



NAE 107

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN

DEFINICIÓN Y MEDIDA DE PARÁMETROS DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO (CATENARIA)

2ª EDICIÓN: NOVIEMBRE 2022

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
1	2ª edición noviembre 2022	Se incluyen las tipologías de catenaria CA-160/3kV tipo A, B y AM, CA-160H/3kV, CA-200H/3kV, CA-220/3kV, CA-200/25kV, CA-220/25kV, CA-160H/25kV, CA-200H/25kV, C-350, C-350-TR-250, C-350-TR-200 y SICAT H1.0. Actualización de parámetros, valores y normativa de referencia.	Todo el documento

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-300. Línea aérea de contacto.

Propone: Grupo de trabajo GT-300 Fecha: 30 de noviembre de 2022	Aprueba: Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX
--	---

1.-OBJETO

La presente norma tiene por objeto unificar, definir y fijar conceptos y sus magnitudes y las condiciones en que se han de llevar a cabo los trabajos de medición de los parámetros que definen la Línea Aérea de Contacto (LAC) en Adif y Adif AV, en adelante Adif.

Los conceptos y sus magnitudes, que más adelante se definen, son términos comunes que generalmente se utilizan en la terminología empleada en la electrificación de tracción de los ferrocarriles. Si bien su denominación es aceptada como única, en cada uno de ellos, los valores que pueden adoptar dependen de las características de la propia instalación y del medio físico donde se ubica.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplicará a todas las tecnologías de catenaria, que actualmente están instaladas o que puedan ser instaladas en un futuro, en los trabajos de verificación de los parámetros que definen la Línea Aérea de Contacto, tales como:

- Mantenimiento.
- Obras de remodelación de vía que afecten a la catenaria.
- Trabajos de renovación de catenaria.
- Después de la reparación de una avería.
- Siempre que se realice una inspección de calidad.
- Obras de nuevas electrificaciones.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

A lo largo de la presente norma se definen los parámetros más representativos de la línea aérea de contacto.

Otros términos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 7, las cuales tienen carácter complementario de la presente norma mientras no la contradigan.

4.-CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

4.1.-PARÁMETROS FUNCIONALES

4.1.1.-Tensión eléctrica de alimentación

- Definición

Diferencia del potencial eléctrico existente entre el pantógrafo del tren o el hilo de contacto y el carril del circuito de retorno.

- Aplicación

Los valores de tensión eléctrica de alimentación son los definidos en la tabla 1 de la norma UNE-EN 50163, que en la RFIG pueden adoptar los valores siguientes:

Sistema de electrificación	Tensión no permanente mínima U _{min2} (V)	Tensión permanente mínima U _{min1} (V)	Tensión nominal U _n (V)	Tensión permanente máxima U _{max1} (V)	Tensión no permanente máxima U _{max2} (V)
Corriente continua (valores medios)	1000	1000	1500	1800	1950
	2000	2000	3000	3600	3900
Corriente alterna (valores eficaces)	17500	19000	25000	27500	29000

Tabla 1. Tensiones nominales (extracto Tabla 1 UNE-EN 50163)

- Medición

La tensión nominal se mide entre los bornes de salida de la subestación de tracción, con un polímetro adecuado.

4.1.2.-Velocidad máxima por diseño

- Definición

Es la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la vía, cuando las circunstancias sean favorables para que prevailezcan las condiciones de diseño.

- Aplicación

El valor de la velocidad máxima por diseño determina las características geométricas del trazado durante el proyecto.

- Medición

La velocidad máxima por diseño deberá determinarse mediante una auscultación dinámica de la catenaria, verificando que se cumplen los requisitos de comportamiento dinámico y calidad de captación de corriente definidos en la norma UNE-EN 50367. Para velocidades operativas de hasta 120 km/h (sistemas de c.a.) y de hasta 160 km/h (sistemas de c.c.), la velocidad máxima puede determinarse sin realizar la medición del comportamiento dinámico. En este caso se utilizarán métodos alternativos, tales como la medición de la geometría de la línea aérea de contacto.

4.1.3.-Pantógrafos admisibles

- Definición

Tanto el diseño como el replanteo de la Línea Aérea de Contacto deben garantizar la correcta interacción con todos los pantógrafos admisibles en la explotación de una línea.

- Aplicación

Los pantógrafos a considerar en función del tipo de electrificación del proyecto serán los siguientes:

TIPO DE ELECTRIFICACIÓN	PANTÓGRAFOS ADMISIBLES
3 kV	1950 mm
3 kV transformable a 25 kV	1950 mm + 1600 mm
25 kV	1950 mm + 1600 mm (excepcionalmente solo 1600 mm)
1,5 kV	1700 mm (excepcionalmente 1700 + 1950 mm)

Tabla 2. Tipo electrificación y pantógrafos admisibles

Para todos los pantógrafos admisibles se deberá verificar que la línea aérea de contacto, en las fases de diseño, proyecto y obra, cumplan lo siguiente:

- Desviación lateral máxima de los hilos de contacto, tanto en trayecto como en seccionamientos, conforme a lo indicado en la UNE-EN 50119 y UNE-EN 50367.
- Diseño de las agujas aéreas en función del tipo de desvío y conforme a lo indicado en las normas NAE 115 y NAE 117 o proyecto correspondiente de la línea aérea de contacto.
- Gálibo de implantación de obstáculos, mecánico y eléctrico, conforme a los requisitos de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos y/o la NAG 5-1-0.0 Gálibos autopista ferroviaria.

- Medición

Se trata de un parámetro genérico de diseño por lo que no aplica una medición. Los pantógrafos admitidos cumplirán la "Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistema de Energía (IFE)" para los distintos anchos de vía y sistemas de electrificación.

4.1.4.-Condiciones ambientales normales

La catenaria se proyecta según las condiciones originadas debidas al entorno de funcionamiento que se indican a continuación. Las condiciones ambientales son consideradas en funcionamiento normal.

En nuevos proyectos de electrificación se aplicará la NAG 4-0-0.0 "Metodología para el análisis del riesgo y adaptación a los efectos del cambio climático".

4.1.4.1.-TEMPERATURA AMBIENTAL

- Definición

La limitación de las temperaturas ambientales máximas y mínimas tiene por objeto establecer la longitud máxima del cantón de compensación mecánica de la catenaria, así como los equipos de regulación de tensión.

- Aplicación

Los valores de temperatura entre los que se definirán los parámetros de las catenarias de Adif son:

Temp. Ambiental Mínima media	- 15 °C
Temp. Ambiental Máxima media	+ 45 °C

Tabla 3. Temperatura ambiental

Si fuera necesario ajustar estos valores a una región concreta se deberán tomar como referencia los valores estadísticos tomados por la Agencia Estatal de Meteorología en los últimos 50 años.

Consultar los datos de:

- Temperatura mínima media
- Temperatura máxima media

A través del sitio de Agencia Estatal de Meteorología. Actualmente se puede consultar en el siguiente enlace:

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>

- Medición

Se trata de un parámetro genérico de diseño basado en datos históricos, por lo que su medición puntual en un periodo corto de tiempo no es relevante. No obstante, para proyectos singulares o para validación de soluciones concretas podrán instalarse equipos de medida (termómetros o termopares) y registradores apropiados.

4.1.4.2.-TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES

- Definición

La temperatura máxima de los conductores mide el calentamiento causado por la corriente de carga, unido al calentamiento causado por la temperatura ambiente y la radiación solar.

- Aplicación

La temperatura máxima de los conductores no debe superar los valores indicados en la Tabla 1 de la UNE-EN 50119, resumidos en la siguiente tabla.

Tipo Conductor	Temp. Máx. permanente (condiciones de funcionamiento)	Temp. Máx. hasta 30 min. (pantógrafo en reposo)
Sustentador / Cable Fíder de Cu ETP	80 °C	-
Sustentador de Bz II	100 °C	-
Cable Fíder de aluminio-acero	80 °C	-
Hilos de contacto de CuETP	100 °C	120 °C
Hilos de contacto de CuAg0.1	100 °C	150 °C
Hilos de contacto de CuMg0.5	100 °C	150 °C

Tabla 4. Temperatura máxima de los conductores

En todas las nuevas instalaciones se verificará, mediante estudios de carga eléctrica, que los umbrales anteriores no se sobrepasen.

- Medición

Se trata de un parámetro genérico de diseño en el que no es posible su medición directa, pero puede ensayarse en laboratorio o calcularse teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Calentamiento causado por la corriente (Efecto Joule) (según procedimiento definido en la UNE-EN 50367)
- Calentamiento causado por la radiación solar y temperatura ambiente máxima
- Pérdida de calor por la radiación emitida por el propio conductor
- Pérdida de calor del conductor por convección debida al viento

4.1.4.3.-VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO

- Definición

A la hora de realizar un proyecto de catenaria hay que tener en cuenta como las sobrecargas debidas al viento van a influir en la estabilidad de los elementos estructurales de la línea aérea de contacto o en el riesgo de enganchón del pantógrafo debido a la desviación lateral de los hilos de contacto.

- Aplicación

Para el cálculo, selección y dimensionamiento de los elementos estructurales de la Línea Aérea de Contacto (postes, pórticos rígidos, pórtico de seccionadores, etc.) se adoptará una velocidad del viento de referencia de 120 km/h (33,3 m/s), y se aplicará la metodología indicada en la UNE-EN 50119, en su apartado 6.

Para la validación funcional del sistema en lo que a la desviación lateral del hilo de contacto por efecto del viento se refiere, se utilizarán los valores de velocidades de viento de referencia de 26m/s, 27m/s o 29m/s, según las zonas geográficas representados en el mapa del Anejo I, y se aplicará la metodología indicada en la UNE-EN 50119 (apartado 6.2.4) y en la UNE-EN 50367 (apartado 4.2).

- **Medición**

Se trata de un parámetro genérico de diseño basado en datos históricos, por lo que su medición puntual en un periodo corto de tiempo no es relevante. No obstante, para proyectos singulares o para validación de soluciones concretas podrán instalarse equipos de medida (anemómetros) y registradores apropiados.

4.1.4.4.-SOBRECARGAS DE HIELO

- **Definición**

Las cargas de hielo se crean por acumulación de hielo a causa de la escarcha, granizo o nieve en los conductores de las líneas aéreas de contacto, y pueden afectar tanto a la estabilidad de los elementos estructurales como a la altura mínima de los hilos de contacto.

- **Aplicación**

Para determinar las cargas de hielo que deben considerarse sobre los conductores y cables de la catenaria se aplicará la siguiente tabla en función de la altitud sobre el nivel del mar.

ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR	CARGA HIELO EN SUSTENTADOR Y OTROS CABLES	CARGA HIELO EN HILOS DE CONTACTO
0 -499 m	0 N/m	0 N/m
500-1000 m	3,5 N/m	1,75 N/m
1001-1500 m	7 N/m	3,5 N/m
> 1500 m	15 N/m	7,5 N/m

Tabla 5. Cargas de hielo en función de la altitud

Para el cálculo de dimensionamiento y selección de las estructuras de la línea aérea de contacto (postes, pórticos, ménsulas, etc.) se considerarán únicamente las sobrecargas de hielo sobre los conductores y cables, incluidos los cables de los pórticos funiculares, pudiendo despreciarse las cargas de hielo acumulado en las propias estructuras.

- **Medición**

Se trata de un parámetro genérico de diseño basado en datos históricos, por lo que su medición puntual en un periodo corto de tiempo no es relevante. No obstante, para determinados estudios o comprobaciones puede medirse el efecto de la carga de hielo en la variación de la flecha de un conductor.

4.2.-CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

A continuación, se indican las características de diseño entre las que figuran los parámetros geométricos y mecánicos, así como los criterios de aislamiento con los que se debe diseñar la catenaria, en el caso de condiciones normales de funcionamiento.

4.2.1.-Composición de las catenarias

- **Definición**

La composición de las catenarias será única en un cantón. Excepcionalmente en vías secundarias o tramos de curvas de radio reducido podrá adoptarse un tense reducido.

