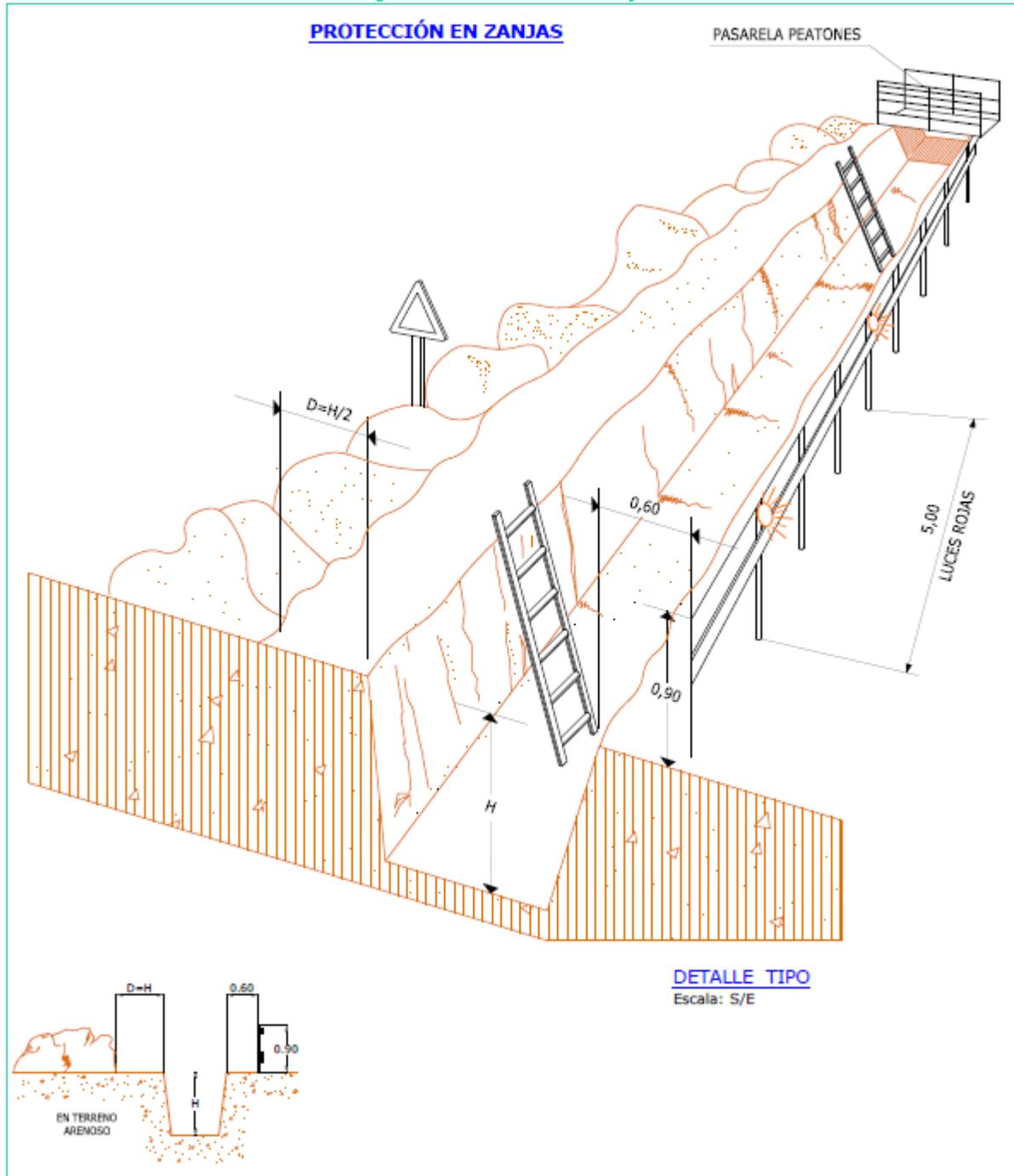
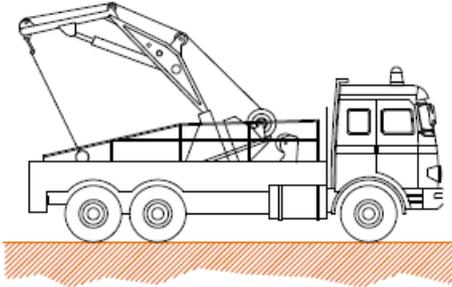




Figura 11.- Normas de utilización de la maquinaria

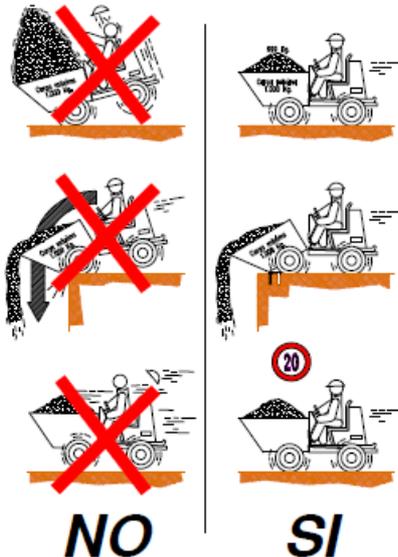
ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Camión grúa de carga-descarga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gruísta tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km/h.

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA



ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Pala mixta)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

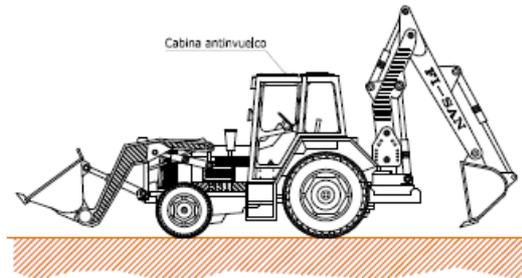




Figura 12.- Códigos de señales de maniobras

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

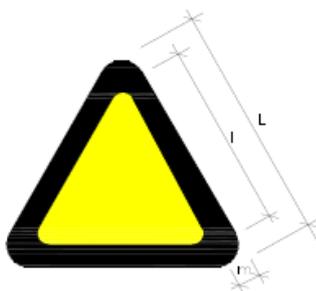
 1 LEVANTAR LA CARGA	 2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA	 3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE
 4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE	 5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA	 6 BAJAR LA CARGA
 7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE	 8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA	 9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE
 10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA	 11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO	 12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA
 13 SACAR PLUMA	 14 METER PLUMA	 15 PARAR

DETALLES TIPO
Escala: S/E

Figura 13.-Señalización de peligro

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

DETALLES TIPO
Escala: S/E

SEÑAL			
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA

SEÑAL			
Nº	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	LIQUIDO QUE CAE GOTTA A GOTTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 4178 DE LA CEI)(+UNE 20157/1)

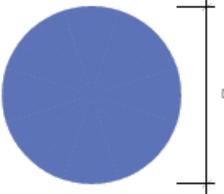
SEÑAL			
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL

SEÑAL			
Nº	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

NOTAS:
SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRAFICO

Figura 14.- Señalización de obligatoriedad

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGATORIEDAD



COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

SEÑAL	(1)	(1)	(2)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3
REFERENCIA	OBLIGACIÓN EN GENERAL	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS
CONTENIDO GRÁFICO	SIGNO DE ADMIRACIÓN	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO



OBREROS

SILBAR OBREROS

LETRA S
LEYENDA INDICADORA
OBREROS EN VÍA

SEÑAL	(1)	(1)	
Nº	B-2-4	B-2-5	B-2-6
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
CONTENIDO GRÁFICO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES	GUANTES DE PROTECCIÓN

DIMENSIONES (mm.)	
D	
594	
420	
297	
210	
148	
105	

SEÑAL	(1)	(1)	(1)
Nº	B-2-7	B-2-8	B-2-9
REFERENCIA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD
CONTENIDO GRÁFICO	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLÓN DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURÓN DE SEGURIDAD

SEÑAL	
Nº	B-2-10
REFERENCIA	USO DE PANTALLAS
CONTENIDO GRÁFICO	PANTALLA

NOTA:
SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO



Figura 15.-Señalización de prohibición

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

SEÑAL	
Nº	B-1-1
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR
CONTENIDO GRÁFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO

SEÑAL	
Nº	
REFERENCIA	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR
CONTENIDO GRÁFICO	CERILLA ENCENDIDA

SEÑAL	
Nº	B-1-3
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES
CONTENIDO GRÁFICO	PERSONA CAMINANDO

SEÑAL	
Nº	B-1-4
REFERENCIA	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA
CONTENIDO GRÁFICO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO

SEÑAL	
Nº	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRÁFICO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

DETALLES TIPO
Escala: S/E

NOTA:
SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO



Figura 16.-Señalización primeros auxilios



SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.

COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

NOTAS:

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS ISO 7010:2012

SEÑALES RECOGIDAS EN LA NORMA ISO 7010:2012 CON EJEMPLO GRÁFICO

SEÑAL		
Nº	B-4-1	B-4-2
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACIÓN GENERAL DE DIRECCIÓN HACIA...
CONTENIDO GRÁFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCIÓN

SEÑAL		
Nº	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	LOCALIZACIÓN DE BOTIQUÍN PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRÁFICO	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACIÓN	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCIÓN



Figura 17.- Protecciones de madera sobre carreteras, autopistas y ff.cc sin electrificar