- Aplicación

La composición nominal de una catenaria Adif debe incluir los siguientes datos:

- Tipo de sustentador, indicando:
 - sección, en milímetros cuadrados.
 - tipo de aleación de cobre.
 - tense mecánico, expresado tanto en *kgf* como en *daN*.
- Tipo de hilos de contactos, indicando:
 - el número de hilos.
 - sección, en milímetros cuadrados.
 - tipo de ranura (generalmente B y excepcionalmente A) y forma (C para circular y F para ovalado o aplanado).
 - tipo de aleación de cobre, conforme a la nomenclatura de la norma UNE-EN 50149.
 - tense mecánico, expresado tanto en *kgf* como en *daN*.
- Tipo de péndolas, indicando:
 - sección en milímetros cuadrados.
 - tipo de aleación de cobre.
 - tipología, es decir equipotencial de lazo, equipotencial recta o varilla.
- Péndola en Y, indicando si tiene o no, y en caso afirmativo:
 - sección, en milímetros cuadrados.
 - tipo de aleación de cobre.
 - tense mecánico, expresado tanto en *kgf* como en *daN*.

- Medición

Se trata de un parámetro genérico de diseño cuya medida deberá ser verificada durante la instalación, especialmente en lo relativo al tense mecánico de la péndola en Y (tense del falso sustentador). En el caso de tener que ajustar o verificar el tense de la catenaria se deberá realizar con dinamómetro, debidamente calibrado.

Identificación del hilo de contacto utilizado por Adif

Identificación según el material del hilo de contacto. Según la norma UNE-EN 50149 todos los hilos fabricados a partir de distintas aleaciones deben estar claramente identificados. La identificación debe realizarse mediante ranuras de identificación como se muestra a continuación.

- Cobre normal (CuETP): los hilos de cobre no tienen ranuras de identificación.
- Aleación de cobre-plata (CuAg 0,1): los hilos de aleación de cobre y plata deben tener dos ranuras de identificación en el lóbulo superior del hilo, de acuerdo con la figura 1.

- Aleación de cobre-cadmio (CuCd 0,7; CuCd 1,0): los hilos de aleación de cobre y cadmio deben tener una ranura de identificación en el lóbulo superior del hilo, de acuerdo con la figura 1.
- Aleación de cobre-magnesio (CuMg 0,2; CuMg 0,5): los hilos de aleación de cobre y magnesio deben tener tres ranuras de identificación en el lóbulo superior del hilo, acuerdo con la figura 1.
- Aleación de cobre-estaño (CuSn 0,2): los hilos de aleación de cobre y estaño deben tener una ranura de identificación en el lóbulo superior del hilo, acuerdo con la figura 1.

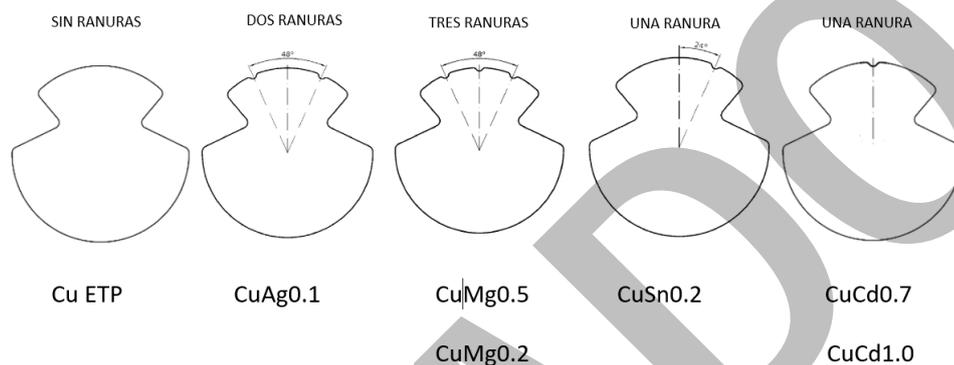


Figura 1. Identificación de tipos de hilo de contacto

Identificación según la sección. Para identificar la sección de los cables que se utilizan como hilo de contacto, habrá que medir con un calibre entre los puntos A y B de la figura inferior:

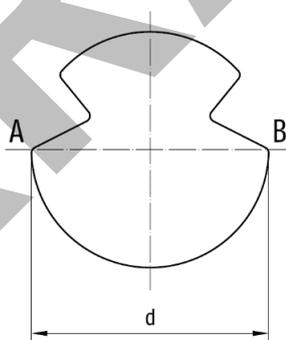


Figura 2. Sección tipo hilo de contacto

Para hilo de contacto de 107, el diámetro podrá variar de 12,08 mm a 12,4 mm.

Para hilo de contacto de 120, el diámetro podrá variar de 12,69 mm a 13,01 mm.

Para hilo de contacto de 150, el diámetro podrá variar de 14,3 mm a 14,7 mm.

Identificación del Sustentador

Para identificar la sección de los cables que se utilizan como sustentador, habrá que seguir el siguiente proceso al tratarse de cables trenzados:

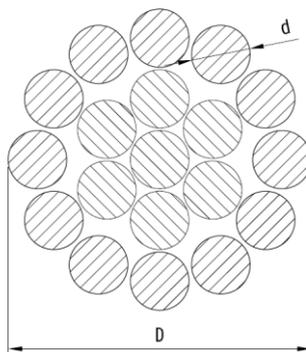


Figura 3. Sección tipo Sustentador

- En primer lugar, habrá que medir con un calibre el diámetro de uno de los alambres del cable.
- En segundo lugar, se hallará la sección del alambre aplicando la fórmula siguiente:

$$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

- Por último, se multiplicará el resultado de la sección del alambre por el número de alambres del cable.

De forma rápida se podrán identificar los cables del sustentador midiendo con un calibre su diámetro exterior (D):

- Para el cable Bz-70 el diámetro estará en torno a 10,5 mm.
- Para el cable Cu-95 el diámetro estará en torno a 12,6 mm.
- Para el cable Cu-150 el diámetro estará en torno a 15,7 mm.
- Para el cable Cu-185 el diámetro estará en torno a 17,6 mm.

4.2.2.-Características geométricas y mecánicas

La Línea Aérea de Contacto, en condiciones normales de operación, debe respetar los siguientes parámetros geométricos y mecánicos.

4.2.2.1.-ALTURA DE LOS HILOS DE CONTACTO

- Definición

Distancia desde la parte superior del carril a la cara inferior del hilo de contacto, medida de forma perpendicular al plano de rodadura de la vía.

- Aplicación

Altura de los hilos de contacto	Ancho métrico 1,5 kV	3 kV y 25 kV $V \leq 220$ km/h	25 kV $V > 220$ km/h
Altura Nominal	4750 mm	5300 mm	5300 mm
Altura Mínima de diseño	Variable*	Variable*	5080 mm
Altura Máxima de diseño	5500 mm	6000 mm	5300 mm

Tabla 6. Altura de los hilos de contacto

Para calcular la altura mínima de diseño se aplicará la metodología de la UNE-EN 50119 y de la "Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistema de Energía (IFE)".

- Medida

La medición se realizará mediante el pantógrafo de medida, medidor digital portátil, vehículo auscultador o sistemas homologados.

Se medirá desde el plano de rodadura hasta la parte inferior de los hilos de contacto, de forma perpendicular el eje del pantógrafo (paralela al plano de rodadura). Se realizará en todos los perfiles.

En general, en función del sistema de medida utilizado, se puede admitir una tolerancia máxima de ± 3 cm.

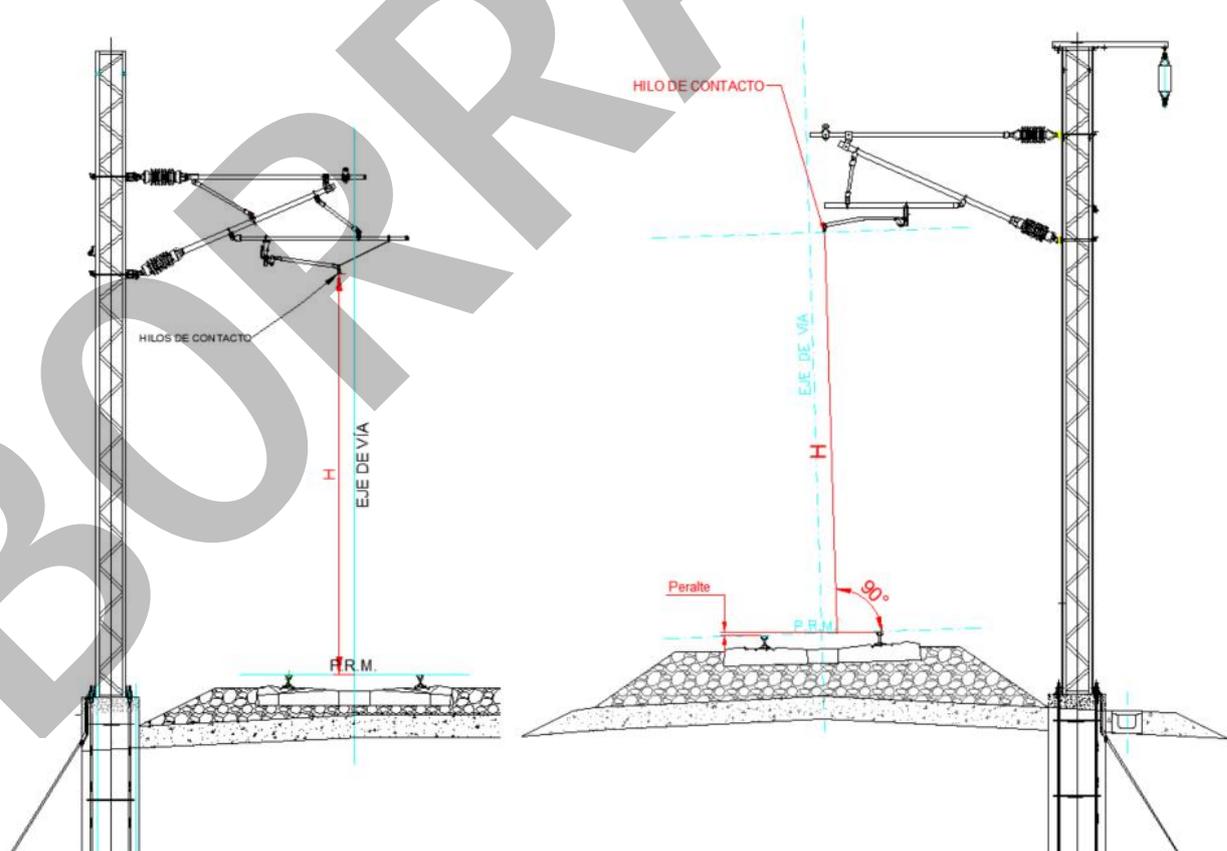


Figura 4. Esquema medición altura Hilo de Contacto

4.2.2.2.-PENDIENTE Y VARIACIÓN DE PENDIENTE

- Definición

La pendiente p del hilo de contacto en un vano se medirá como la diferencia de alturas entre el inicio y el final del vano dividido por la longitud de este, expresado en tanto por mil con su signo.

La variación de pendiente Δp se calculará como la diferencia entre las pendientes de dos vanos consecutivos, considerando su signo.

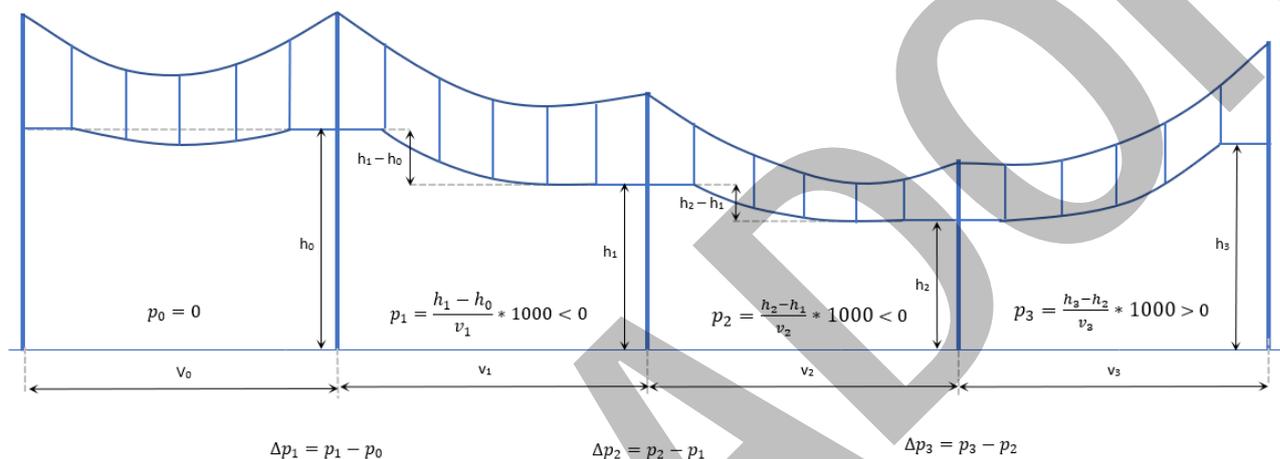


Figura 5. Esquema p e Δp

El término "gradiente", empleado en la UNE-EN 50119 o en otras normas europeas, es equivalente al definido aquí como "pendiente".

- Aplicación

Los requisitos específicos para la pendiente y la variación de pendiente se determinan conforme a la siguiente tabla de referencia.

Velocidad hasta km/h	Pendiente		Variación pendiente	
		‰		‰
50	1/40	25	1/40	25
60	1/50	20	1/100	10
100	1/167	6	1/333	3
120	1/250	4	1/500	2
160	1/500	2	1/1000	1
200	1/1000	1	1/2000	0,5
250	1/1000	1	1/2000	0,5
>250	1/2500	0,4	1/5000	0,2

Tabla 7. Valores de pendiente y variación de pendiente

Cuando no sea posible alcanzar los valores arriba indicados, se deberán cumplir al menos los valores especificados en la tabla 12 de la norma UNE-EN 50119.

- **Medida**

La medición de la longitud del vano se realizará con cinta métrica, en línea recta entre dos postes consecutivos.

La medición de la altura del hilo de contacto se realizará con pantógrafo de medida, medidor digital portátil, coche auscultador o sistemas homologados, y en un punto próximo a la primera o última péndola del vano.

Los valores de pendiente y variación de pendiente se obtienen mediante cálculo, tal y como se indica en la definición de arriba.

4.2.2.3.-ALTIMETRIA DEL SISTEMA DE CATENARIA

- **Definición**

La altura del sistema de catenaria es la distancia entre el eje del cable sustentador y ejes de los hilos de contacto.

- **Aplicación**

Los valores nominales de la altura de sistema de catenaria son:

Altura Nominal (trayectos y estaciones)	1400 mm
Altura en seccionamientos	Variable (según tipologías LAC)
Altura en zonas de galibo reducido (túneles, pasos superiores, etc.)	Variable (según tipologías LAC)

Tabla 8. Altura del sistema de catenaria

En general, se puede admitir una tolerancia de ± 10 mm. Se adecuarán los vanos a la altura de diseño de forma que se respeten las longitudes de péndola mínima.

El paso de una altura de sistema a otra se realizará intercalando las transiciones necesarias.

- **Medida**

La medición de la altura del sistema de catenaria se efectuará mediante flexómetro, y entre los ejes centrales del sustentador e hilo de contacto. Puede ser necesario un nivel o una plomada para conseguir la verticalidad de la medida.

Véase esquema del anejo I.

4.2.2.4.-DESCENTRAMIENTO

- **Definición**

La disposición del descentramiento de los hilos de contacto debe favorecer el desgaste uniforme de los frotadores de pantógrafo, manteniendo las condiciones de seguridad ante salidas de la zona de contacto por efecto de las curvas o por la desviación lateral debida al viento.

El criterio de signos a adoptar para el descentramiento es el siguiente:

- Signo positivo (+d): descentramiento hacia fuera del poste o pendolón.
- Signo negativo (-d): descentramiento hacia el poste o pendolón.
- En estaciones o playas de vías con catenarias en pórticos funiculares, así como en túneles con catenaria rígida, se tomará como referencia el sentido ascendente de la kilometración siendo los descentramientos positivos hacia la derecha y los descentramientos negativos hacia la izquierda.

- Aplicación

En condiciones de funcionamiento normales, el hilo de contacto debe estar contenido dentro de la anchura de trabajo del pantógrafo.

Los valores nominales de descentramiento dependerán del tipo de catenaria, pero en general para nuevas instalaciones seguirán los siguientes valores normalizados:

TRAZADO	CATENARIA ELÁSTICA	CATENARIA ELÁSTICA EN ANCHO MIXTO	CATENARIA RÍGIDA
Recta	+20 cm /- 20 cm	+25 cm / -13,4 cm	+30 cm /- 30 cm
Curva	+20 cm /+ 20 cm	+25 cm / +25 cm	+30 cm /+ 30 cm

Tabla 9. Descentramiento de los hilos de contacto

Estos valores son genéricos, para el caso de cada tipo de catenaria y las condiciones de cada zona donde se realice la obra o la renovación, habrá que calcular junto con el vano máximo, el radio, el desplazamiento por el viento y el gálibo del pantógrafo, los valores de descentramiento que mejor se ajusten a cada tipo de catenaria. Así mismo, en curvas de radio elevado se podrán admitir en determinados casos descentramientos tipo recta o con valores intermedios.

- Medida

Este parámetro se medirá con un pantógrafo portátil de medida, medidor digital portátil, con pantógrafo instrumentado o con otros dispositivos sin contacto adecuados.

Se medirá de forma perpendicular al eje del pantógrafo, de forma paralela al plano de rodadura, desde el eje hasta el eje del hilo de contacto o intereje de los hilos de contacto.

El descentramiento se debe medir en el punto de atirantado de la catenaria, aunque ocasionalmente para determinadas comprobaciones en seccionamientos y agujas, puede medirse también en el centro de vano.

En general, en función del sistema de medida utilizado, se puede admitir una tolerancia máxima de ± 3 cm.

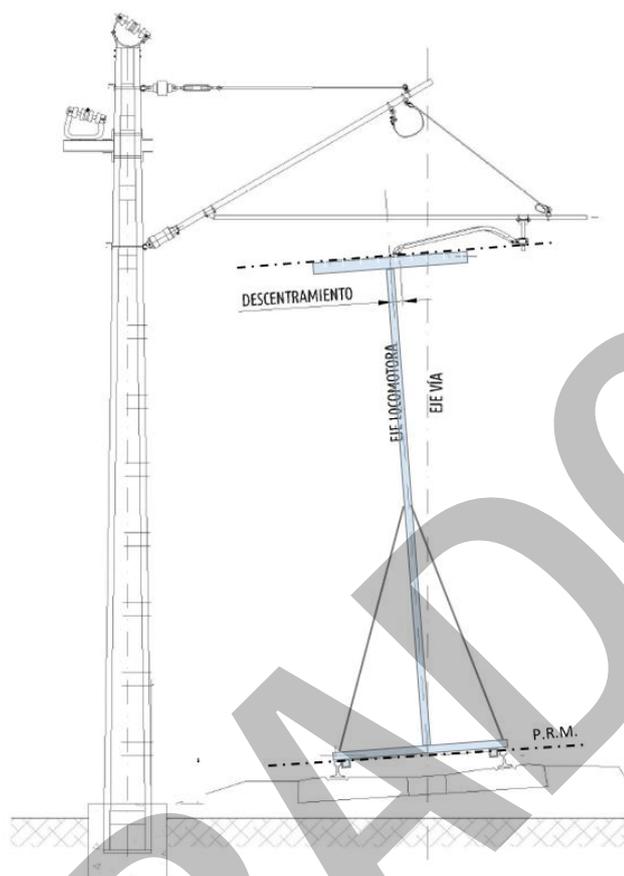


Figura 6. Medida descentramiento

4.2.2.5.-VANO

- Definición

Distancia entre dos puntos de atirantado consecutivos de la misma línea aérea de contacto, considerada en el sentido longitudinal de la vía.

De forma aproximada, se podrá también definir el vano como la distancia en línea recta entre dos apoyos consecutivos.

El valor más relevante en un proyecto es el vano máximo admisible, tanto en recta como en curva en función del radio de la vía, que dependerá tanto de la tipología de catenaria como de las condiciones ambientales y condiciones de explotación (tipo de pantógrafo, vía mixta, etc.)

- Aplicación

Para las catenarias empleadas en Adif, el vano máximo en cualquier caso será de 64m.

No obstante, para un tramo concreto el vano máximo admisible podrá ser menor y dependerá de varios factores:

- Altura del sistema de catenaria
- Radio de la curva
- Tense de los conductores
- Velocidad del viento

- Gálbo del pantógrafo.

Los dos criterios para poder realizar los cálculos de vano máximo y mínimo para cada tipo de catenaria de Adif son:

- Criterio de altura de catenaria y péndola mínima.

La altura del sistema condiciona la longitud de la péndola mínima en el centro del vano, verificándose en este punto que su montaje pueda realizarse con la tecnología elegida.

- Criterio de desplazamiento lateral máximo del hilo de contacto.

El desplazamiento resultante del hilo de contacto debe dar como resultado la desviación del hilo de contacto dentro de los valores máximos permitidos.

Este valor de desplazamiento estará definido por unos descentramientos, una longitud de vano, un radio de curvatura y el gálbo del pantógrafo.

Una vez obtenido el valor del desplazamiento lateral se comparará con el máximo desplazamiento del hilo de contacto por el viento, siendo este siempre menor que el desplazamiento lateral máximo.

- Medida

La medición se efectuará con cinta métrica, odómetro (rueda de medir) o medidor láser.

Cuando existan postes, la medición se llevará a cabo entre las caras enfrentadas de dos postes consecutivos, en línea recta y horizontal.

En vías interiores de estación, cuando estén soportadas por un pórtico, se podrá realizar la medida del vano entre los postes de apoyo.

Cuando no existan postes (p.e. en túneles, pérgolas, etc.) se tomarán puntos de referencia homogéneos en todos los vanos como, por ejemplo: piquetas de replanteo, conjuntos de atirantado, etc.

4.2.2.6.-LONGITUD DEL CANTÓN DE COMPENSACIÓN MECÁNICA

- Definición

La norma europea UNE-EN 50119 denomina este parámetro "longitud de tensado" y lo define como la longitud del conductor entre dos puntos de anclaje. Estos anclajes pueden ser ambos compensados, o uno compensado y otro fijo (cantón corto).

- Aplicación

En el diseño de la longitud del cantón de compensación influyen diversos parámetros:

- El rango de funcionamiento del equipo de compensación.
- La variación en la fuerza de tensado que actúan sobre los hilos debido a las fuerzas de giro de ménsula, que dependen del número de vanos dentro de la longitud de tensado, del descentramiento y de la distancia del poste al eje de la vía.
- La tensión de trabajo que podemos aplicar a los conductores en función de su resistencia mecánica.
- La variación del desplazamiento o descentramiento del hilo de contacto en los apoyos debido a las dilataciones y contracciones por variaciones de temperatura del mismo. Por lo tanto, la

longitud de la ménsula, su ubicación longitudinal a lo largo del cantón y la temperatura nominal a la que se ajusta, son un dato básico para conocer el ángulo de variación máximo permitido, respecto a su posición perpendicular al eje de la vía, para no sobrepasar el descentramiento máximo del hilo de contacto.

- El radio de la curva.
- Datos de partida del diseño, por ejemplo, velocidad del viento.
- Rango de temperatura de funcionamiento requerido de la línea aérea de contacto.
- Diseño mecánico del conjunto de compensación.