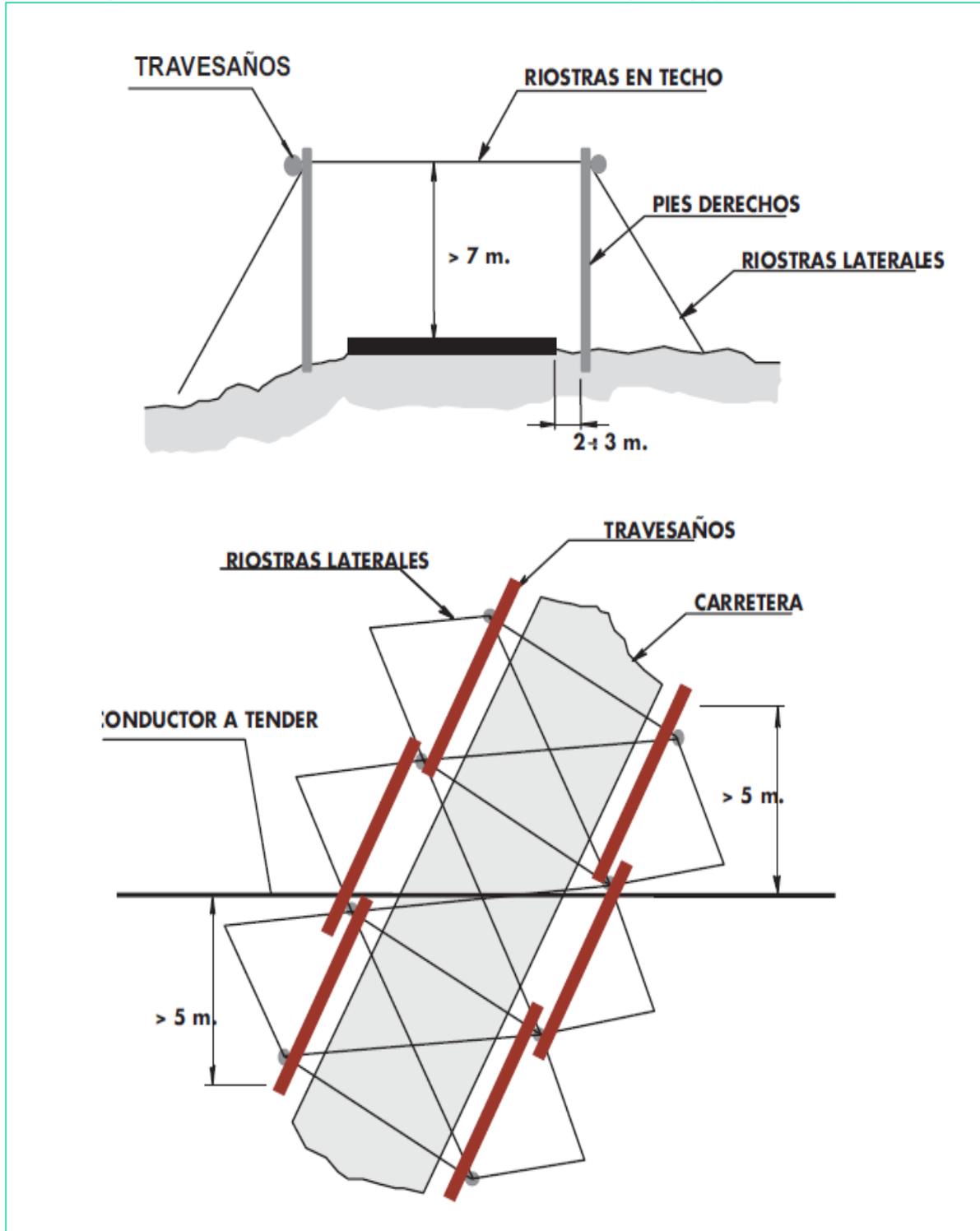
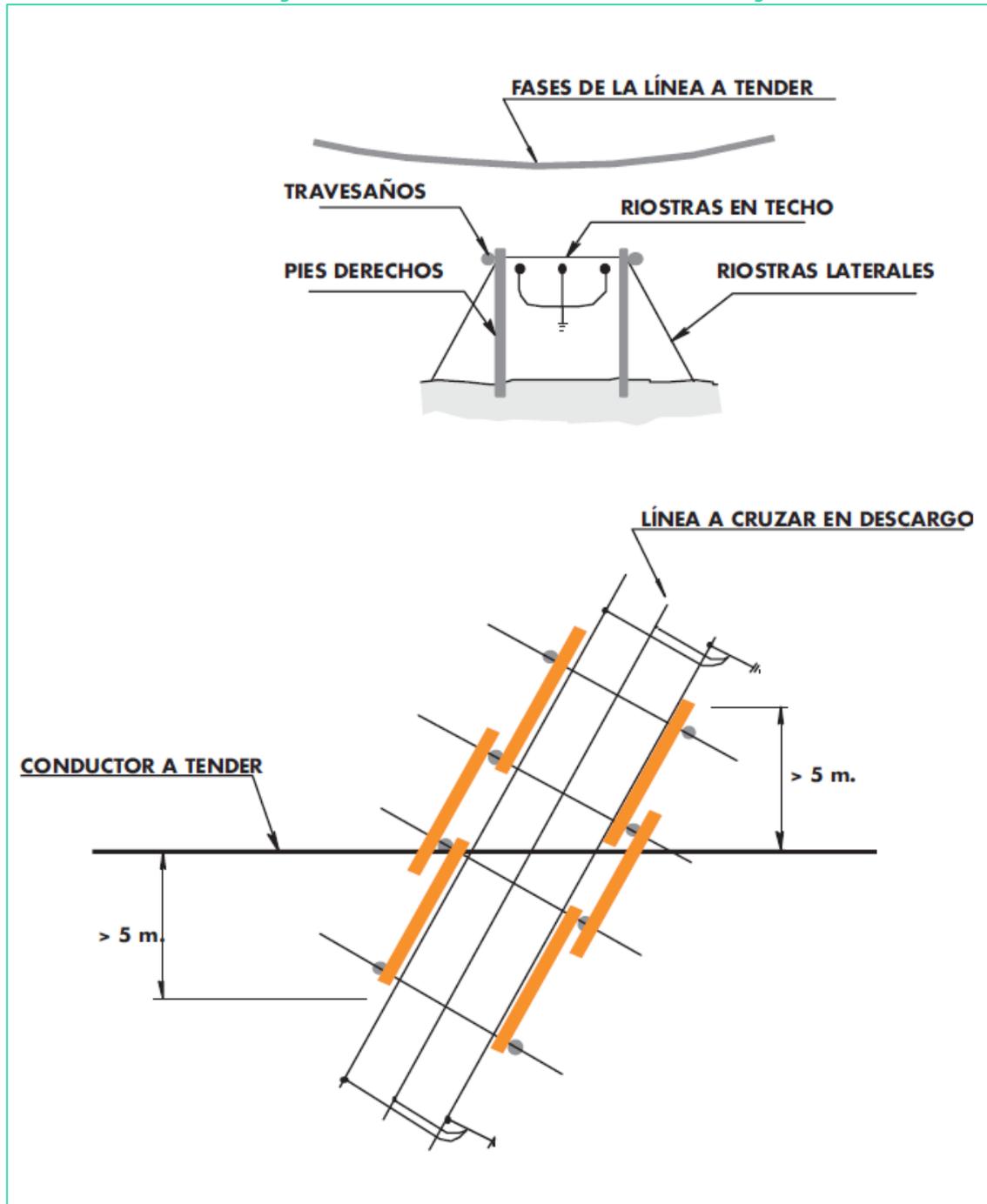




Figura 18.- Protecciones sobre líneas AT en descargo



Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Paseo de la Castellana,
52 Planta 1, Puerta derecha
28046 Madrid, España

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.
Executing your renewable vision



Executing your renewable vision

LINEA DE EVACUACIÓN 132 KV SE CAMPOS 132/33 KV – APOYO DE ENTRONQUE

SP.0068.2.M.CT.301-2A

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

MULA, MURCIA (ESPAÑA)

*Tabla 1.- Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	14/05/2021	Emisión Inicial	CMF	JJP	JBM
1A	14/03/2023	Eliminación del tramo subterráneo por cambio de trazado	JLS	JJP	JBM
2A	10/05/2023	LAT solo incluye tramo simple circuito	JLS	JJP	JBM

Sevilla, mayo de 2023

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

1	OBJETO	5
2	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	5
■	Dirección Facultativa	5
■	Empresa Instaladora o Contratista	6
3	CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO	7
■	Antes del inicio de las obras	7
■	Proyecto de la Instalación	7
■	Documentación Final	7
4	CONSIDERACIONES GENERALES	8
■	Inspección	8
■	Consideraciones Previas	8
■	Orden de los Trabajos	9
■	Replanteo	9
5	MARCHA DE LA OBRAS	10
■	Condiciones de ejecución y montaje	10
6	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE	10
7	CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES AÉREAS DE A.T.	11
■	Conductores	11
■	Herrajes y accesorios	11
■	Aisladores	11
■	Apoyos de celosía	11
■	Transporte de material	12
■	Acopio de material	12
■	Apertura de accesos	13
■	Armado de apoyos	14
■	Izado de apoyos	15
■	Cimentación de apoyos	17
■	Reposición del terreno	19
■	Sistema de Puesta a Tierra	19
■	Instalación de conductores	20
■	Colocación de las cadenas de aisladores	25
■	Tendido de conductores	25
■	Tensado y regulado	28



■	Tolerancias en el tendido	30
■	Controles de calidad.....	31



1 OBJETO

Este pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de la línea de evacuación.

Este Pliego de Condiciones Técnicas forma parte de la documentación de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la obras. Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

2.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.



2.2 EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con el Cliente o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.



3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

3.1 ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

3.2 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en correspondiente apartado del Proyecto considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

3.3 DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de El Cliente, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con la especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con la modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.



- **Certificado de Instalación:** Es el documento emitido por la empresa instaladora y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.
- **Certificado de Garantía de la Instalación:** el contratista entregará a El Cliente el correspondiente certificado de garantía, todos los certificados de garantía de los materiales suministrados emitidos por los correspondientes fabricantes, así como los certificados de todos los ensayos realizados.

4 CONSIDERACIONES GENERALES

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de El Cliente.

La construcción de Líneas de Alta Tensión requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación así como de las Normas y Especificaciones de El Cliente referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE, UNESA, etc.

4.1 INSPECCIÓN

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a El Cliente, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que El Cliente pueda realizar las labores de inspección precisas.

4.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las instalaciones serán ejecutadas por instaladores eléctricos, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente.

La Dirección Facultativa y/o el Gestor de El Cliente rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.



Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

4.3 ORDEN DE LOS TRABAJOS

La Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente fijará el orden que deben llevar los trabajos y el contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

4.4 REPLANTEO

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno, por Instalador y en presencia de la Dirección Facultativa y/o Gestor de El Cliente, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y la posición en la que se ubicarán las arquetas. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo al proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.



5 MARCHA DE LA OBRAS

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5.1 CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

En este apartado se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la obra civil, la instalación de los conductores y cables de fibra óptica, de las instalaciones que se desarrollen en aplicación del proyecto. Todo ello deberá cumplir la normativa vigente para el desarrollo de los trabajos.

6 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

En las condiciones de ejecución de arquetas, cámaras de empalme, canalizaciones, obra civil del sistema de puesta a tierra y pistas de acceso a la obra, se ha tenido en cuenta toda la reglamentación vigente de aplicación, y en concreto:

- R.D. 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.
- Modificaciones posteriores al Real Decreto 1955/2000 (R.D. 2351/2004).
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 al 09.
- Decreto 275/2001, de 4 de octubre, por el que se establecen determinadas condiciones técnicas específicas de diseño y mantenimiento a las que se deberán someter las instalaciones eléctricas de distribución.
- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.



7 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE REDES AÉREAS DE A.T.

7.1 CONDUCTORES

Los conductores serán suministrados adecuadamente protegidos contra daños o deterioros que puedan ocasionarse durante su manipulación.

Excepto en los casos que expresamente se indique lo contrario, las bobinas serán de madera según norma UNE 21045.

La longitud de la bobina será la indicada por El Cliente para cada obra, y en su defecto la longitud de bobina estándar para cada conductor. Se admite una tolerancia de -0% +2% en la longitud de la bobina.

La masa bruta y neta, la tara, la longitud (o longitud y número de piezas, si se acuerda que se suministren en la misma bobina longitudes distintas de conductor), la designación, y cualquier otra identificación necesaria será marcada convenientemente en el interior del embalaje. Esta misma información, junto el número de pedido, el número de serie de fabricación y todas las marcas de expedición y cualquier otra información, aparecerá en la parte externa del embalaje.

7.2 HERRAJES Y ACCESORIOS

Los herrajes y accesorios serán del tipo indicado en el proyecto. Estarán todos galvanizados, y deberán cumplir las Normas UNE 21009, UNE 207009 y UNE-EN 61284.

Los herrajes y accesorios serán suministrados junto con las indicaciones necesarias para el correcto montaje.

7.3 AISLADORES

Los aisladores de vidrio cumplirán la norma UNE 60305.

7.4 APOYOS DE CELOSÍA

Los apoyos de celosía serán metálicos, constituidos por perfiles angulares de lados iguales galvanizados en caliente por inmersión, de acero S275JR (antiguo AE275B) y S355J0 (antiguo AE355C), según norma UNE 10025, preparados para organizar en celosía. Las uniones estructurales se realizarán mediante chapas y tornillos de calidad 5.6 según norma UNEEN 20.898-1.

Los elementos que integran los apoyos, montantes, diagonales, cubrejuntas, crucetas, cartelas, etc., se suministrarán en paquetes.



Los paquetes estarán formados por conjuntos de elementos de modo que se puedan intercambiar con apoyos del mismo tipo, como:

- Cabeza
- Tramos
- Anclajes

El empaquetado se realizará de forma que los elementos queden protegidos y su manejo resulte seguro.

Cada paquete irá acompañado de su correspondiente lista de materiales.

Por cada apoyo distinto, se suministrará el correspondiente plano de montaje.

La tornillería correspondiente a cada paquete anteriormente citado se embalará en caja de madera o bidón de plástico. Dentro de estos recipientes se dispondrán bolsas en las que se agruparán la tornillería por medida.

7.5 TRANSPORTE DE MATERIAL

Tanto para el transporte como para la carga y descarga, se utilizarán vehículos y grúas adecuadas (con su correspondiente marca CE y la ITV en regla), teniéndose especial cuidado en la distribución de la carga sobre el camión, así como en su colocación y afianzamiento, utilizando la madera necesaria a fin de evitar posibles pandeos, golpes, arañazos, etc. de los materiales.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de materiales largos con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

7.6 ACOPIO DE MATERIAL

Todos los materiales se dejarán separados del contacto con el terreno, por medio de calzos de madera. En todos los casos, se colocaran en nº suficiente para evitar el pandeo del material durante su almacenaje.

El almacenamiento y protección ambiental de aquellos materiales equipos que pudieran verse afectados por las condiciones externas o climatológicas, se realizará en cada caso en las condiciones más favorables para su conservación.

Se revisará el material en el almacén con el objeto de detectar faltas de material, defectos en el material o deterioros del mismo para evitar retrasos posteriores y poder realizar su solicitud de suministro a tiempo. Se emitirá un documento de recepción de materiales, en el que figuren:



- Los materiales y unidades de proyecto a recepcionar en cada tipo de obra.
- Las condiciones de recepción de cada material o
- El resultado de la revisión, indicando "si" procede o "no" procede su aceptación.
- Observaciones donde se indiquen los motivos de la no aceptación.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones termorretráctiles de modo que se garantice la total estanqueidad del extremo del cable.