La longitud máxima del cantón de compensación estará comprendida entre 1200 m y 1320 m, dependiendo de la tipología de catenaria que se trate (véase las normas de diseño particulares para cada tipología). En el caso de semicantones la longitud máxima estará comprendida entre 600 m y 700 m.

- Medida

Su medición se realizará sumando la longitud de los vanos comprendidos entre los anclajes de cada cantón.

4.2.2.7.-FLECHA DE LOS HILOS DE CONTACTO

- Definición

Se define flecha del hilo de contacto como la distancia máxima vertical obtenida entre la línea virtual que une dos puntos de atirantado de apoyos consecutivos y los valores de altura registrados por debajo de esta línea virtual.

Se debe diferenciar el concepto de *flecha inicial*, el cual es un parámetro de diseño que, mediante el adecuado cálculo de las péndolas, busca mejorar la dinámica pantógrafo-catenaria compensando las diferentes elasticidades del atirantado y centro de vano.

El valor de la flecha se puede expresar como un porcentaje de la longitud del vano, expresado en tanto por mil, o como el valor en milímetros dado para el vano máximo.

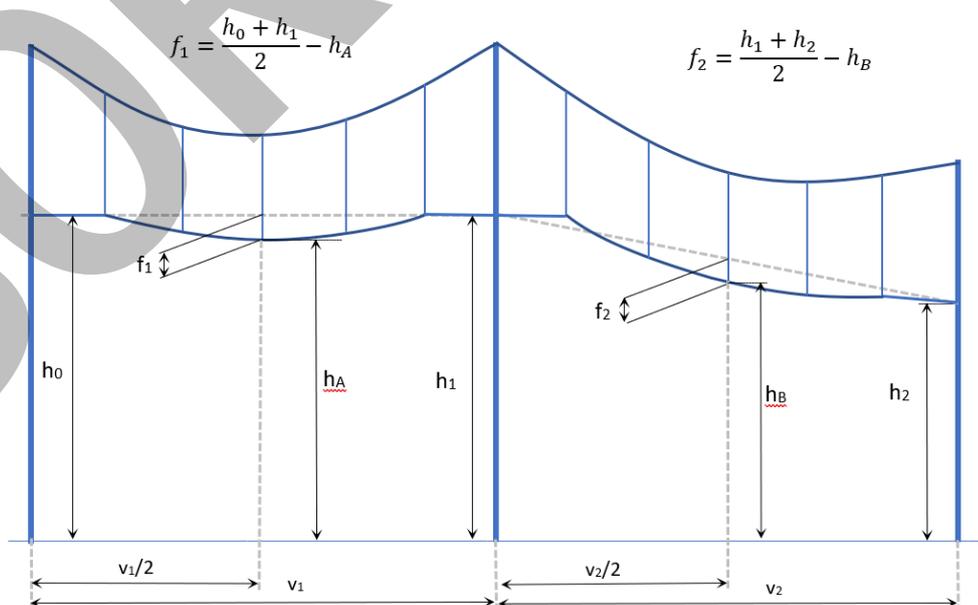


Figura 7. Flecha hilo de contacto

- Aplicación

Cada tipología de catenaria presenta una flecha inicial específica, adecuada a su velocidad de diseño, peso y tense de los conductores. Los valores de flecha que excedan la flecha inicial se considerarán degradaciones del sistema que deben corregirse.

La flecha inicial es un parámetro de entrada para el cálculo de las péndolas, tal y como recoge la norma Adif NAE 116.

Los valores de flecha anormales se detectan mediante auscultación geométrica periódica, dentro de las actividades habituales de mantenimiento preventivo.

- Medida

Para calcular la flecha del hilo de contacto en un vano determinado se deben medir la altura del hilo de contacto en los puntos de atirantado inicial y final del vano, así como la altura del hilo en el centro del vano.

Las medidas de altura, si es para un cálculo puntual de la flecha, se efectuarán con el pantógrafo portátil de medida, medidor digital portátil o sistemas homologados. Si es para la valoración de las flechas en un trayecto completo las medidas se realizarán con un vehículo auscultador.

4.2.2.8.-GÁLIBO DEL POSTE

- Definición

Tradicionalmente se ha empleado el término "gálibo del poste" para referirse a la distancia entre el poste de catenaria y el carril de la vía más próxima al mismo.

Se define el parámetro *distancia poste-carril* como la distancia mínima entre las caras enfrentadas del poste y del carril más próximo a él.

Se define también el parámetro *distancia poste-eje vía* como la mínima distancia entre el eje del poste de catenaria y el eje de la vía más próxima a él.

- Aplicación

Se trata de un valor de diseño que vendrá condicionado tanto por el gálibo de implantación de obstáculos definido para una línea, como de la tecnología de la ménsula de cada tipo de catenaria. Estará definido en las normas o en las especificaciones de diseño de cada tecnología de catenaria de Adif, si bien en los proyectos constructivos podrán justificarse distancias diferentes dependiendo de las condiciones específicas de replanteo.

De forma general, y para las condiciones más habituales, podemos encontrar los siguientes valores:

ANCHO DE VÍA	GÁLIBO–TECNOLOGIA LAC	DISTANCIA POSTE–CARRIL	DISTANCIA POSTE–EJE VÍA
Ancho métrico	Gálibo GEE10 y ménsulas de celosía tipo CA-160	Recta 1,70 m	Recta 2,50 m
		Curva 1,90 m	Curva 2,70 m
Ancho ibérico	Gálibos GEB16 y ménsulas de celosía tipo CA-160	Recta 1,90 m	Recta 3,00 m
		Curva 2,10 m	Curva 3,20 m
	Gálibos GEB16 y ménsulas tubulares	2,15 m	3,25 m
Ancho estándar	Gálibo GEC16 y ménsulas tubulares	2,35 m	3,35 m
		Gálibo GC y ménsulas tubulares	2,35 m

Tabla 10. Gálibos del poste en función de la tipología de gálibo de implantación de obstáculos de la línea aplicado

Las distancias indicadas en la anterior tabla son valores nominales de diseño que deben respetarse en los proyectos y replanteos. No obstante, la ejecución de las cimentaciones necesarias para soportar los postes tienen un gran tolerancia, siendo admisible una tolerancia total, una vez instalado y aplomado el poste, de hasta +20 / -20 cm en recta y de +20 / -10 cm en curva.

En puntos singulares la colocación de los postes se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la correspondiente Instrucción Técnica de Gálibos editada y actualizada.

La medida de la distancia poste–carril habitualmente se realiza en las siguientes actuaciones:

- En proyectos de renovación de catenaria o vía, al objeto de verificar si cumple, la medición se realizará al efectuar el izado del poste o cuando se modifique la posición de la vía. Se aplicará a todos los postes.
- Excepcionalmente podrá colocarse un poste de catenaria más próximo a la vía siempre que se justifique su necesidad y que no invade el galibo limite.

- Medida

La medición de la distancia poste – carril se efectuará en un plano horizontal a nivel del plano medio de rodadura, desde la cara interior del poste a la cara exterior de la cabeza del carril más próximo. Se empleará para ello una cinta métrica o regla, que serán obligatoriamente no conductoras en electrificaciones de corriente continua, por razones de seguridad y al objeto de no ocupar el circuito de vía.

Para determinar la distancia poste – eje vía se sumarán los siguiente términos:

*Distancia poste – eje vía = Distancia poste –carril + Semiancho del poste (a la altura del PRM) + Semiancho de vía + Anchura cabeza carril **

(*) Anchura cabeza carril es aprox. 70 mm

En el anejo I, se puede observar la representación gráfica de la medida de gálibo de poste.

4.2.2.9.-PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN SECCIONAMIENTOS

Los seccionamientos, en la línea aérea de contacto, se colocan entre dos cantones de regulación de forma que no provoquen pérdida de calidad ni interrupción en la captación de corriente por el

pantógrafo.

Los seccionamientos pueden ser de dos tipos:

- De lámina de aire (eléctricamente aislados).
- De cantón (eléctricamente unidos).

Dentro de los seccionamientos de lámina de aire (aislados) se puede hacer una distinción si la alimentación del sistema se realiza con corriente alterna. En este caso se tendrán seccionamientos de Lámina de Aire (aislamiento Fase-Tierra) y seccionamientos de Zona Neutra (aislamiento Fase-Fase).

En cuanto a los seccionamientos hay varios parámetros a tener en cuenta a la hora de definir una catenaria de Adif:

- Solape entre catenarias en los seccionamientos

– **Definición**

El solape es la longitud de la zona de frotamiento por el pantógrafo, común a las dos catenarias del seccionamiento. En el solape hay que diferenciar la zona común estática, que es la zona de frotamiento común del seccionamiento en condiciones de reposo, y la zona común dinámica, que se trata de la zona de frotamiento común del seccionamiento cuando está circulando un tren, es decir con el hilo de contacto elevado debido a la presión del pantógrafo.

– **Aplicación**

Los valores establecidos para cada tipo de catenaria y seccionamientos podrán oscilar entre 0 y 20 m. en situación estática teniendo en cuenta que en la situación dinámica estos valores serán superiores.

La elección de los valores de solape dependerá del tipo de tráfico previsto en la línea.

– **Medición**

La zona común estática se debe medir sin contacto. Se puede realizar la medida con regla, nivel y cinta métrica, o bien mediante vehículo auscultador con muy poca presión en el pantógrafo.

El solape se medirá desde el punto donde empiezan a rozar simultáneamente las dos catenarias hasta el punto donde terminan, en un seccionamiento. Estos puntos de inicio y final se podrán localizar con la ayuda de un nivel de burbuja apoyado sobre los hilos de ambas catenarias.

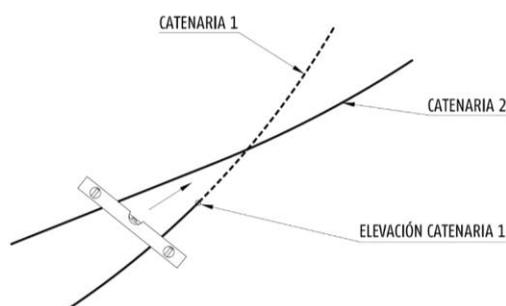


Figura 8. Solape de catenarias. Método de medida para la zona común estática

La zona común dinámica se debe medir con vehículo auscultador a la velocidad máxima y con la presión normal del pantógrafo.

- Separación entre catenarias en el seccionamiento

– **Definición**

Es la distancia mínima entre las dos catenarias en el seccionamiento.

– **Aplicación**

Se trata de un valor de diseño que vendrá definido por la distancia de aislamiento de la catenaria. Estará definido en las normas o en las especificaciones de diseño de cada tipo de catenaria de Adif.

– **Medición**

La medición de este parámetro se realizará en el atirantado mediante el pantógrafo portátil de medida, flexómetro o medidor digital portátil.

Se obtiene midiendo la distancia entre los puntos más próximos de los hilos de contacto en el seccionamiento.

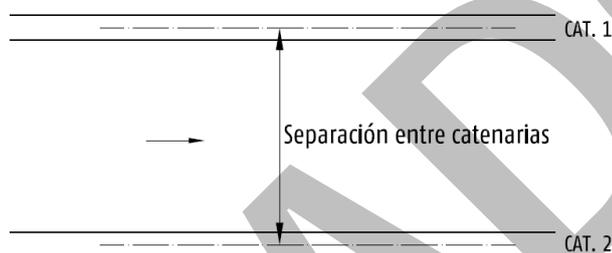


Figura 9. Separación entre catenarias

• Elevación en semieje

– **Definición**

La elevación se define en la ménsula de semieje como la distancia entre el hilo de contacto elevado y el plano del pantógrafo a la altura del hilo de contacto no elevado.

– **Aplicación**

La elevación vendrá determinada tanto por los parámetros de diseño del vano de elevación (en función del peso de los conductores, tense y vano); como por la distancia de aislamiento mínima requerida para cada tipo de seccionamiento.

– **Medición**

Se debe medir en la ménsula de semieje la diferencia de altura entre el hilo de contacto que conduce y el hilo de contacto que esta elevado, para ello se utilizará un flexómetro, y se realizará la medida entre los ejes centrales de los conductores. Puede ser necesario un nivel o una plomada para conseguir la verticalidad de la medida. En el caso de medición de la elevación en curva se podrá utilizar una regla paralela al plano de rodadura para determinar el plano del pantógrafo entre ambos hilos.

4.2.2.10.-PUNTO DE AGUJA

- Definición

Es el punto donde se ubica el poste o apoyo para la realización del montaje de la aguja aérea.

- Aplicación

Para los distintos tipos de aparatos de vía el punto de la aguja aérea identifica las características geométricas de la misma conforme a las normas de diseño y montaje (NAE 115, NAE 117 o proyecto correspondiente de la línea aérea de contacto).

Habitualmente las agujas cruzadas se definen entre el P30 y P50; y las agujas tangenciales entre el punto P80 y P100.

- Medida

Este punto se identifica midiendo la distancia (cm) entre las caras del mismo lado de los carriles homólogos de las vías directa y desviada. Por ejemplo, si esta distancia es de 90 centímetros, se dirá que el poste o perfil se ha colocado en el punto 90, y se denominará "aguja en el punto 90 (P-90)".

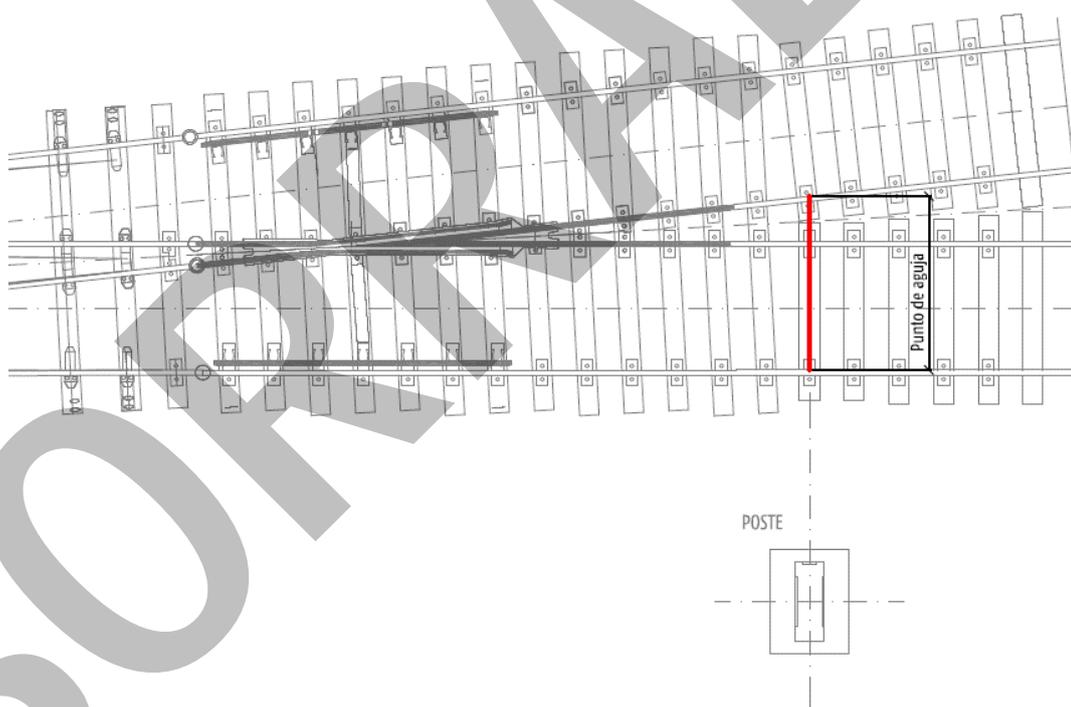


Figura 10. Punto de aguja

4.2.2.11.-TENSIONES DE REGULACIÓN MECÁNICA

- Definición

Las tensiones mecánicas que actúan sobre el sustentador e hilos de contacto se determinan a través del sistema de regulación mecánica empleada, las cuales pueden ser de poleas y contrapesos, o de muelles lineales o helicoidales.

- Aplicación

Las tensiones mecánicas junto con las características de los conductores definen una tipología concreta de catenaria.

Todos los valores de tense y peso admiten una tolerancia del 5%.

- Medida

Para poder calcular la tensión de regulación mecánica de un tipo de catenaria dotada de un equipo de compensación de poleas y contrapesos, se puede aplicar la siguiente fórmula:

Tense real = (Peso total del Conj. Contrapeso) x (Razón de regulación de las poleas) x Rendimiento de las poleas.

El peso de los contrapesos se podrá obtener mediante una medida directa con dinamómetro y grúa, o de forma indirecta sumando el número y peso de cada rodela y de los herrajes auxiliares.

La razón de regulación de las poleas podrá ser de 1:5 y 1:3.

El rendimiento de las poleas en caso de no ser conocido, se podrá determinar según el ensayo de rendimiento definido en la ET 03.364.103.6 "Conjuntos de poleas para electrificación".

En el caso de equipos tipo muelle, habrá que consultar la placa de características.

4.2.3.-Parámetros dinámicos

4.2.3.1.-ELEVACIÓN DINÁMICA EN EL BRAZO DE ATIRANTADO (S_0)

- Definición

Es la elevación calculada, simulada o medida del hilo de contacto en un brazo de atirantado, producida en las condiciones normales de funcionamiento con uno o varios pantógrafos con el límite superior de F_m a la velocidad máxima de la línea. Cuando la elevación del brazo de atirantado está físicamente limitado debido al diseño de la línea aérea de contacto, es admisible reducir el espacio necesario a $1,5S_0$ (véase norma UNE-EN 50119 apartado 5.10.2); en caso contrario se deberá permitir una elevación de hasta $2S_0$.

- Aplicación

Se trata de un valor de diseño que vendrá definido por la respuesta aerodinámica de la catenaria y de los pantógrafos. Su valor se obtendrá de la realización de simulaciones o auscultaciones dinámicas y será diferente para cada tipología de catenaria.

- Medida

Se debe medir con un detector de elevación, que puede ser con contacto o sin contacto. También se puede realizar la medida indirecta mediante vehículo auscultador comparando las alturas de la auscultación dinámica y la auscultación geométrica sin contacto realizada con el mismo sistema de medida.

4.2.3.2.-ELASTICIDAD ESTÁTICA Y DINÁMICA

- Definición

La elasticidad, expresada en milímetros por Newton (mm/N), es la elevación del hilo de contacto producida por una fuerza ejercida por el pantógrafo. Esta elasticidad se define como estática si el pantógrafo se encuentra a velocidad 0, y elasticidad dinámica cuando el pantógrafo circula a

velocidad máxima de diseño de la catenaria.

- **Aplicación**

La elasticidad debe ser reducida y uniforme a lo largo del vano. La elasticidad es factor de la longitud del vano y de los tenses del hilo de contacto y sustentador. Para conseguir una elasticidad baja es necesario limitar la longitud del vano y aumentar la tensión mecánica de los conductores.

Entre los criterios de calidad estáticos podemos apuntar la elasticidad y su uniformidad a lo largo del vano y la geometría de la línea de contacto con respecto al plano de rodadura.

- **Medida**

La elasticidad estática se obtiene midiendo la elevación en el hilo de contacto producida por la aplicación de una fuerza conocida, empleando para ello dinamómetro y regla. La elasticidad se debe medir en distintos puntos a lo largo del vano y en distintos vanos de igual longitud para obtener los valores medios, mínimos y máximos.

La elasticidad dinámica se obtiene mediante el coche auscultador o mediante simulación dinámica de pantógrafo-catenaria.

4.2.4.-Distancia de aislamiento

Las distancias de aislamiento de la catenaria se indican en los apartados siguientes. Antes de proceder a especificar las distancias de aislamiento se distinguirá entre distancia de aislamiento estática y dinámica.

La distancia de aislamiento estática es la que debe considerarse suponiendo que las partes en tensión y a tierra se encuentran en reposo.

La distancia de aislamiento dinámica es la que debe considerarse suponiendo que las partes en tensión y a tierra se encuentran en movimiento relativo entre sí, bien sea por efecto del viento o por el paso del tren.

4.2.4.1.-DISTANCIA DE AISLAMIENTO ENTRE PARTES EN TENSIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO Y TIERRA O MATERIAL RODANTES

- **Definición**

Es la distancia que se debe mantener para evitar la formación de arco eléctrico, entre un elemento en tensión y otro elemento con conexión a tierra o partes del material rodante.

- **Aplicación**

Se deberán mantener las siguientes distancias de aislamiento en el aire, como se indica en la tabla 2 de la norma UNE EN 50119:

Tensión	Distancia aislamiento	
	Estáticas(mm)	Dinámicas(mm)
Corriente continua 1,5 kV	100	50
Corriente continua 3,0 kV	150	50
Corriente alterna 25 kV	270	150

Tabla 11. Distancia de aislamiento eléctrico

La distancia de las partes conductoras del pantógrafo a cualquier estructura que no esté en tensión debe respetar la distancia de aislamiento estática en todos aquellos puntos donde el vehículo pueda detenerse.

Los valores de las distancias de aislamiento que se determinan en la tabla 11 pueden reducirse o aumentarse dependiendo de varios parámetros, por ejemplo, de la humedad absoluta, del margen de temperaturas ambiente, de la presión atmosférica, de la contaminación, de la densidad relativa del aire, de la forma y material de las estructuras tanto en tensión como puestas a tierra (véase la Norma UNE EN 50125-2).

- Medida

Esta distancia se comprobará con flexómetro. Se efectuará midiendo la mínima distancia entre las partes afectadas.

A continuación se presentan una serie de casos característicos donde se muestra la aplicación de las distancias de aislamiento:

Distancia Fase – Material Rodante:

- Caso 1: En pórticos con pendolones hay que mantener la distancia de aislamiento estática entre el pendolón y el pantógrafo (Fig 11).

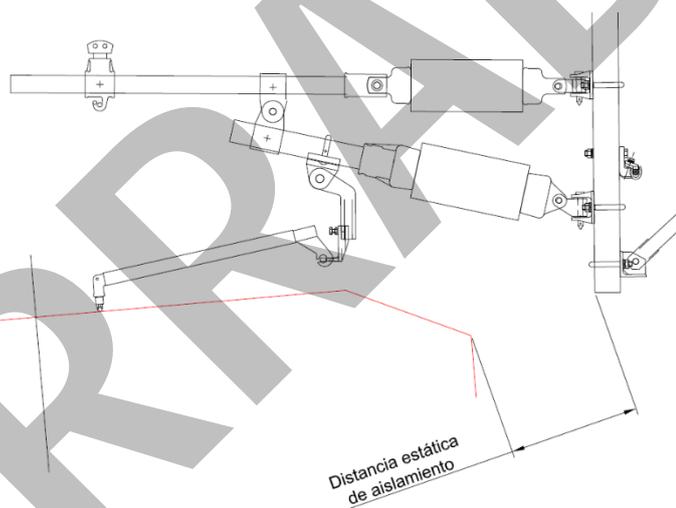


Figura 11. Distancia de aislamiento estática entre pendolón y pantógrafo

- Caso 2: En túneles y pasos superiores hay que mantener la distancia de aislamiento dinámica entre la infraestructura (túnel o paso Superior) y el pantógrafo. En este caso, habrá que mantener la distancia de aislamiento estática entre la infraestructura (túnel o paso Superior) y el pantógrafo, cuando se encuentre una señal de parada a menos de 400 m de la boca del túnel o del paso superior (Fig 12).