7.7 APERTURA DE ACCESOS

La necesidad de apertura de accesos a los lugares de trabajo, acopio e instalación viene dada por los siguientes condicionantes:

Los parámetros que van a definir el diseño de los viales son los siguientes:

- Máximo aprovechamiento de los viales existentes.
- Mínima longitud de viales a construir.
- Mínima pendiente de trazado.
- Mínimo ancho de viales.
- Mínimo movimiento de tierras.

Cuando en el proyecto esté contemplada la creación o adecuación de accesos, éstos serán ejecutados por el contratista siguiendo el trazado definido en los planos. Cualquier propuesta de cambio debe ser informada y validada por El Cliente.

El Cliente podrá exigir la mejora, adecuación o conservación de pasos y caminos existentes, o la creación de nuevas vías de acceso (aun no estando contempladas en el proyecto de la instalación), diseñadas en las condiciones técnicas y de seguridad exigidas en este pliego.

Se adoptarán las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Todos los accesos utilizados deberán ser restaurados a su estado inicial, retirando a vertedero autorizado todos los materiales de nueva aportación y procediendo a siembra de especies vegetales si es necesario para una correcta restauración. En caso de que para la ejecución del acceso sea preciso realizar explanación, toda la tierra extraída se reservará en un lugar adecuado de acopio, a efectos de reponerla una vez que el acceso no sea necesario para la construcción.



7.8 ARMADO DE APOYOS

Todos los elementos del apoyo irán colocados de acuerdo con los planos de montaje suministrados por el fabricante.

Se utilizará la tornillería indicada en los planos de montaje y la rosca de los tornillos sobresaldrá de la tuerca entre 4 y 9 mm.

Para el apriete de los tornillos se utilizarán herramientas adecuadas y en buen estado, quedando prohibido el empleo de punteros y escariadores para agrandar taladros. Se prohíbe expresamente la colocación de tornillos a golpe de martillo, pudiéndose utilizar el puntero solo para hacer coincidir los taladros de las piezas.

Las cabezas de los tornillos deberán quedar perfectamente asentadas sobre los perfiles que unan.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

Se comprobará que los montantes quedan perfectamente alineados con respecto a los anclajes y entre sí.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante llaves dinamométricas.

Se consideran los pares de apriete siguientes:

- Tornillo m-12 3 dan $\pm 10\%$
- Tornillo m-16 7 dan $\pm 10\%$
- Tornillo m-20 14 dan $\pm 10\%$
- Tornillo m-22 18 dan $\pm 10\%$

Los tornillos deberán sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse según se indica:

- Tornillo m-12 1 punto de graneteado.
- Tornillo m-16 2 puntos de graneteado.
- Tornillo m-20 y superior 3 puntos de graneteado.

Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior del apoyo y sus peldaños en las zancas 4 y 8.

El armado, bien por tramos o por apoyo completo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal de manera que el tramo o apoyo completo quede perfectamente nivelado sobre calces de madera a fin de evitar cualquier tipo de deformación.



Los calces serán de madera perfectamente aserrada, con unas dimensiones mínimas de 50 cm de longitud y 25 cm de ancho. Dichos calces se colocarán a una longitud máxima entre sí de 5 m.

Cuando el izado del tramo o apoyo, por su volumen o dimensiones, precise de arriostamiento, éste se realizará por medio de puntales de madera o metálicos, previamente diseñados y preparados al efecto, a fin de evitar posibles deformaciones.

7.9 IZADO DE APOYOS

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Los estrobos o eslingas a utilizar serán los adecuados para el peso a levantar, llevando impresa la carga máxima soportada, y estarán protegidas para no producir daños en los apoyos.

El izado de los apoyos metálicos se realizará habitualmente por medio de cabrestante/pluma o grúa; cuando se utilice cualquier otro procedimiento diferente a los indicados deberá ser autorizado previamente por el Director de Obra.

No podrá iniciarse el izado de los apoyos durante los 5 días siguientes a su hormigonado.

Sea cual sea el procedimiento de izado, no se podrán causar daños a las cimentaciones y no se someterá a las estructuras a esfuerzos para las que no estén diseñadas.

No se permitirá el graneteado de los tornillos hasta que el apoyo este totalmente izado (salvo las puntas de cruceta). Una vez se encuentren correctamente apretados:

- Tornillo M-16 e inferior..... 2 puntos de graneteado
- Tornillo M-20 y superior..... 3 puntos de graneteado

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

El método de izado de apoyos podrá ser:

7.9.1 Izado con pluma y cabrestante

El izado mediante pluma y cabrestante, se realizará conforme a los siguientes

Requisitos:

- Comprobación del estado de los diferentes tramos de la pluma cada vez que ésta se utilice.



- El cable de bajada al cabrestante se deslizará verticalmente pegado a la pluma, colocándose una polea de reenvío en la base de la pluma o del apoyo.
- El cabrestante deberá estar correctamente anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramo del apoyo que se esté izando.
- Una vez izada la pluma, se dispondrán los vientos adecuados a los esfuerzos a que vaya a ser sometida y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido diseñada.

Los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje debidamente diseñados y colocados, intercalando "Pull-Lifts" o "Tracteles" para su regulación. No se fijarán los vientos directamente a los montantes del apoyo. En aquellos casos en que la pluma se suspenda del apoyo, la fijación o amarre de los estrobos se realizará en aquellos puntos de los montantes que dispongan de recuadro o arriostamiento interior y se encuentren previamente montados. El peso máximo a suspender no sobrepasará los límites indicados por el fabricante. El ángulo máximo entre el eje de la pluma y los estrobos de suspensión de la misma no superará los 45°.

7.9.2 Izado con grúa

El izado con grúa se realizará conforme a los siguientes requisitos:

- Solamente podrá utilizarse grúa cuando las condiciones del terreno lo permitan.
- Los apoyos se estorbarán de los puntos expresamente señalados y con cartelas suplementarias fabricadas al efecto.
- La estructura se arriostará correctamente en sus zancas y puntos propensos a deformaciones.
- Se utilizará una grúa auxiliar para suspender el apoyo por su base, de manera que las zancas no puedan hacer en ningún momento palanca sobre el terreno.
- Las grúas se asentarán sobre terreno firme y colocando los elementos auxiliares necesarios para lograr la correcta distribución de la presión sobre el terreno.
- Las grúas deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras.
- Deberán llevar en lugar visible, la placa de características y marcado CE.
- No se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados. En situaciones excepcionales, en las que sean imprescindible su uso, el Contratista adjudicatario tomará las precauciones necesarias para reducir los riesgos al mínimo, recogiendo las medidas a adoptar en el Plan de Seguridad de la obra, el cual deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad.

Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluyan como mínimo el limitador de carga, el cual se prohíbe expresamente anular.



7.9.3 Izado por otros procedimientos

Podrá realizarse el izado de apoyos por cualquier otro procedimiento diferente a los anteriormente descritos con la autorización del Director de Obra.

7.10 CIMENTACIÓN DE APOYOS

7.10.1 Excavación

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el Proyecto y nunca serán inferiores a las especificadas por el fabricante. Las paredes de los hoyos serán siempre verticales.

Se tomarán las disposiciones convenientes para dejar durante el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Se protegerán y señalizarán debidamente con malla naranja de delimitación a 2 m del borde del hoyo mientras estén abiertas, cubriéndose si fuese necesario.

El fondo de la excavación se limpiará de restos de tierra y se compactará de forma previa a la ejecución de la solera.

Las excavaciones se realizarán con los útiles y maquinaria apropiada según el tipo de terreno. Normalmente se utiliza una pala mecánica con cuchara retroexcavadora provista de martillo rompedor o similar.

En terrenos rocosos, además del martillo compresor, puede ser necesario el uso de explosivos. Se deberá obtener los permisos para su utilización y deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten materiales al exterior que puedan provocar accidentes o desperfectos.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado sin afectar a terceros, procurando hormigonar después y lo más rápidamente posible para evitar el desprendimiento en las paredes del hoyo, lo que aumentaría las dimensiones del mismo y el hormigón necesario.

En el caso anterior, en la hipótesis de encontrar terrenos blandos será necesario entibar y/o encofrar la excavación. Para ello se aumentará el ancho de la excavación en el espesor de las entibaciones.

Se tendrá en cuenta en todo momento el condicionante que sobre las dimensiones tiene el tipo de terreno y la sustentabilidad del mismo, pudiendo condicionar esto, además de las dimensiones de la cimentación, la realización de escolleras, muros de contención y el uso de elementos auxiliares para asegurarlas.

En caso de considerarse la instalación de pernos, por dificultades que pudiesen surgir en la ejecución de las excavaciones y para asegurar las cimentaciones, el número y dimensiones de los mismos serán definidos en el Proyecto Simplificado.

Los agujeros se perforarán con la maquinaria adecuada, por percusión o por rotación, ajustándose a la profundidad y diámetro indicados.



7.10.2 Hormigonado

Por norma general se usará hormigón de fabricación en planta, la dosificación mínima será de 200 Kg/m³ y resistencia mecánica mínima de 200 Kg/m².

El tiempo de llegada del hormigón a obra no ha superado las 2 horas desde su salida de planta.

En casos excepcionales se usará hormigón fabricado "in situ", siendo la dosificación mínima de cemento de 350 Kg/m³, con la siguiente composición:

- 200 Kg. cemento P-350
- 1.350 Kg. grava tamaño ≤ 40 mm
- 675 Kg. arena seca
- 180 l de agua limpia.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

El amasado del hormigón se hará preferiblemente en hormigonera o en su defecto sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúe a mano, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Arena

La arena puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespatos.

Piedra

La piedra podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm. Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

Cementos

El cemento será de tipo Portland P-350°. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas. Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

Productos químicos

La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de El Cliente que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial



Será necesaria, de forma previa al hormigonado, la comprobación de las inclinaciones y nivelación de los anclajes del apoyo.

En el vertido se apisonará y vibrará el hormigón con la maquinaria adecuada con el objeto de eliminar las coqueas que pudieran formarse.

No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse la cimentación antes de su finalización, se introducirán un mínimo de 6 barras de acero corrugado con una separación de 50cm entre ellas y a 1m de profundidad, protegiéndose con setas para evitar su deterioro.

Antes de proceder de nuevo al hormigonado se levantará la concha de lechada, con cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego el cepillo de alambre con agua; más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

En tiempo de heladas, se cubrirá durante toda la noche los cimientos que estén fraguando por medio de sacos de yute o papel.

Las peanas se realizarán con el mismo hormigón utilizado en las cimentaciones y sobrepasarán el nivel del terreno en 10 cm. como mínimo en terrenos normales y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior del macizo estará terminada en punta de diamante para conformar el vierteaguas, basándose en mortero rico en cemento, con una pendiente mínima de un 10%.

Se tendrá la precaución de dejar embutidos por lo menos 2 tubos de 30 mm. De diámetro por anclaje para poder colocar los cables de tierra del apoyo. Estos conductos deberán salir, perpendiculares a la cara de la cimentación, a una profundidad mayor de 30 cm por la parte inferior del macizo y junto a la arista del montante elegido para realizar la conexión de tierra en la parte superior de la cimentación.

7.11 REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes de la excavación, así como los restos de material sobrante deberán ser retiradas a vertedero autorizado.

7.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos deben quedar puestos a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el Proyecto y Reglamento sobre Condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Los sistemas de puesta a tierra utilizados son:

- Sistema mixto de picas y anillos, los cuatro montantes quedarán unidos mediante cable de cobre o acero en anillo perimetral del mismo tipo de cable, situado a una distancia de 1 metro de los montantes y enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, el cual se unirá



solidariamente a cuatro picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en puntos del anillo diametralmente opuestos.

- Mediante una pica de cobre de 14 mm de diámetro y 2,00 m de longitud hincadas verticalmente en el terreno en apoyos monobloque y tetrabloque.

Los elementos de unión de los electrodos con el anillo o con los cables de PAT del apoyo deberán presentar la resistencia mecánica y contra los agentes externos (corrosión) suficiente para garantizar la conexión y durabilidad. Las soldaduras, si son precisas, serán aluminotérmica o similares.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de la red de tierras con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los electrodos.

Una vez instalado el sistema de tierras se repondrá el terreno a su estado original.

7.13 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES

7.13.1 Tendido de conductores

En este apartado se establecen una serie de instrucciones generales útiles para el correcto manejo y tendido de los cables desnudos.

Así mismo también se indican unas exigencias sobre el tratamiento que estos cables deben recibir desde que salen de la fábrica hasta que son instalados y puestos en servicio.

Se deberá proceder, durante las diversas operaciones, en términos máximos de orden y limpieza con el fin de evitar accidentes y dar una máxima eficiencia a los trabajos. Al final de la jornada se retirarán todos los materiales, maquinaria y útiles que sean posibles, por tanto, no deberán existir en el aérea de trabajo estos elementos, si no van a ser usados durante la jornada de trabajo.

El comienzo de los trabajos de tendido de los conductores y cables de tierra, será como mínimo de veintiocho (28) días después de la terminación del hormigonado de los apoyos.

Los caminos de acceso a los apoyos, serán preferentemente los utilizados durante la obra civil.

7.13.2 Manejo de bobinas

Como norma general:

Las bobinas nunca se dejen caer al suelo

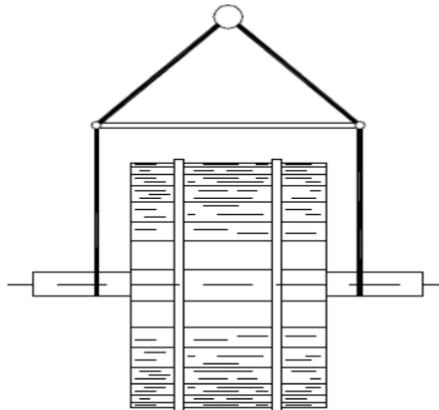
Si esto ocurre, se revisará los posibles daños al cable y se tomará datos de la incidencia ocurrida.

Una lesión al cable no detectado antes de su instalación, puede reducir la vida útil del cable.



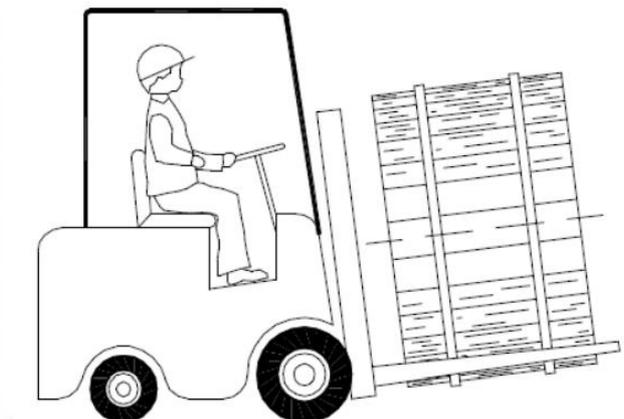
7.13.2.1 Izado mediante grúa

Para el proceso de suspender la bobina, debe introducirse un eje o barra adecuados, que pase por el orificio central de los platos. Las cadenas o estrobos de izado no deberán presionar contra los platos laterales de la bobina al quedar ésta suspendida, por lo que el útil que se utilice deberá poseer un separador de mayores dimensiones que el ancho de la bobina.



7.13.2.2 Izado y transporte mediante carretilla elevadora

La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.

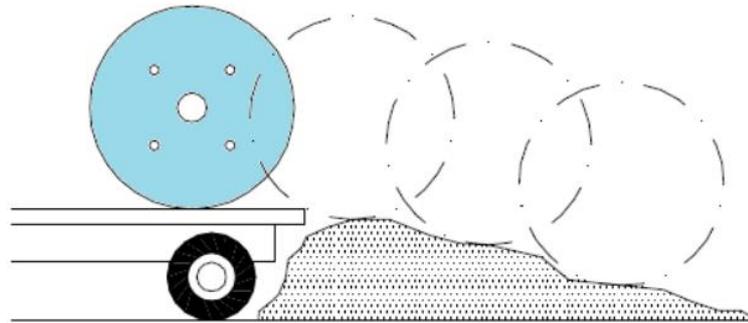


Carga y descarga del camión o plataforma de transporte. La carga y descarga de la bobina al camión o plataforma, debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina, ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado.



También es totalmente inadmisibles dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena



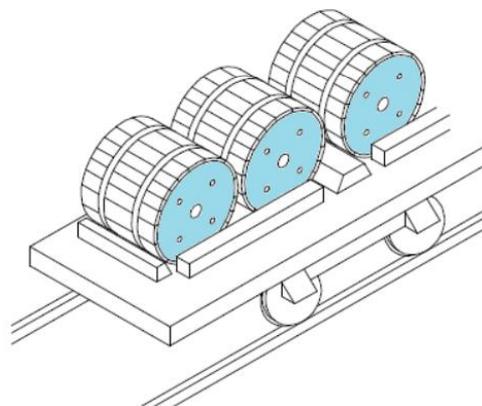
La descarga de la bobina sobre el terreno para el tendido del cable debe hacerse sobre suelo liso y de forma que la distancia a recorrer hasta la ubicación definitiva de la bobina para el tendido sea lo más corta posible.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

7.13.2.3 Transporte mediante camión o plataforma de transporte

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales.

Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.



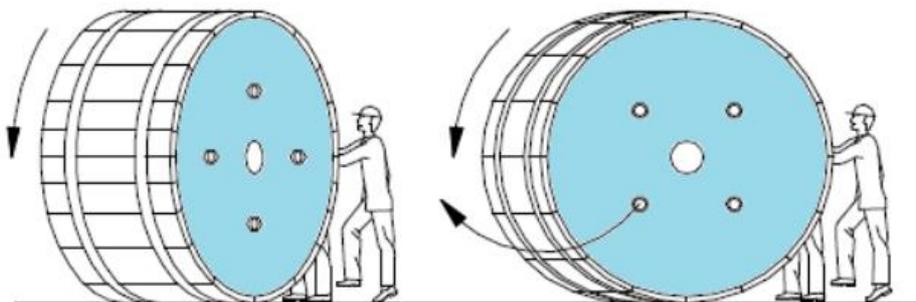


7.13.2.4 Rodadura sobre el suelo

Hay que evitarla en lo posible, y sólo es aceptable para recorridos cortos. Para desplazar la bobina por el suelo haciéndola rodar, los suelos deben ser lisos y el sentido de rotación debe ser el mismo en que se enrolló el cable en la bobina al fabricarse. Normalmente, en los platos de la bobina se señala con una flecha el sentido en que debe desenrollarse el cable; sentido contrario al de rodadura de la bobina por el suelo.

De no haber indicación hay que hacerla rodar en sentido contrario al que sigue el cable para desenrollarse; de esta forma se evita que el cable se afloje.

Si es necesario revirar la bobina en algún momento, se empleará un borneador que, apoyado en uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar con el suelo cuando gira la bobina, la impulsa hacia el lado contrario.

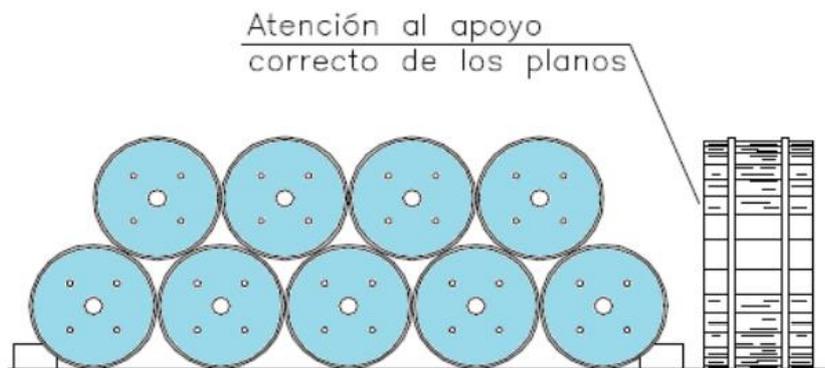


7.13.2.5 Apilado de bobinas

Hay que evitarlo en lo posible, especialmente sobre suelo blando.

Las bobinas con cable de poco peso y de las mismas dimensiones pueden almacenarse en línea con la parte convexa de los platos en contacto y con una segunda línea sobre la primera. En este caso los platos de las bobinas de la fila superior deben descansar justamente sobre los platos de las bobinas de la fila inferior, pues de lo contrario podrían romperse las duelas dañando la capa exterior del cable. No deben apoyarse los platos contra el cable ya que en este caso podríamos ocasionar deformidades o daños en el cable de imprevisibles consecuencias, si no son detectadas antes de su instalación

Asimismo, deben calzarse adecuadamente las bobinas extremas de la fila inferior para que no se separen, debido al peso de las bobinas de la fila superior.



7.13.2.6 Almacenamiento a la intemperie

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues la madera puede deteriorarse considerablemente (especialmente los platos), lo que podría causar importantes problemas durante el transporte, elevación y giro de la bobina durante el tendido.

Como se ha comentado en el apartado anterior, el almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí.

Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

7.13.2.7 Ubicación de la bobina

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud posible del cable.

Una vez ubicada la bobina, se procederá a colocarla en el elemento de elevación adecuado, gatos o alza bobinas y que deberán disponer de una base de apoyo suficientemente dimensionada para garantizar la estabilidad de la bobina durante el tendido, para que gire sin problemas y teniendo en cuenta las flechas de giro marcadas en los platos, si esta marca no existe, el cable deberá salir por la parte superior de la bobina hacia el punto de instalación.



7.14 COLOCACIÓN DE LAS CADENAS DE AISLADORES

La manipulación de los aisladores se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación o montaje se hará de tal manera que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no se sometan a esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación de los aisladores queden bien colocadas, abiertas, y de forma que su extremo pueda verse desde la torre.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores se colocarán de forma que facilite la inspección desde el apoyo (tuercas y pasadores mirando hacia el apoyo).

En cualquier caso, el montaje se realizará conforme a los planos suministrados.

Se deberá tener especial cuidado en dar los pares de apriete indicados en los planos.

7.15 TENDIDO DE CONDUCTORES

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables.

Tanto el cabrestante como el freno deberán ser anclados sólidamente para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento. Ambas máquinas deberán disponer de puesta a tierra en prevención de posibles descargas eléctricas sobre los conductores que se están tendiendo.

Se colocará la maquinaria de tiro y freno sobre una malla equipotencial colocada a tierra en sus cuatro extremos y unida a su vez a la propia maquinaria mediante latiguillo de cobre. Se dispondrá un perímetro señalizado de al menos 1,5 m en torno a dicha malla con sendas alfombras aislantes en las zonas de acceso a su interior de 2 m de longitud mínima.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre las poleas.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño del conductor, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Se elegirán las tiradas de cable de forma que en ningún caso queden empalmes en vanos.

El cable se sacará de las bobinas mediante el giro de las mismas.



El despliegue de los cables se realizará con máquina de frenado para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, árboles u otros obstáculos.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar los posibles deterioros.

Las bobinas, como se ha comentado, se situarán alineadas con la máquina de freno, traza de la línea y cabrestante. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 21° (dos veces y media la altura de la torre en terreno llano).

La máquina de freno no deberá anclarse en ningún apoyo ni cimentación y deberá estar alineada con la fase que se tienda.

La tracción de tendido de los conductores será como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales a una altura suficiente, debiendo mantenerse constante durante el tendido de todos los cables. El valor máximo de esta tracción será el 70% de la necesaria para colocar los cables en flecha o el marcado como límite.

Se podrá tender como máximo tres bobinas por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de tiro. La unión del cable entre bobinas se realizará por medio de camisas de punta y manguito giratorio.

Si se producen roturas de venas en los cables de aluminio, sobre cinco hilos o menos del conductor, se montarán varillas de reparación. Cuando la rotura de hilos sea mayor de cinco y menor del 25% del nº total de hilos de aluminio, la reparación podrá hacerse mediante un manguito de reparación comprimiéndolo sobre el trozo averiado o seccionando el cable para hacer un empalme completo; todo ello, previa autorización de El Cliente.

7.15.1 Equipo de tendido

El equipo para el proceso de tendido de los cables desnudos estará compuesto por máquina de frenado, poleas, cables piloto, cabrestante, equipos de compresión, mordazas, ranas, tiraderas, aparejos, poleas reenvío, etc.

7.15.1.1 Poleas

La superficie de la garganta de las poleas será lisa, exenta de porosidades, rugosidades y canaladuras.

Las gargantas de las poleas deberán estar íntegramente recubiertas de una capa de neopreno, para evitar el daño que el piloto de acero pudiera ocasionar en la superficie de la garganta, que arañaría posteriormente al cable de aluminio.

El diámetro interior de la polea será como mínimo 20 veces mayor que el del conductor.

Para cables de Fibra Óptica se aplicarán las especificaciones del fabricante del mismo.



La profundidad de la garganta será como mínimo un 25% superior al diámetro del cable.

Las paredes de la garganta tendrán una pendiente, como mínimo, de 15° sobre la vertical, debiendo tener los bordes biselados.

El radio de la base de la garganta será, como mínimo, un 10% superior al radio del cable.

En general, en cuanto a dimensiones y reglas constructivas de las poleas, deberán cumplir con la Norma UNE 21.100.

Cada polea estará montada sobre rodamientos blindados y auto lubricados. Si no es así, llevarán dispositivos adecuados para engrase.

Las armaduras estarán dispuestas de forma que no puedan existir rozamientos entre éstas y las poleas y dispondrán de protecciones que eviten daños en el cable por descarrilamiento.

Cuando se utilicen cuadernales (conjunto de poleas sobre el mismo bastidor), se dispondrá de separadores entre poleas, de forma que la distancia entre centros de gargantas no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable. Se deberá comprobar que el cierre del cuadernal está dotado de un sistema que impida su apertura accidental.

7.15.2 Pull-lift

Los pull-lift empleados para regular y hacer amarres en altura tendrán una capacidad de mínima de trabajo de 6.000 kg.

7.15.3 Cables piloto

Deberán ser flexibles y anti giratorios, montando además, sobre ellos bulones de rotación para compensar los efectos de torsión.

7.15.4 Cables de atirantado y arriostrado

Deberán de ser de acero galvanizado de 6x37+1 con una resistencia específica de alambre de al menos 180 kg/mm². Se emplearán como mínimo los siguientes diámetros:

- Atirantado de apoyos a muertos, cable de 20 mm de diámetro y carga de rotura 190 kN.
- Atirantado de conductores a muertos, cable de 18 mm de diámetro y carga de rotura de 155 kN.
- Atirantado de conductores a crucetas, cable de 18mm de diámetro forrados y carga de rotura de 155 kN.



7.15.5 Equipos de compresión

Los equipos de compresión necesarios y sus matrices correspondientes deberán cumplir los requerimientos del fabricante de los accesorios de compresión.

Deberán cumplir con lo estipulado en el R.D. 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor.

7.16 TENSADO Y REGULADO

7.16.1 Tensado

Es la operación que consiste en poner en su flecha aproximada los cables de la serie.

Antes de proceder al tensado de los conductores, las torres de amarre y sus crucetas deberán ser venteadas de forma adecuada.

El tensado se realizará con la maquinaria adecuada (Cabestrante y Máquina de freno descritos en el punto 3), que deberá ser colocada, siempre que sea posible, de manera que se limite el ángulo máximo de tiro del cable con la horizontal a 21° (dos veces y media la altura de la torre en terreno llano).

Previamente a poner en flecha los conductores, éstos se amarrarán en uno de sus extremos, por medio de las cadenas correspondientes.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un mínimo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el acoplamiento de los mismos.

En las torres, cuando proceda se ventearán las crucetas al cuerpo de la torre.

7.16.2 Regulado

Una vez transcurridas las 48 horas, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las tablas de tendido.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos se le denominará "Serie".

En la documentación constructiva de la obra se fijará para cada serie, los vanos de regulación y comprobación que estime oportunos, así como las flechas que han de medirse en los mismos.

Dependiendo de la longitud de la serie, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- 1 vano de regulación.
- 1 vano de regulación y 1 vano de comprobación.
- 1 vano de regulación y 2 vanos de comprobación.
- 2 vanos de regulación y 3 vanos de comprobación.



No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar.

7.16.3 Engrapado y colocación de herrajes complementarios

En la operación de engrapado se utilizarán herramientas no cortantes para evitar daños en los cables de aluminio.

7.16.3.1 Grapas de suspensión

En las líneas de cable único por fase, se marcará el cable en el punto de tangencia con la polea en todas las cadenas de suspensión de la serie. La marca se hará de forma que no se borre ni dañe el conductor.

El marcado de cada fase, se realizará simultáneamente, evitando cualquier diferencia de temperatura y se desarrollará de forma inmediata al regulado.

En las líneas con conductores en haces múltiples, primeramente se igualarán los cables del haz entre sí, tomando como referencia en cada vano el cable más tensado y una vez igualados se marcarán lo mismo que en el caso de cable único por fase.

La suspensión de los conductores se hará por medio de útiles adecuados para evitar daños al conductor.

El apriete de los tornillos en grapas de estribos (GS) se realizará de forma adecuada y alternativa para conseguir una presión uniforme, evitando que la grapa pueda romperse por esfuerzos de flexión. En el caso de grapas de suspensión armadas (GAS), se pondrá especial cuidado en el montaje de las gomas y las varillas, de forma que el conjunto quede perfectamente centrado y ninguna varilla remontada.

Si hubiera alguna dificultad para encajar algún elemento de los herrajes, éste no podrá ser forzado ni golpeado y se cambiará por otro, devolviendo el defectuoso al almacén.

Simultáneamente a la operación de engrapado, se instalarán las varillas de protección preformadas si fuera preciso, en el caso de grapas de estribos.

En el caso de que fuera necesario desplazar la grapa de estribos sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes. Primeramente se suspenderá el conductor y después se aflojará la grapa, corriéndola a mano hasta donde sea necesario.

En el caso de grapas de suspensión armadas, se procederá al desmontaje de la misma, poniendo especial cuidado en no dañar las varillas para su reutilización.

7.16.3.2 Grapas de amarre

Una vez engrapadas las cadenas de suspensión de la serie, se procederá a efectuar el de las cadenas de amarre, tras lo cual se comprobarán nuevamente las flechas de los vanos de regulación y comprobación.



Las cadenas de amarre para fases múltiples dispondrán de alargaderas regulables, que permitirán corregir en Protocolo los defectos de regulado de los conductores.

La compresión de las grapas se ajustará a las instrucciones facilitadas por el fabricante.

La "derivación" de unión de la grapa de amarre con el puente donde se establece el contacto eléctrico, se entregará cubierta con una goma especial, que no se deberá quitar hasta el momento del montaje de los puentes.

7.17 TOLERANCIAS EN EL TENDIDO

7.17.1 Montaje de puentes

El montaje de puentes en apoyos de amarre se realizará de forma que la distancia medida en vertical desde la punta de cruceta hasta el conductor del puente sea de 1,6 metros. Se aceptará una tolerancia en el montaje de +/- 5cm.

7.17.2 Tolerancias en flechas

La medición de las flechas se realizará con aparatos topográficos de precisión debidamente calibrados y de acuerdo a la norma UNE 21.101 "Método para la medición en el campo de las flechas de los conductores o cables de tierra".

Se acepta durante el montaje, la utilización del "método de tablillas", reservándose el derecho de pedir las comprobaciones que se estimen convenientes, por otro método aceptado por la buena práctica.

Los errores admitidos en las flechas de los conductores y cables de tierra serán:

Para cada cable independiente:

- En los vanos de regulación y comprobación, $\pm 2\%$ de la flecha teórica con un máximo de ± 50 cm.
- En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20.

Para el conjunto de los cables:

Tanto en el plano vertical como en el horizontal, respecto a los de su plano $\pm 2\%$ de la flecha teórica, con un máximo de ± 50 cm.

Haces de conductores (dúplex):

La diferencia de flechas entre los sub-conductores situados en el mismo plano horizontal no será superior al diámetro del cable.



7.18 CONTROLES DE CALIDAD

7.18.1 Hormigón

Se realizarán probetas de hormigón cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. De altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión cuando sea requerido por el Director de Obra.

Éstas serán ensayadas en laboratorio autorizado.

Una vez estudiados los resultados y si no superan los criterios de aceptación del presente pliego o del Director de Obra, el Contratista tomará a su cargo la demolición y ejecución de nuevo de las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

7.18.2 Anclajes

Será necesaria la comprobación de las inclinaciones y nivelación de los anclajes del apoyo antes del izado.

7.18.3 Apoyos

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior al 0,2% de la altura del apoyo. Esta comprobación se realizará mediante métodos topográficos.

Se comprobarán la linealidad de las barras, fundamentalmente los montantes, no permitiéndose una flecha superior al 2% de su longitud.

No se permitirá hacer o agrandar taladros, quitar rebabas, enderezar barras o cortar a ingleses.

7.18.4 Puesta a tierra

Antes de la puesta en funcionamiento de la instalación se comprobará que el valor de la resistencia en todos los apoyos se ajusta a lo especificado en el R.D. 223/2008 y a los criterios de El Cliente, y si no fuera así, se procederá a la mejora de la puesta a tierra con otras disposiciones (anillos perimetrales y/o antenas y picas, o perforaciones profundas), cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de difusión a tierra del apoyo hasta alcanzar los valores preestablecidos.

7.18.5 Medidas de resistencia de puesta a tierra

La medida de resistencia de puesta a tierra (P.A.T.) consiste en obtener, mediante el instrumento adecuado, los valores resistivos de todo el conjunto de picas, anillos y picas en antena que componen la PAT de cada apoyo de una línea.



Según se determina en el mismo, la medida de la P.A.T. de los apoyos de las líneas que dispongan de conductor de tierra (cable de guarda) o F.O. se realizará mediante telurómetro de baja frecuencia si se desconecta la PAT del apoyo, uniendo las diferentes conexiones del anillo de tierra entre sí. Se admite la medida de la PAT sin desconectar si se realiza mediante un telurómetro de alta frecuencia.

Para apoyos sin cable de tierra o F.O., no es necesario desconectar la PAT para realizar la medida con un telurómetro de baja frecuencia.

7.18.6 Medida de tensiones de paso y contacto

Para la medición de la tensión de contacto aplicada deberá usarse un método por inyección de corriente.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes vagabundas o parásitas circulantes por el terreno. En cualquier caso la corriente inyectada no será inferior a 50A.

Las mediciones se realizarán según se indica en el R.D. 223/2008.

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Paseo de la Castellana,
52 Planta 1, Puerta derecha
28046 Madrid, España

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision

**PARQUE FOTOVOLTAICO
CAMPOS Y SU
INFRAESTRUCTURA DE
EVACUACIÓN**

SP.0068.2.M.GN.302-0A

**JUSTIFICACIÓN DE LA IMPOSIBILIDAD DE
QUE EL TRAZADO DE LÍNEA DE
EVACUACIÓN NO CRUCE ZONAS
FORESTALES**

MULA, MURCIA (ESPAÑA)

*Tabla 1.- Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
0A	03/05/2023	Emisión Inicial	JLS	JJP	JBM

Sevilla, mayo de 2023

El Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



CONTENIDO

1 OBJETO..... 4

2 JUSTIFICACIÓN DE LA IMPOSIBILIDAD DE QUE EL TRAZADO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN NO CRUCE ZONAS FORESTALES 4



1 OBJETO

El objeto del presente documento es presentar una justificación para acreditar que no existe alternativa a transitar por terrenos de uso forestal y modificación de la cubierta vegetal.

2 JUSTIFICACIÓN DE LA IMPOSIBILIDAD DE QUE EL TRAZADO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN NO CRUCE ZONAS FORESTALES

En la Resolución de 20 de diciembre de 2022, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto «Parque fotovoltaico Campos de 109,2 MWp y 84 MWn y su infraestructura de evacuación, en Mula y Campos del Río (Murcia)» se indica que *“La Subdirección General de Política Forestal, Caza y Pesca Fluvial de la Región de Murcia informa de que la planta solar se localiza en parcelas en donde existen zonas clasificadas como forestales sobre las que se deberá establecer una distancia de al menos 10 m con respecto al vallado y, de 30 m de distancia a seguidores, centros de transformación o edificios. Asimismo, indica que parte de la línea eléctrica afecta a suelos considerados forestales, por lo que, de acuerdo con la normativa vigente, para el cambio de uso forestal y modificación de la cubierta vegetal, el promotor deberá acreditar que no existe alternativa a transitar por estos terrenos ni a generar un paralelismo por esta infraestructura con líneas preexistentes de la misma naturaleza. A pesar de que el promotor señala que no existe otra alternativa posible, esta Subdirección General reitera que no queda justificado en todo caso la imposibilidad de otro trazado que cumpla los criterios antes señalados, que deberá acreditarse antes del inicio de las obras. En las zonas en las que la línea eléctrica sobrevuele terreno forestal, esta Subdirección General incluye la condición de proceder a la corta de arbolado para evitar que el contacto de árboles con los conductores genere incendios.”*

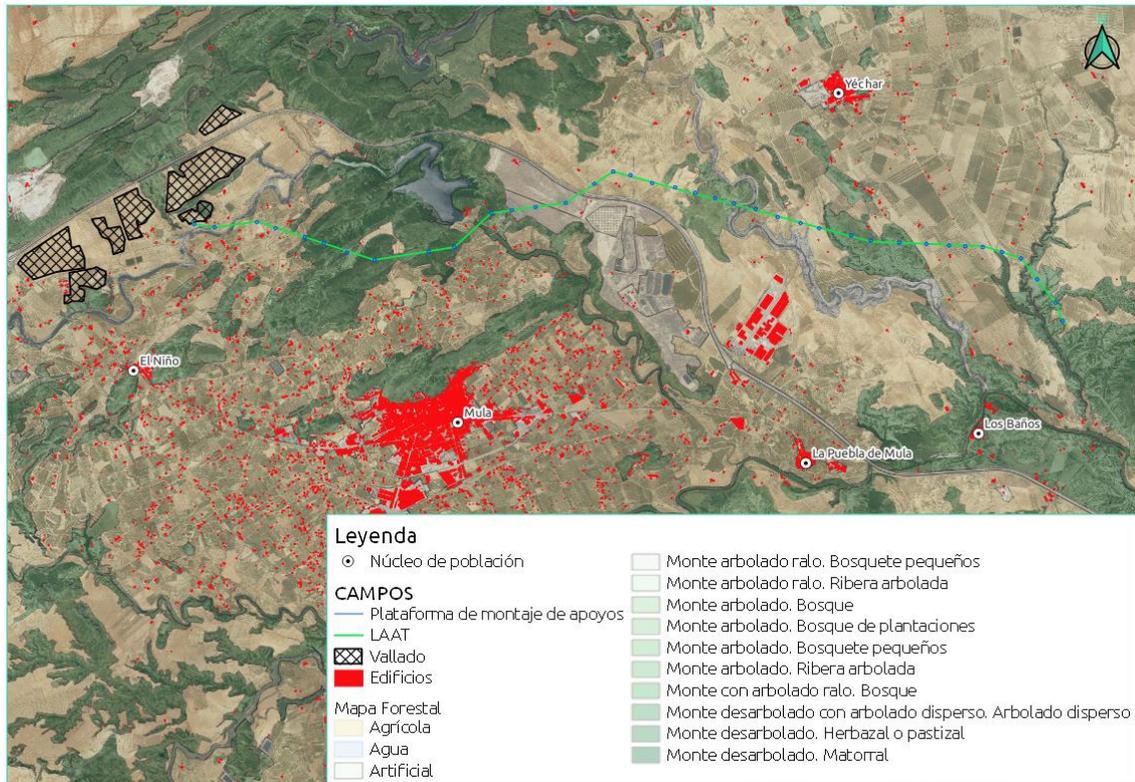
Si bien las distancias de 10 metros respecto a vallado y de 30 metros respecto a seguidores, centros de transformación y edificios ha sido considerada en el diseño final de la planta, se procede a justificar que la línea eléctrica proyectada inevitablemente debe cruzar zona forestal. En este sentido cabe señalar que la instalación de los apoyos se ha intentado llevar a cabo en las zonas desprovistas de vegetación.

El diseño del trazado ha sido proyectado procurando el trayecto más corto posible, lo que supone un menor número de apoyos, causando así la menores afecciones por despejes y desbroces o visibilidad. También se ha procurado afectar al menor número posible de parcelas y cultivos de la zona, cruzando de forma perpendicular los cauces para minimizar las afecciones a estas zonas. Asimismo se ha evitado zonas urbanas y edificaciones de la zona, respetando la distancia a viviendas.



En relación a la afección a la ZEC Ríos Mula y Pliego, tal y como se ha justificado anteriormente, es inevitable cruzar en algún punto estos cauces. No obstante, el trazado se ha diseñado para realizar los mínimos cruces posibles, siempre de forma perpendicular para causar una menor afección y separando los apoyos 100 metros como mínimo de esta figura de protección.

Figura 1.- Trazado de la línea de evacuación respecto a zonas forestales y viviendas.



El primer cruce con zona forestal se trata de una zona desarbolada, formada por matorral. Resulta inevitable cruzarla debido a su amplitud y para evitar otro tipo de afecciones como cercanía a viviendas sin recurrir a un trazado con una longitud mucho mayor cuya afección también sería mayor.

En la figura 2 se muestra el detalle de este cruce con la zona forestal desarbolada con matorrales y con las viviendas existentes (principalmente al sur del área forestal). Como se puede observar el trazado de la línea procura evitar en todo momento el cruce con viviendas, manteniendo, en la medida de lo posible una distancia de 100 metros a estas, coincidiendo toda la superficie donde no hay viviendas con el área forestal desarbolada. No obstante, al no haber arbolado la afección de la línea es mínima siendo necesarios desbroces únicamente para la instalación de los apoyos y algunos accesos a los mismos.

Según la “Resolución de 20 de diciembre de 2022, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto «Parque fotovoltaico Campos de 109,2 MWp y 84 MWn y su infraestructura de evacuación, en Mula y Campos del Río (Murcia)»”, donde se exige que se ubiquen las líneas de tres promotores formando un sistema general



de infraestructura único. Esta infraestructura única ya ha obtenido la autorización administrativa de construcción. Por lo que quedan justificados los pasos por zonas forestales entre el apoyo AP39 y la subestación colectora.

El tramo en triple circuito entre el apoyo AP39 y la subestación colectora Campos es el ya tramitado en el expediente PFOT-127, que cuenta con la aprobación de la autorización administrativa de construcción según la “Resolución de 18 de abril de 2023, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se otorga a Marpani Solar 6, SL, autorización administrativa previa y autorización administrativa de construcción para la planta solar «CSF El Molino», de 84,8 MW de potencia instalada, y su infraestructura de evacuación, y declaración, en concreto, de utilidad pública de la línea aéreo-subterránea a 132 kV «SET El Molino-SET Colectora Campos», en Mula y Campos del Río (Murcia).”.

Figura 2.- Primer cruce de la línea de evacuación con zona forestal (Apoyos 5 a 10)

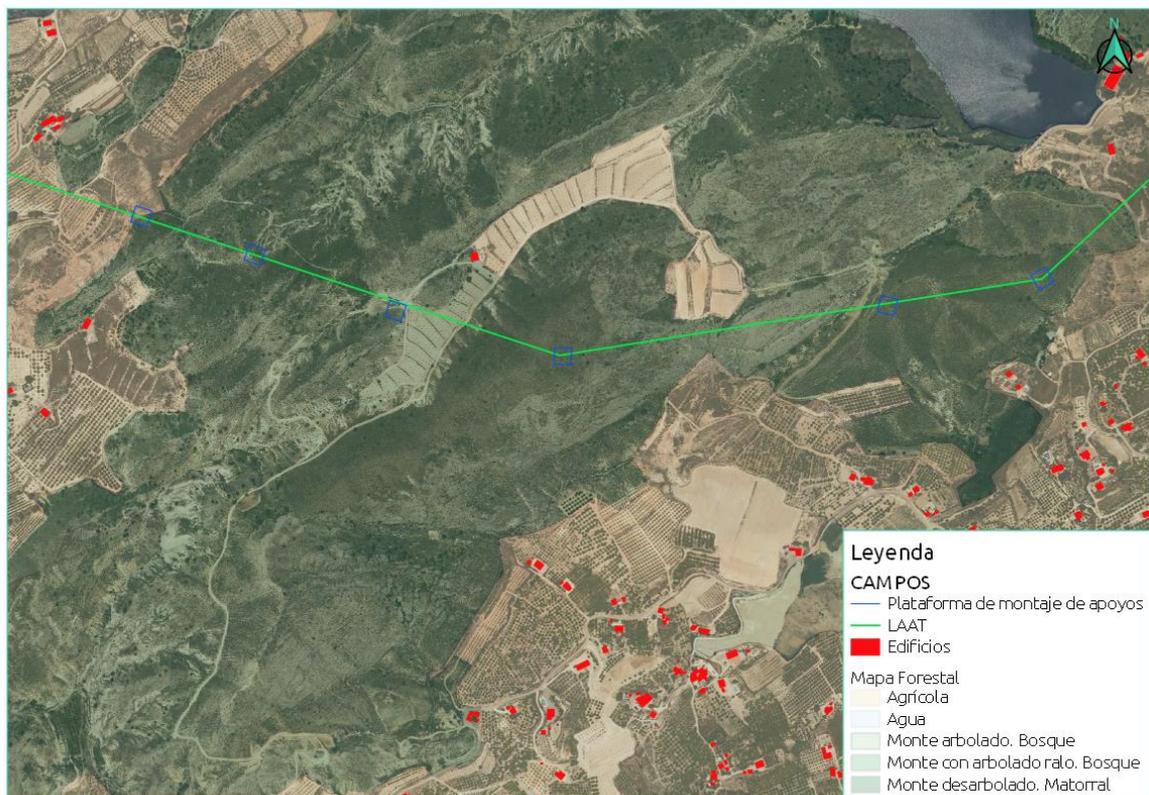


Figura 3.- Vegetación presente en la zona identificada en la Figura 2.



El segundo cruce con zona forestal consiste en el cruce con el río Mula. También se trata de una zona desarbolada donde la vegetación existente se limita al bosque de ribera asociado al río que no se verá afectado en ningún momento ya que tanto los apoyos como la altura del tendido eléctrico se separan lo suficiente para evitar afecciones. También se identifica una pequeña formación de pinares en el entorno de la presa que se evita al estar en el fondo de valle (ver figura 5).

Figura 4.- Segundo cruce de la línea de evacuación con zona forestal (Apoyo 11)

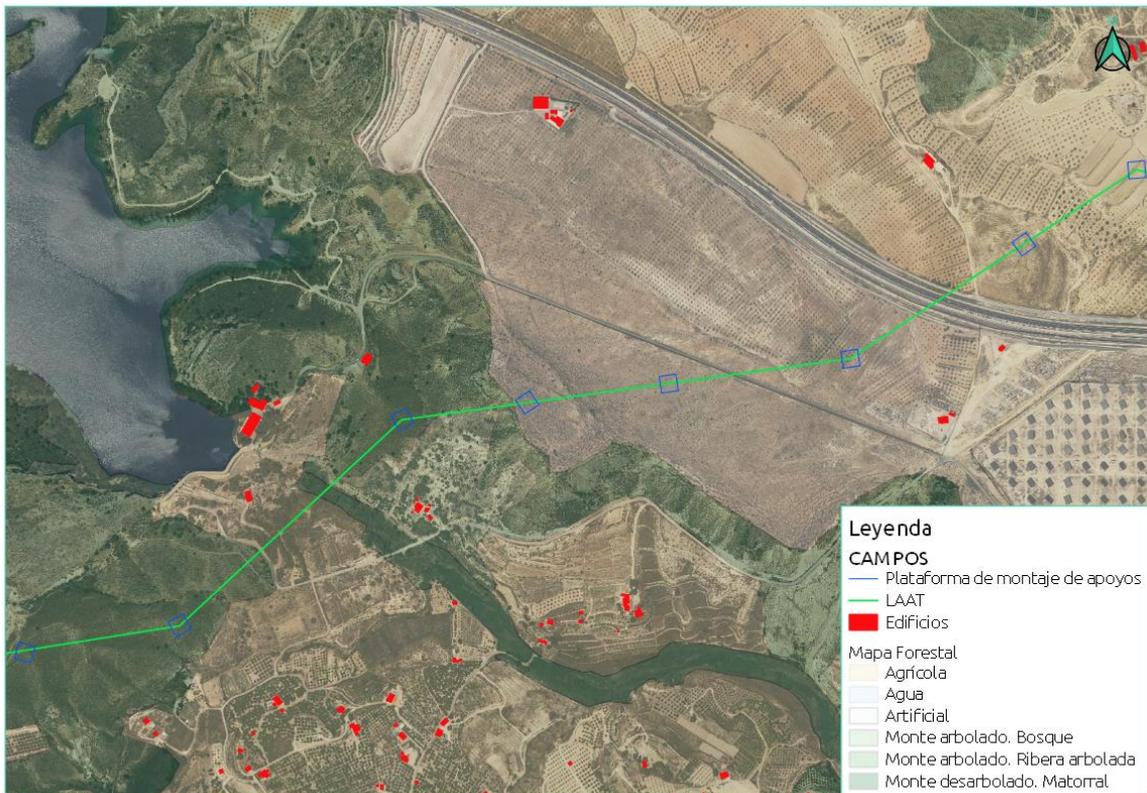




Figura 5.- Fotografía de los pinares junto a la presa del Embalse de la Cierva



En la figura 12 se muestran estos dos primeros cruces y se refleja la imposibilidad de desplazar la línea hacia el noroeste por la ubicación del embalse y una mayor superficie forestal que la afectada. Por otro lado, desviar la línea hacia el sur además de producir una mayor afección a la vegetación, afectaría a un mayor número de edificaciones y cultivos de regadío, aumentando considerablemente el número de apoyos necesarios y la longitud del trazado. Si se desplazara aún más hacia el sur, encontraríamos otra zona forestal que ocupa el terreno hasta las inmediaciones del núcleo urbano de Mula, siendo en este caso la afección similar, se prioriza el trazado más corto.

Los cruces tercero y cuarto de la línea de evacuación con zonas forestales se corresponden con dos áreas catalogadas en el Mapa Forestal de Murcia como matorral desarbolado. Aunque estén catalogadas como zona forestal, son áreas prácticamente desprovistas de vegetación como puede evidenciarse en las figuras 6 y 7.



Figura 6.- Tercer cruce de la línea de evacuación con zona forestal (Apoyos 21 a 23)

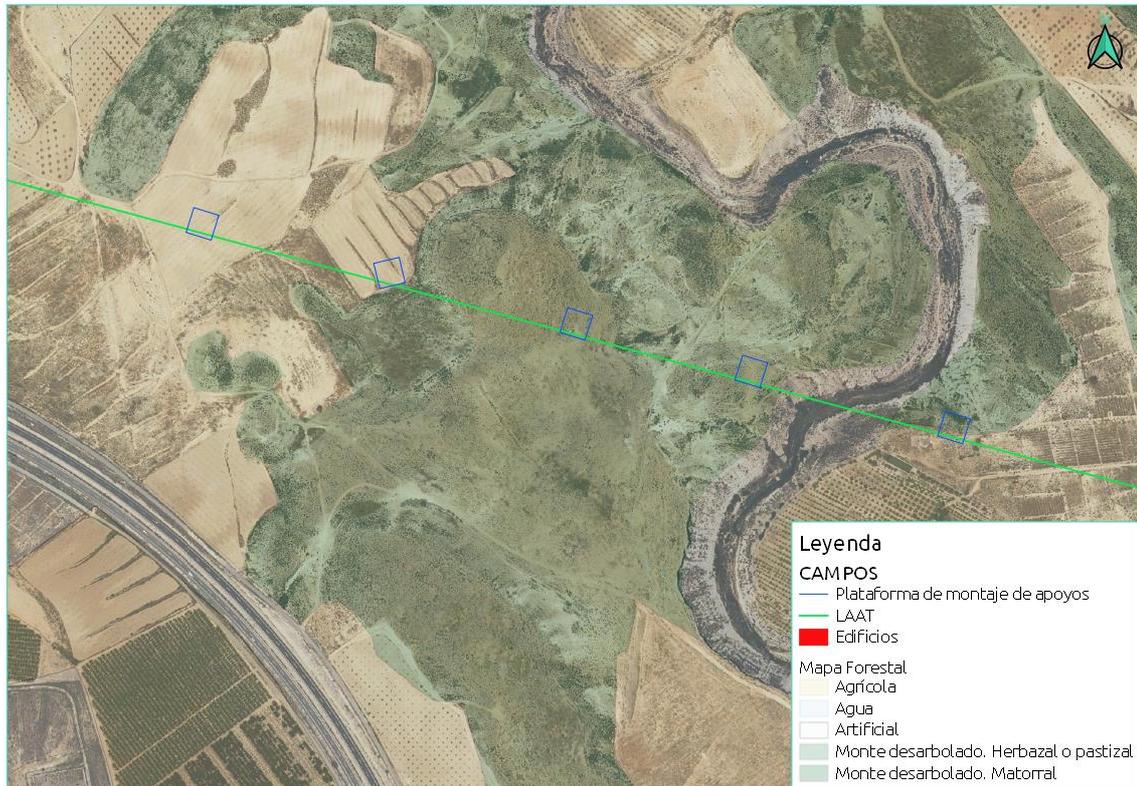


Figura 7.- Fotografía de la vegetación presente en la zona representada en la Figura 6



El cuarto cruce de la línea de evacuación con zona forestal corresponde también con un cauce y la vegetación de ribera asociada al mismo como se puede observar en las figuras 8 y 9. Se ha optado por este trazado para afectar a un menor número de parcelas de cultivo pequeñas, no pasar por encima de edificaciones, respetar la distancia a viviendas y evitar cruzamientos innecesarios de la Red Natura 2000.



Figura 8.- Cuarto cruce de la línea de evacuación con zona forestal (Apoyos 27 a 29)

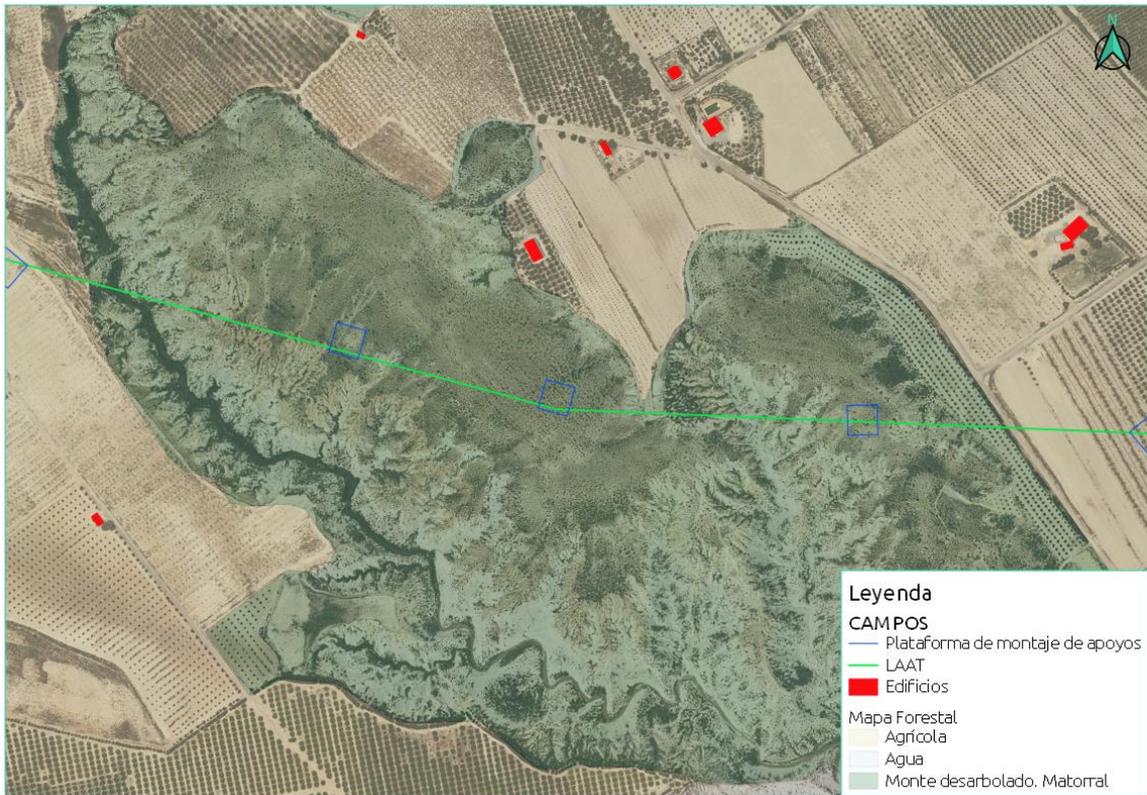


Figura 9.- Fotografía de la vegetación presente en la zona forestal representada en la Figura 8.



Como se muestra en la figura 12, desplazar la línea hacia el sur para evitar los cruzamientos tercero y cuarto, supondría cruzar la misma zona forestal río abajo, teniendo además que evitar el polígono industrial “El Arreque” y salvar una mayor anchura en el cruce con el cauce del río Mula (ver flechas amarillas de la figura 13). Siendo así esta opción peor alternativa en cuanto a impactos ambientales y sociales se refiere.

Por otro lado, si se desplazase la línea hacia el norte, habría que rodear el núcleo urbano de Yéchar, encontrando numerosas edificaciones, así como cultivos de regadío. Evitar estas afecciones aumentaría considerablemente el trazado de la línea, causando mayor afección y atravesando un número mayor de parcelas.



Figura 10.- Quinto cruce de la línea de evacuación con zona forestal (Apoyos 33 a 38)

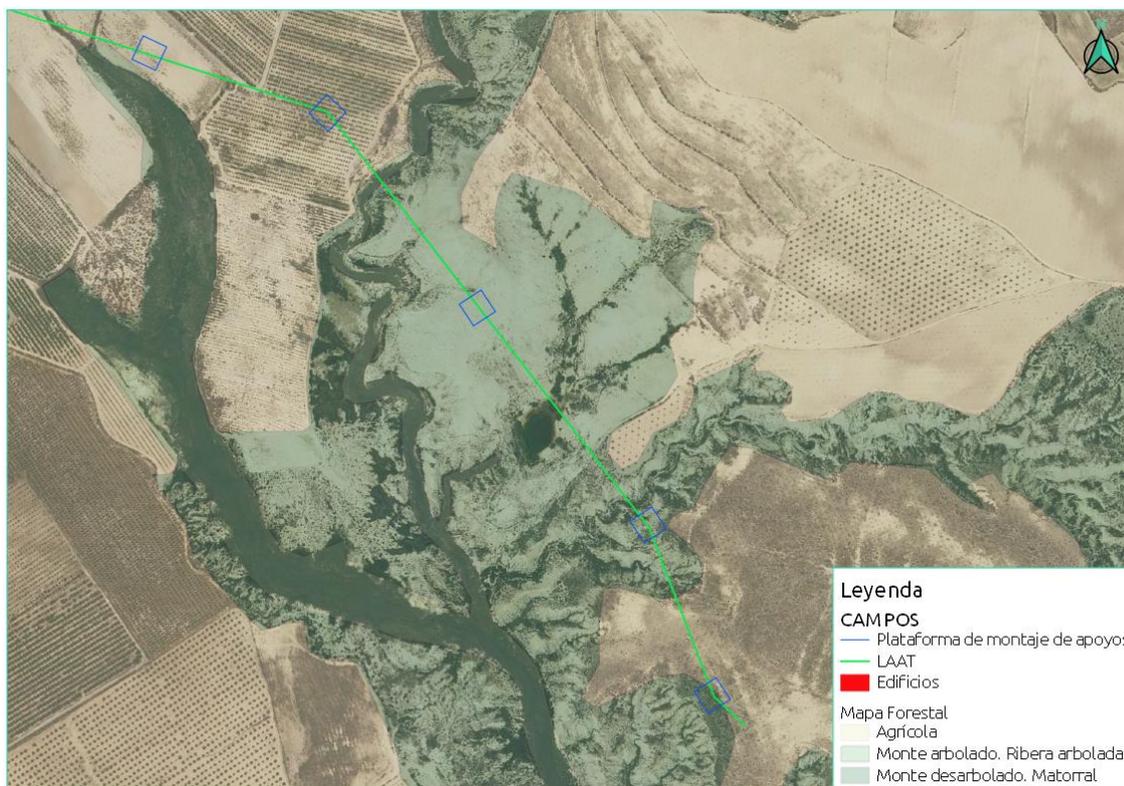
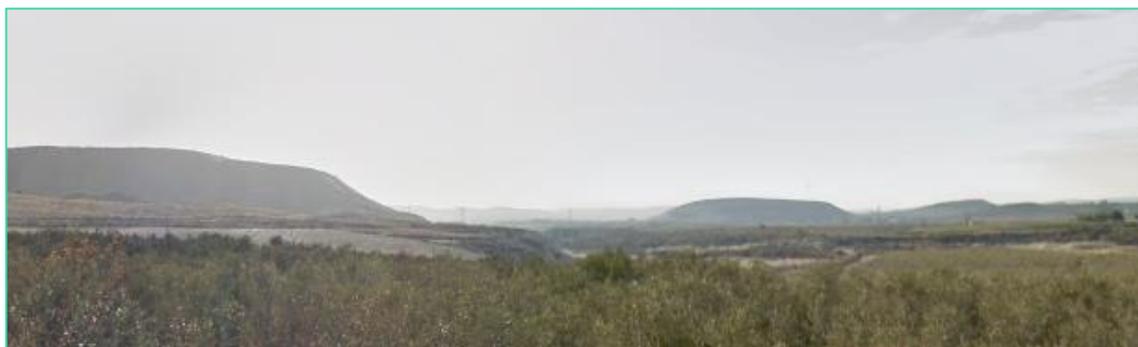


Figura 11.- Fotografía de la zona forestal identificada en la Figura 10.



Respecto al quinto cruce de zona forestal contemplado por el diseño del trazado de la línea de evacuación, cabe señalar que, a pesar de encontrarse catalogada como forestal, la zona se encuentra desprovista de arbolado. La escasa vegetación presente está compuesta de matorrales de bajo porte. La escasa vegetación de ribera asociada a los 2 barrancos que cruza no se verá afectada por la distancia entre la misma y los elementos de la línea de evacuación (apoyos y tendido).

Es importante señalar que a partir del apoyo 35 se modifica la línea de evacuación tramitada como se solicita en la Declaración de Impacto Ambiental ya que se ha llegado a un acuerdo con los otros promotores presentes en la zona para conectar en su línea de evacuación común. Por este motivo el apoyo 38 debe situarse en una "península" de zona no forestal. Para acceder a este punto, se podría acceder desde el sur o desde el norte, pero ambas opciones suponen mayor longitud de línea y mayor número de afección a cultivos, viviendas y propietarios. Vista la



ausencia de arbolado en la zona descrita se ha considerado que el diseño actual de la línea es el que menos impactos provoca sobre el medio.

Figura 12.- Primera mitad del trazado de la línea de evacuación respecto a zonas forestales y viviendas.

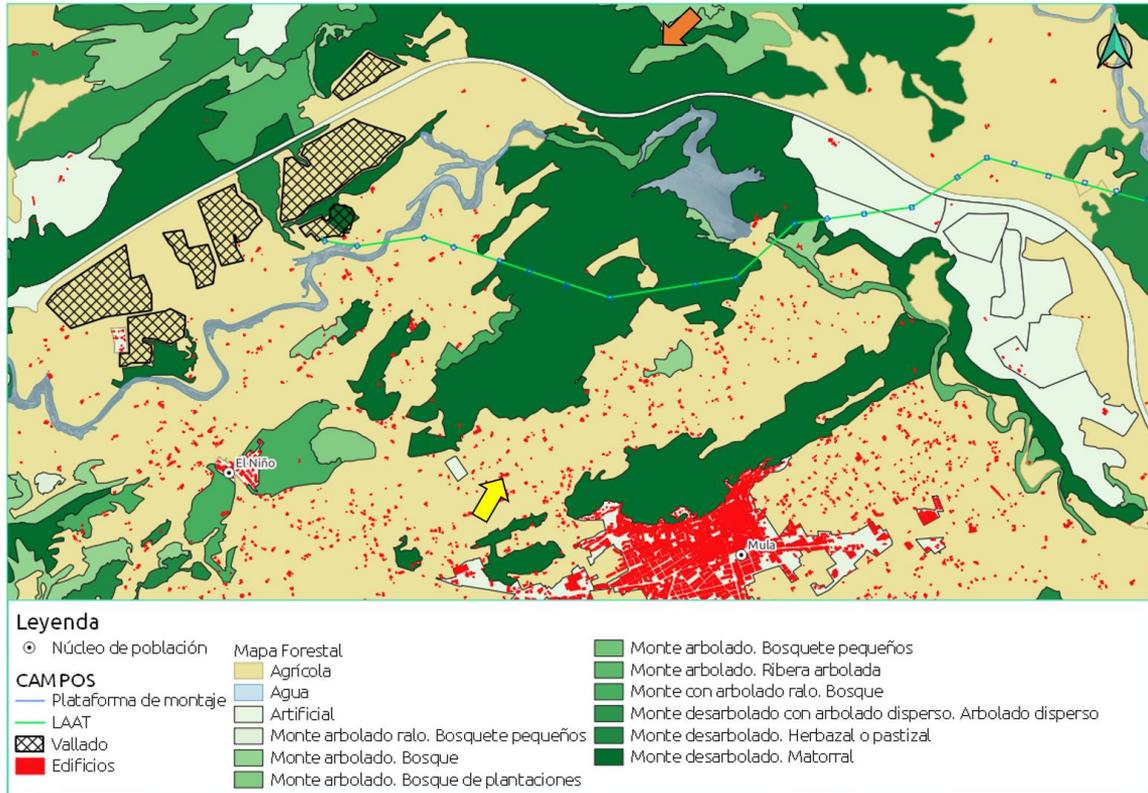


Figura 13.- Segunda mitad del trazado de la línea de evacuación respecto a zonas forestales y viviendas

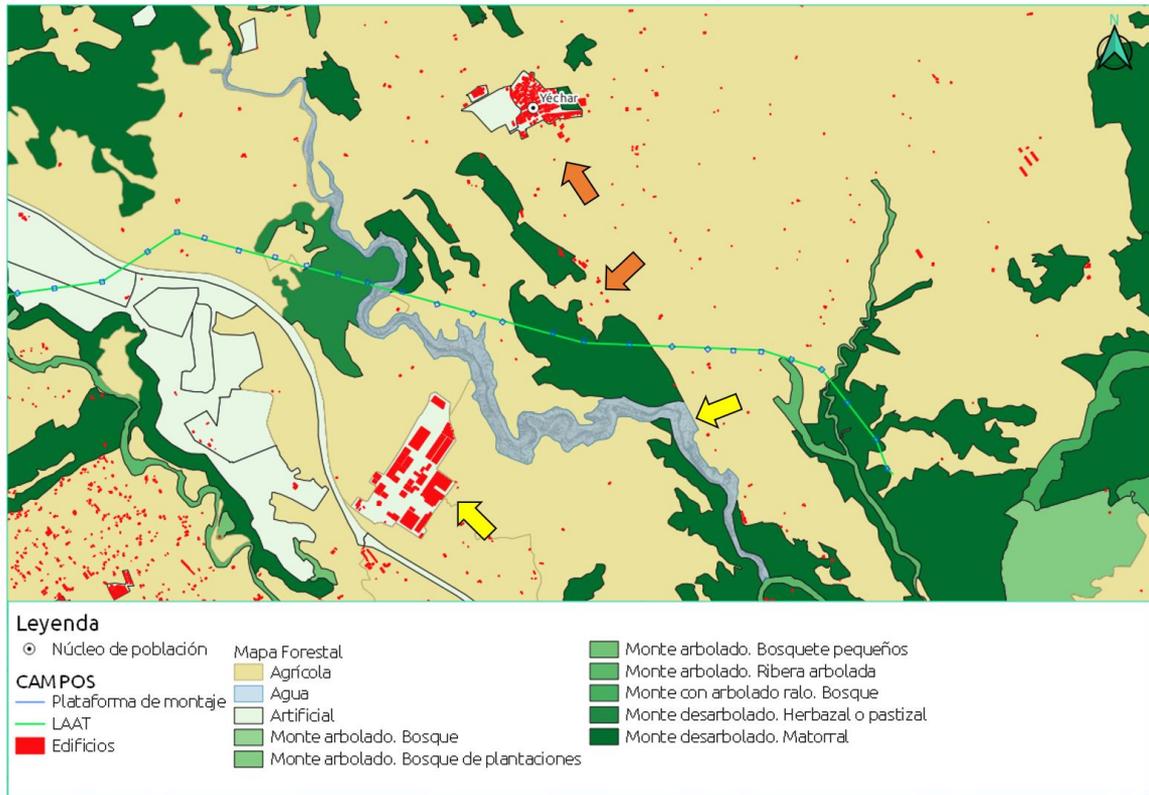
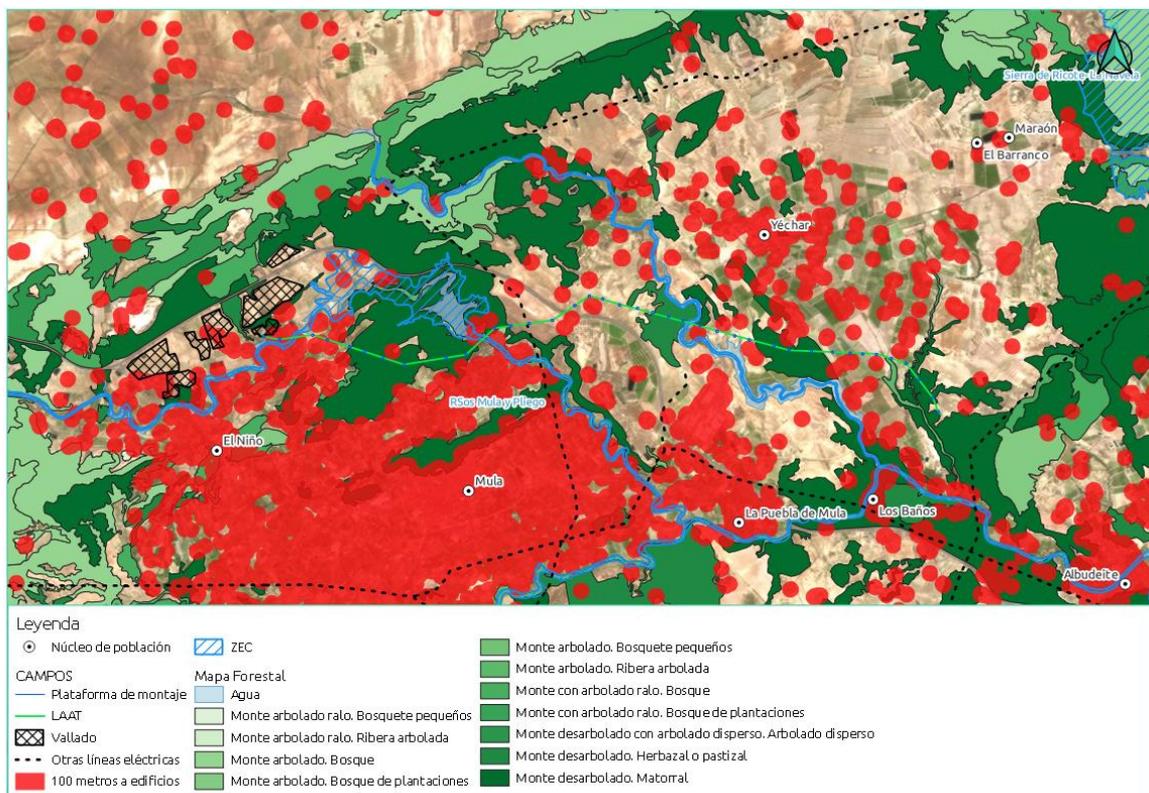


Figura 14.- Detalle de los criterios considerados en el trazado de la línea de evacuación





Como se puede comprobar en la figura 14, el trazado seleccionado ha sido diseñado de forma que se consiga la menor longitud de línea posible pero que a la vez se respete 100 metros a viviendas y se cruce lo menos posible tanto la ZEC Río Mula y Pliego como suelos forestales. Asimismo, como se ha indicado anteriormente, en caso de cruzar inevitablemente suelos forestales se ha priorizado zonas desarboladas y con escasa vegetación para la ubicación de los apoyos.

En dicha figura se evidencia que desplazar la línea hacia el sur afectaría a innumerables viviendas e igualmente habría que cruzar suelo forestal. También se puede comprobar que desplazar la línea hacia el norte podría evitar los cruzamientos con la ZEC Río Mula y Pliego, pero se aumentaría notablemente la longitud de la línea, los metros lineales de suelo forestal que se cruza y supondría dificultades para rodear la localidad de Yéchar.

Se anexa a este documento los planos de planta y perfil de la línea de evacuación de aquellas zonas del trazado donde se identifica algún árbol o arboleda de forma que se evidencia que la suficiente altura de la línea y la orografía del terreno evitarán la afección a los mismos. Estos arbolados son el pinar en la ladera al sur de la presa del embalse de La Cierva y el bosque de ribera de escasa altura que se encuentra junto a los cauces del río Mula y los barrancos ubicados entre los apoyos 33 y 36.

En base a todo lo expuesto, se considera que el trazado de la línea se ha diseñado:

- Siguiendo el trazado más corto posible.
- Siguiendo un trazado lo más recto posible y con un menor número de apoyos, causando así la menor afección por despejes y desbroces.
- Cruzando los menos metros posibles de suelo forestal procurando la no afección a arbolado.
- Afectando al menor número posible de parcelas y cultivos de la zona.
- Cruzando de forma perpendicular los cauces y figuras de protección de la Red Natura 2000 por zonas donde sean más estrechas.
- Evitando zonas urbanas y separándose al menos 100 metros de edificaciones de la zona.
- Evitando retranqueos innecesarios.

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Paseo de la Castellana,
52 Planta 1, Puerta derecha
28046 Madrid, España

Avda. de España,
Nº 18 - 2º ofic. 1-A,
Cáceres, España

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision