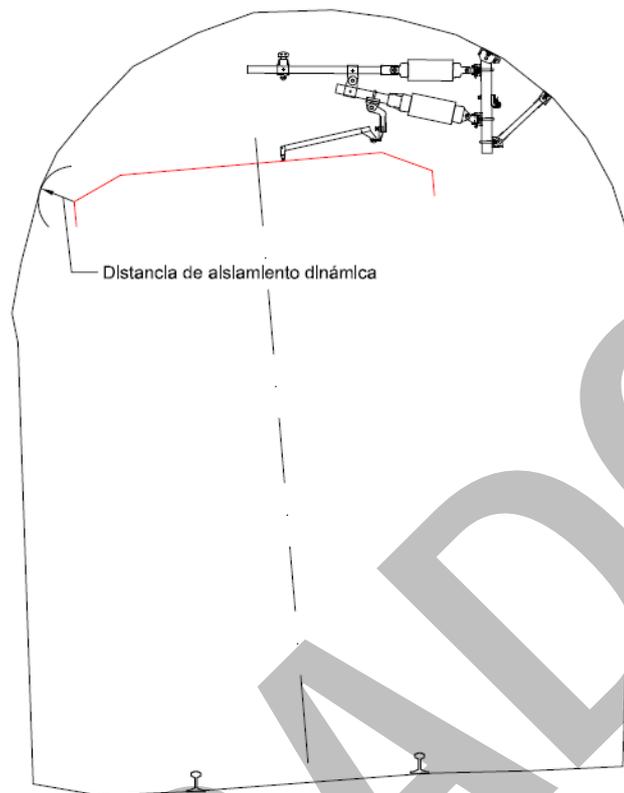


Figura 12. Distancia de aislamiento dinámica entre infraestructura y pantógrafo

Distancia Fase – Tierra:

- Caso 1: En pasos superiores cuando el fíder se sujete con un apoyo habrá que mantener la distancia de aislamiento estática entre el paso superior y el fíder (Fig 14). En el caso en el que el fíder no esté sujeto con ningún apoyo, en posición de reposo del fíder se deberá mantener la distancia de aislamiento estático entre el fíder y tierra, si se tiene en cuenta la acción del viento o la presión del tren se deberá mantener la distancia de aislamiento dinámica entre el fíder y tierra, como puede observarse en la Fig 15.

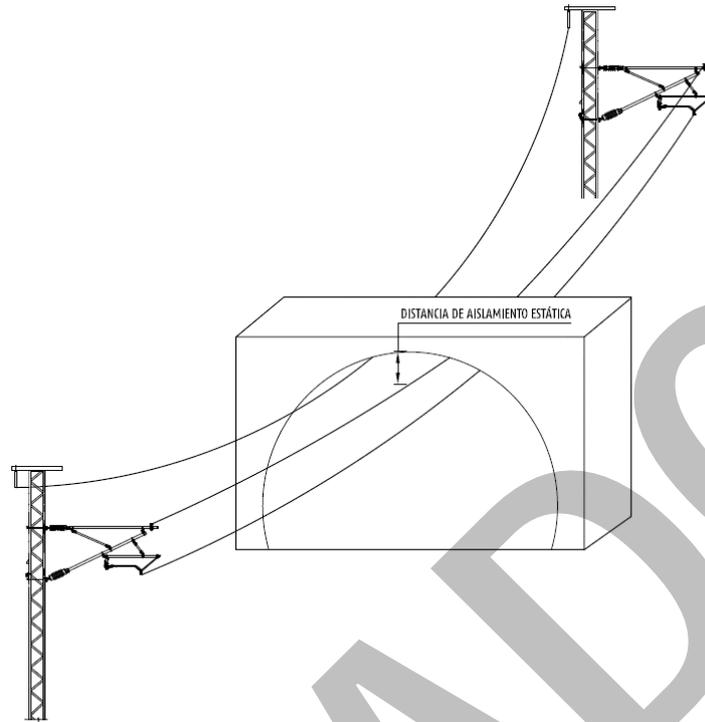


Figura 13. Distancia de aislamiento estática en paso superior

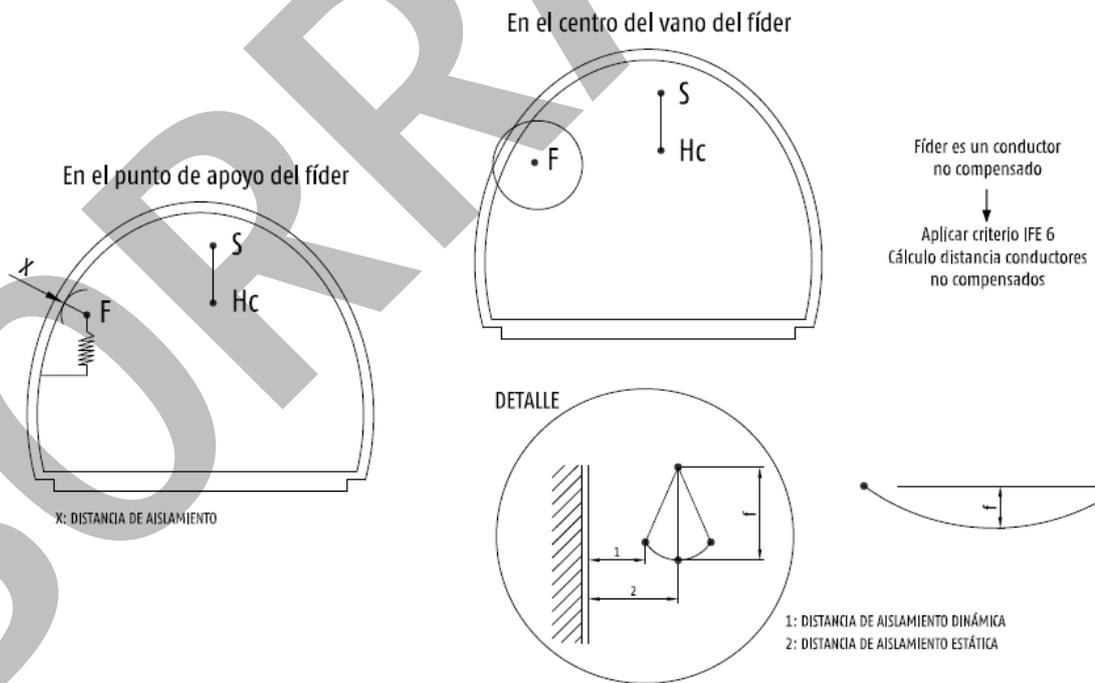


Figura 14. Distancia de aislamiento en paso superior con fíder apoyado

Figura 15. Distancia de aislamiento en paso superior con fíder sin apoyo

- Caso 2: En los seccionamientos de lámina de aire se deberá considerar que cualquiera de los puntos entre ambas catenarias deberá garantizar la distancia de aislamiento estática fase – tierra.

4.2.4.2.-DISTANCIA DE AISLAMIENTO ENTRE PARTES EN TENSIÓN DE LÍNEAS AÉREAS DE CONTACTO DE CORRIENTE ALTERNA CONTIGUAS CON DIFERENTES FASES DE TENSIÓN

- Definición

Para un sistema de líneas aéreas de contacto puede haber una diferencia de fase entre las diferentes partes del sistema, resultando en una tensión entre fases mayor que la tensión nominal. En sistemas con autotransformador de 15 kV y 25 kV, hay una diferencia de fase de 180° entre todas las partes en tensión conectadas a la línea del alimentador y todas las partes en tensión conectadas a la línea aérea de contacto.

- Aplicación

La tabla 3 de la norma UNE EN 50119 proporciona recomendaciones para las distancias de aislamiento en el aire que deberían alcanzarse entre las partes en tensión de un sistema de la línea de contacto en corriente alterna con fases diferentes.

Tensión nominal (kV)	Diferencia de fase (grados)	Tensión relativa (kV)	Distancia de aislamiento recomendada	
			Estática (mm)	Dinámica (mm)
25	120	43,3	400	230
25	180	50	540	300

Tabla 12. Distancia de aislamiento entre fases diferentes

- Medida

Esta distancia se comprobará con flexómetro. Se efectuará midiendo la mínima distancia entre las partes afectadas.

A continuación se presentan una serie de casos característicos donde se muestra la aplicación de las distancias de aislamiento:

Diferencia de fase 120° (Entre distintas fases +25 kV de la catenaria)

- Este caso se dará en seccionamientos de zona neutra de corriente alterna y se tendrá que mantener la distancia de aislamiento estática fase – fase (400 mm), tanto en el desarrollo del seccionamiento como en las elevación.

Se debe mantener las distancia estática de aislamiento entre los puntos críticos de los seccionamientos de la lámina de aire con ménsulas tubulares. Los elementos críticos están en los ejes de seccionamientos de lámina de aire, los conductores y los tubos de ménsula de las distintas catenarias. Hay que tener especial cuidado con el falso sustentador. En poste de semieje todas la ménsulas estarán a la misma tensión o fase.

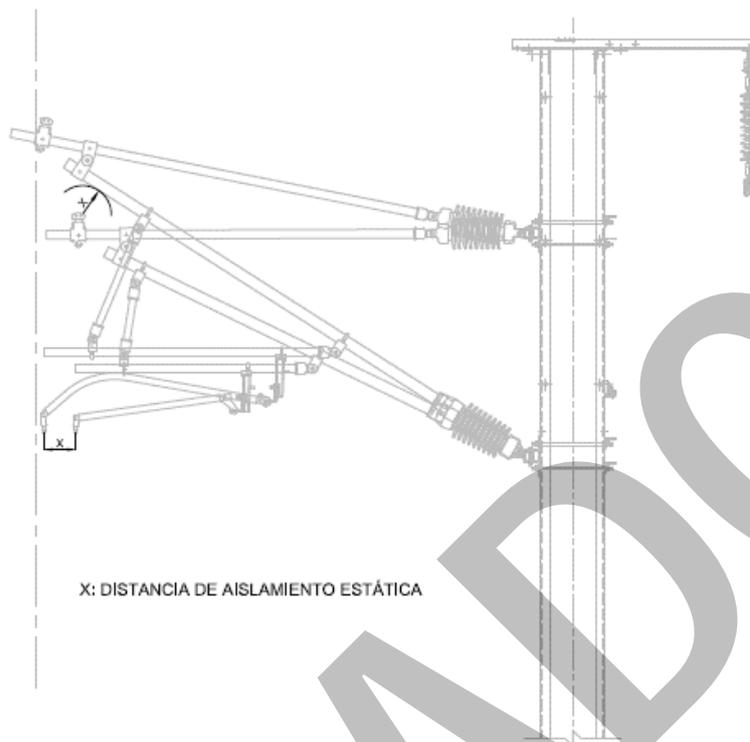


Figura 16. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto c.a.

Diferencia de fase 180° (Entre fase +25 kV de catenaria y -25 kV de fíder negativo)

- En túneles y pasos superiores con fíder negativo desnudo hay que mantener la distancia de aislamiento estática entre fases (540 mm) entre los puntos de catenaria que están en fase +25 kV y el fíder negativo -25 kV que estará en otra fase con una diferencia de fase de 180°.

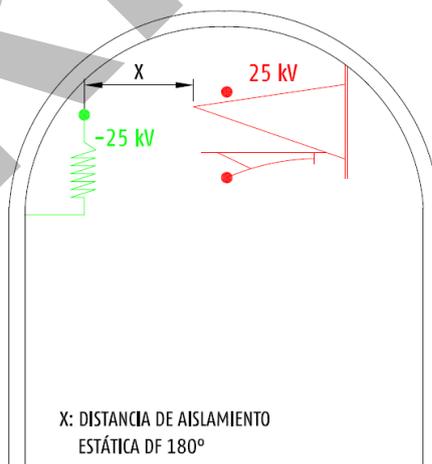


Figura 17. Distancia de aislamiento estática entre fases en túneles y pasos superiores con fíder negativo desnudo

5.-NORMATIVA DEROGADA

NAE 107. *"Definición y medida de parámetros geométricos de la línea aérea de contacto (catenaria)".* 1ª edición: 1996. Adif.

6.-ENTRADA EN VIGOR

La presente NAE entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

7.-NORMATIVA DE REFERENCIA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

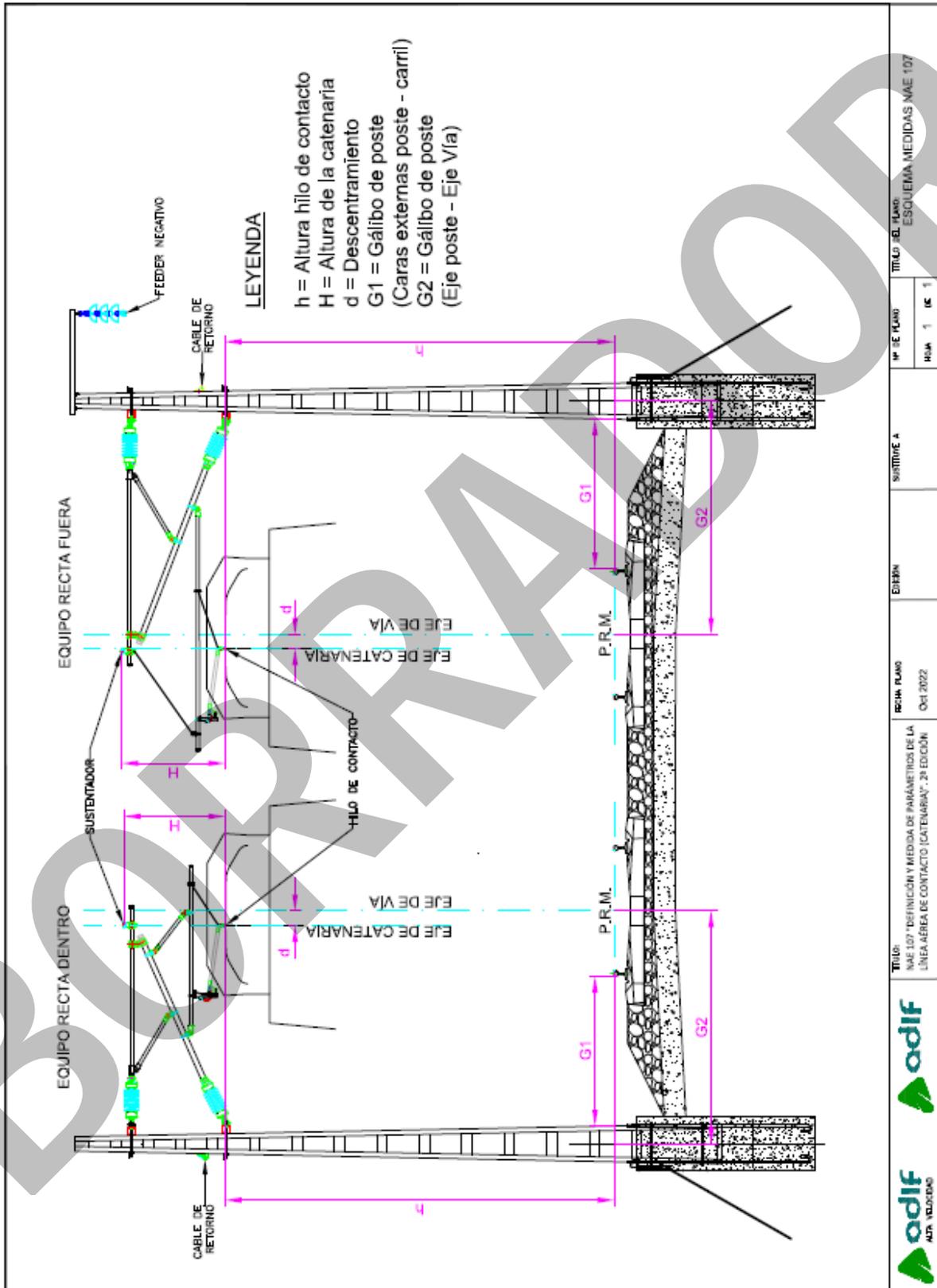
- NAE 115. *"Ejecución, montaje de agujas aéreas (Catenaria 3000 V C.C.)"*.1ª edición: junio 2011. Adif.
- NAE 116. *"Cálculo y montaje del pendolado para líneas aéreas de contacto de CC (Líneas Convencionales)"*. 1ª edición: diciembre 2007+M1: enero 2019. Adif.
- NAE 117. *"Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua"*. 2ª edición: febrero 2022. Adif.
- NAG 4-0-0.0. *"Metodología para el análisis del riesgo y adaptación a los efectos del cambio climático"*. 1ª edición: enero 2020. Adif.
- NAG 5-1-0.0. *"Gálibos autopista ferroviaria"*. 1ª edición: julio 2021. Adif.
- ET 03.364.103.6. *"Conjuntos de poleas para electrificación"*. 1ª edición: julio 2016+M1: enero 2020. Adif.
- R.D. 223/2008 de 15 de febrero de 2008. *"Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión"*. Boletín Oficial del Estado.
- R.D. 664/2015 de 18 de julio de 2015. *"Reglamento de circulación Ferroviaria"*. Boletín Oficial del Estado.
- Orden FOM/1630/2015 de 14 de julio de 2015. *"Instrucción Ferroviaria de Gálibos"*. Boletín Oficial del Estado.
- UNE-EN 1991-1-4: 2018. *"Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento"*. AENOR.
- UNE-EN 50119, 2021. *"Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica"*. AENOR.
- UNE-EN 50122-1: 2011 + A1:2011 + AC:2012 + A2:2016 + A3:2017 + A4:2017.

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN		ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
DEFINICIÓN Y MEDIDA DE PARÁMETROS DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO (CATENARIA)		COMITÉ DE NORMATIVA	
NAE 107	2ª EDICIÓN	NOVIEMBRE 2022	Pág. 32 de 49

“Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos”. AENOR.

- UNE-EN 50125-2: 2004 + CORR:2010. *“Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 2: Instalaciones eléctricas fijas”.* AENOR.
- UNE-EN 50149: 2012. *“Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre”.* AENOR.
- UNE-EN 50163: 2005 + A1:2008 + CORR:2010 + AC:2013 + A2:2020. *“Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción”.* AENOR.
- UNE-EN 50182: 2002 + AC:2013. *“Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas”.* AENOR.
- UNE-EN 50367: 2022. *“Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto”.* AENOR.
- UNE-EN 50526-1: 2012. *“Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Pararrayos y limitadores de tensión para uso específico en sistemas de corriente continua. Parte 1: Pararrayos”.* AENOR.

I. ANEJO 1. ESQUEMA DE MEDIDAS



II. ANEJO 2. FICHAS DE CATENARIAS

En el presente anejo se introducen una serie de tablas con los parámetros más característicos de las catenarias certificadas por Adif, las que están en proceso de certificación y las catenarias normalizadas. No obstante, existen otros tipos de catenarias que tienen diferentes parámetros, pero debido a que son variantes de las catenarias certificadas o se trata de catenarias históricas no se incluyen en el anejo.

CA-160 / 3KV – TIPO A		
Velocidad máxima de diseño	160	km/h
Tensión de alimentación	3	kV
Pantógrafos admisibles	1950	mm
Hilo de Contacto		
Tipo hilo contacto	BC-107 Cu ETP	
Sección	107	mm ²
Número de hilos de contacto	2	
Tensión mecánica	1050	kgf
	1029	daN
Cable sustentador		
Tipo sustentador	Cu ETP	
Sección	150	mm ²
Tensión mecánica	1425	kgf
	1397	daN
Falso sustentador / Péndola en Y		
<i>Características péndola en Y</i>	-	
Péndolas		
<i>Características péndola</i>	Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación		
Tipo compensación	Independiente	
Ménsula y suspensión		
Tipo de ménsula	Perfiles de acero	
Aislador de suspensión sustentador	3kV	
Aislador de ménsula y tirante	-	
Postes		
Tipo de poste	X / Z	
Gálibo del poste (Recta)	<i>dist. poste-carril</i>	1,90 m
	<i>dist. eje poste-eje vía IB</i>	3,00 m
Parámetros Geométricos		
Vano máximo	60	m
Altura del sistema	1400	mm
Descentramiento	±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano	0,6	‰
Altura del hilo de contacto	<i>nominal</i>	5300 mm
	<i>máxima</i>	6000 mm
	<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos		
Separación	<i>secc. compensación</i>	250 mm
	<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	300 mm
Parámetros dinámicos		
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	67	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>	98	mm

CA-160 / 3KV – TIPO B			
Velocidad máxima de diseño		160	km/h
Tensión de alimentación		3	kV
Pantógrafos admisibles		1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección		120	mm ²
Número de hilos de contacto		2	
Tensión mecánica		1200	kgf
		1176	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		150	mm ²
Tensión mecánica		1425	kgf
		1397	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación			
Tipo de compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Perfiles de acero	
Aislador de suspensión sustentador		3kV	
Aislador de ménsula y tirante		-	
Postes			
Tipo de poste		X / Z	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía IB</i>		1,90	m
		3,00	m
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,6	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300 mm
		<i>máxima</i>	6000 mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	250 mm
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	300 mm
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		61	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		89	mm

CA-160H / 3KV		
Velocidad máxima de diseño	160	km/h
Tensión de alimentación	3	kV
Pantógrafos admisibles	1950	mm
Hilo de Contacto		
Tipo hilo contacto	BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección	120	mm ²
Número de hilos de contacto	2	
Tensión mecánica	1200	kgf
	1176	daN
Cable sustentador		
Tipo sustentador	Cu ETP	
Sección	150	mm ²
Tensión mecánica	1425	kgf
	1398	daN
Falso sustentador / Péndola en Y		
<i>Características péndola en Y</i>	-	
Péndolas		
<i>Características péndola</i>	Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación		
Tipo compensación	Independiente	
Ménsula y suspensión		
Tipo de ménsula	Tubular Aluminio	
Aislador de suspensión sustentador	-	
Aislador de ménsula y tirante	25kV	
Postes		
Tipo de poste	XR / Z / Z-AV	
Gálibo del poste (Recta)	<i>dist. poste-carril</i>	2,15 m
	<i>dist. eje poste-eje vía IB</i>	3,25 m
Parámetros Geométricos		
Vano máximo	60	m
Altura del sistema	1400	mm
Descentramiento	±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano	0,6	‰
Altura del hilo de contacto	<i>nominal</i>	5300 mm
	<i>máxima</i>	6000 mm
	<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos		
Separación	<i>secc. compensación</i>	250 mm
	<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	400 mm
Parámetros dinámicos		
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	60	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>	91	mm

CA-200H / 3kV		
Velocidad máxima de diseño	200	km/h
Tensión de alimentación	3	kV
Pantógrafos admisibles	1950	mm
Hilo de Contacto		
Tipo hilo contacto	BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección	120	mm ²
Número de hilos de contacto	2	
Tensión mecánica	1500	kgf
	1470	daN
Cable sustentador		
Tipo sustentador	Cu ETP	
Sección	150	mm ²
Tensión mecánica	1650	kgf
	1618	daN
Falso sustentador / Péndola en Y		
<i>Características péndola en Y</i>	-	
Péndolas		
<i>Características péndola</i>	Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación		
Tipo compensación	Independiente	
Ménsula y suspensión		
Tipo de ménsula	Tubular Aluminio	
Aislador de suspensión sustentador	-	
Aislador de ménsula y tirante	25kV	
Postes		
Tipo de poste	XR / Z / X-AV	
Gálibo del poste (Recta)	<i>dist. poste-carril</i>	2,15 m
	<i>dist. eje poste-eje vía IB</i>	3,25 m
Parámetros Geométricos		
Vano máximo	60	m
Altura del sistema	1400	mm
Descentramiento	±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano	0,5	‰
Altura del hilo de contacto	<i>nominal</i>	5300 mm
	<i>máxima</i>	6000 mm
	<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos		
Separación	<i>secc. compensación</i>	250 mm
	<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	400 mm
Parámetros dinámicos		
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	55	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>	68	mm

CA-220 / 3kV			
Velocidad máxima de diseño		200	km/h
Tensión de alimentación		3	kV
Pantógrafos admisibles		1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-150 Cu Ag 0,1	
Sección		150	mm ²
Número de hilos de contacto		2	
Tensión mecánica		1875	kgf
		1839	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		185	mm ²
Tensión mecánica		2475	kgf
		2428	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Perfiles de acero	
Aislador de suspensión sustentador		3kV	
Aislador de ménsula y tirante		-	
Postes			
Tipo de poste		XR / Z	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía IB</i>		1,9	m
		3,00	m
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,5	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300 mm
		<i>máxima</i>	6000 mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	250 mm
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	400 mm
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		41	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		42	mm

CA-200 / 25kV			
Velocidad máxima de diseño		200	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección		120	mm ²
Número de hilos de contacto		1	
Tensión mecánica		1575	kgf
		1545	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		95	mm ²
Tensión mecánica		1575	kgf
		1543	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales de lazo Bz II 16 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Tubular aluminio	
Aislador de suspensión sustentador		-	
Aislador de ménsula y tirante		25kV	
Postes			
Tipo de poste		X-AV	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía IB</i>		2,15	m
		3,25	m
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,4	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300 mm
		<i>máxima</i>	6000 mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	250 mm
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	300 mm
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	400 mm
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		46	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		78	mm

CA-220 / 25kV			
Velocidad máxima de diseño		220	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-150 Cu Ag 0,1	
Sección		150	mm ²
Número de hilos de contacto		1	
Tensión mecánica		1875	kgf
		1837	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		95	mm ²
Tensión mecánica		1575	kgf
		1543	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales de lazo BZ II 16 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Tubular aluminio	
Aislador de suspensión sustentador		-	
Aislador de ménsula y tirante		25kV	
Postes			
Tipo de poste		X-AV	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía IB</i>		2,15	m
		3,25	m
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,4	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300 mm
		<i>máxima</i>	6000 mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	200 mm
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	450 mm
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	450 mm
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		43	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		77	mm

CA-160H / 25kV			
Velocidad máxima de diseño		160	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección		120	mm ²
Número de hilos de contacto		2	
Tensión mecánica		1200	kgf
		1176	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		150	mm ²
Tensión mecánica		1425	kgf
		1397	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Tubular aluminio	
Aislador de suspensión sustentador		-	
Aislador de ménsula y tirante		25kV	
Postes			
Tipo de poste		XR / Z / Z-AV	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i>		2,15	m
		<i>dist. eje poste-eje vía IB</i>	3,25
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,6	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300
		<i>máxima</i>	6000
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	250
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	300
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	400
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		34	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		55	mm

CA-200H / 25kV			
Velocidad máxima de diseño		200	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/1950	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección		120	mm ²
Número de hilos de contacto		2	
Tensión mecánica		1500	kgf
		1470	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		150	mm ²
Tensión mecánica		1650	kgf
		1617	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Tubular aluminio	
Aislador de suspensión sustentador		-	
Aislador de ménsula y tirante		25kV	
Postes			
Tipo de poste		XR / Z / X-AV	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i>		2,15	m
		<i>dist. eje poste-eje vía IB</i>	3,25
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,5	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	5300
		<i>máxima</i>	6000
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación		<i>secc. compensación</i>	250
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	300
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	400
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		35	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		48	mm

CA-160/ 3kV – TIPO AM			
Velocidad máxima de diseño		160	km/h
Tensión de alimentación		1,5	kV
Pantógrafos admisibles		1750	mm
Hilo de Contacto			
Tipo hilo contacto		BC-107 Cu ETP	
Sección		107	mm ²
Número de hilos de contacto		2	
Tensión mecánica		1050	kgf
		1029	daN
Cable sustentador			
Tipo sustentador		Cu ETP	
Sección		150	mm ²
Tensión mecánica		1425	kgf
		1397	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
<i>Características péndola en Y</i>		-	
Péndolas			
<i>Características péndola</i>		Equipotenciales por parejas CU-ETP 25 mm ²	
Compensación			
Tipo compensación		Independiente	
Ménsula y suspensión			
Tipo de ménsula		Perfiles de acero	
Aislador de suspensión sustentador		3kV	
Aislador de ménsula y tirante		-	
Postes			
Tipo de poste		X / Z	
Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía AM</i>		1,70	m
		2,50	m
Parámetros Geométricos			
Vano máximo		60	m
Altura del sistema		1400	mm
Descentramiento		±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano		0,6	‰
Altura del hilo de contacto		<i>nominal</i>	4750 mm
		<i>máxima</i>	5000 mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)
Seccionamientos			
Separación <i>secc. compensación</i> <i>sec. lamina aire fase-tierra</i>		200	mm
		300	mm
Parámetros dinámicos			
<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>		67	mm
<i>Elevación máxima (fs)</i>		98	mm

C-350			
Velocidad máxima de diseño		350	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/ 1950	mm
Hilo de Contacto			
	Tipo hilo contacto	BC-150 Cu Mg0.5	
	Sección	150	mm ²
	Número de hilos de contacto	1	
	Tensión mecánica	3150	kgf
		3087	daN
Cable sustentador			
	Tipo sustentador	Cu ETP	
	Sección	95	mm ²
	Tensión mecánica	1575	kgf
		1543	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
	<i>Características péndola en Y</i>	Bz II 35 mm ² de 18 m a 350 daN	
Péndolas			
	<i>Características péndola</i>	Equipotenciales de lazo BZ II 16 mm ²	
Compensación			
	Tipo compensación	Independiente	
Ménsula y suspensión			
	Tipo de ménsula	Tubular aluminio	
	Aislador de suspensión sustentador	-	
	Aislador de ménsula y tirante	25kV	
Postes			
	Tipo de poste	X-AV	
	Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i> <i>dist. eje poste-eje vía AE</i>	2,35	
		3,35	m
Parámetros Geométricos			
	Vano máximo	64	m
	Altura del sistema	1400	mm
	Descentramiento	±20	cm
	Flecha hilo contacto en centro del vano	0	‰
	Altura del hilo de contacto <i>nominal</i> <i>máxima</i> <i>mínima</i>	5300	mm
		5300	mm
		Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)	
Seccionamientos			
	Separación <i>secc. compensación</i> <i>sec. lamina aire fase-tierra</i> <i>sec. lamina aire fase-fase</i>	200	mm
		400	mm
		450	mm
Parámetros dinámicos			
	<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	110	mm
	<i>Elevación máxima (fs)</i>	134	mm

C-350-TR-250			
Velocidad máxima de diseño		250	km/h
Tensión de alimentación		25	kV
Pantógrafos admisibles		1600/ 1950	mm
Hilo de Contacto			
	Tipo hilo contacto	BC-150 Cu Mg0.5	
	Sección	150	mm ²
	Número de hilos de contacto	1	
	Tensión mecánica	2100	kgf
		2058	daN
Cable sustentador			
	Tipo sustentador	Cu ETP	
	Sección	95	mm ²
	Tensión mecánica	1575	kgf
		1543	daN
Falso sustentador / Péndola en Y			
	<i>Características péndola en Y</i>	Bz II 35 mm ² de 18 m a 308,7 daN	
Péndolas			
	<i>Características péndola</i>	Equipotenciales de lazo BZ II 16 mm ²	
Brazo de atirantado			
	Tipo compensación	Independiente	
Ménsula y suspensión			
	Tipo de ménsula	Tubular aluminio	
	Aislador de suspensión sustentador	-	
	Aislador de ménsula y tirante	25kV	
Postes			
	Tipo de poste	X-AV	
	Gálbo del poste (Recta) <i>dist. Poste-carril</i> <i>dist. Eje poste-eje vía AE</i>	2,35	
		3,35	m
Parámetros Geométricos			
	Vano máximo	64	m
	Altura del sistema	1400	mm
	Descentramiento	±20	cm
	Flecha hilo contacto en centro del vano	0	‰
	Altura del hilo de contacto <i>nominal</i> <i>máxima</i> <i>mínima</i>	5300	mm
		5300	mm
		Variable según gálbo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)	
Seccionamientos			
	Separación <i>secc. Compensación</i> <i>sec. Lamina aire fase-tierra</i> <i>sec. Lamina aire fase-fase</i>	200	mm
		450	mm
		450	mm
Parámetros dinámicos			
	<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	95,5	mm
	<i>Elevación máxima (fs)</i>	128	mm

C-350-TR-200				
Velocidad máxima de diseño		200	km/h	
Tensión de alimentación		25	kV	
Pantógrafos admisibles		1600/ 1950	mm	
Hilo de Contacto				
	Tipo hilo contacto	BC-150 Cu Mg0.5		
	Sección	150	mm ²	
	Número de hilos de contacto	1		
	Tensión mecánica	1575	kgf	
		1543	daN	
Cable sustentador				
	Tipo sustentador	Cu ETP		
	Sección	95	mm ²	
	Tensión mecánica	1575	kgf	
		1543	daN	
Falso sustentador / Péndola en Y				
	<i>Características péndola en Y</i>	-		
Péndolas				
	<i>Características péndola</i>	Equipotenciales de lazo BZ II 16 mm ²		
Brazo de atirantado				
	Tipo compensación	Independiente	mm	
Ménsula y suspensión				
	Tipo de ménsula	Tubular aluminio		
	Aislador de suspensión sustentador	-		
	Aislador de ménsula y tirante	25kV		
Postes				
	Tipo de poste	X-AV		
	Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i>	2,35		
		<i>dist. eje poste-eje vía AE</i>	3,35	m
Parámetros Geométricos				
	Vano máximo	60	m	
	Altura del sistema	1400	mm	
	Descentramiento	±20	cm	
	Flecha hilo contacto en centro del vano	0,4	‰	
	Altura del hilo de contacto <i>nominal</i>	5300	mm	
		<i>máxima</i>	5300	mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)	
Seccionamientos				
	Separación <i>secc. compensación</i>	200	mm	
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	450	mm
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	450	mm
Parámetros dinámicos				
	<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	43	mm	
	<i>Elevación máxima (fs)</i>	87	mm	

SICAT H1.0				
Velocidad máxima de diseño		330	km/h	
Tensión de alimentación		25	kV	
Pantógrafos admisibles		1600/ 1950	mm	
Hilo de Contacto				
	Tipo hilo contacto	AC-120 Cu Mg0.5		
	Sección	150	mm ²	
	Número de hilos de contacto	1		
	Tensión mecánica	2753	kgf	
		2700	daN	
Cable sustentador				
	Tipo sustentador	Cu ETP		
	Sección	95	mm ²	
	Tensión mecánica	2142	kgf	
		2100	daN	
Falso sustentador / Péndola en Y				
	<i>Características péndola en Y</i>	Bz II 25 mm ² de 22 m a 350 daN		
Péndolas				
	<i>Características péndola</i>	Equipotenciales de lazo BZ II 10 mm ²		
Brazo de atirantado				
	Tipo compensación	Independiente		
Ménsula y suspensión				
	Tipo de ménsula	Tubular aluminio		
	Aislador de suspensión sustentador	-		
	Aislador de ménsula y tirante	25kV		
Postes				
	Tipo de poste	X-AV		
	Gálibo del poste (Recta) <i>dist. poste-carril</i>	2,55		
		<i>dist. eje poste-eje vía AE</i>	3,70	m
Parámetros Geométricos				
	Vano máximo	65	m	
	Altura del sistema	1600	mm	
	Descentramiento	±30	cm	
	Flecha hilo contacto en centro del vano	0	‰	
	Altura del hilo de contacto <i>nominal</i>	5300	mm	
		<i>máxima</i>	5300	mm
		<i>mínima</i>	Variable según gálibo (UNE EN 50119 apdo. 5.10.4.3)	
Seccionamientos				
	Separación <i>secc. compensación</i>	200	mm	
		<i>sec. lamina aire fase-tierra</i>	450	mm
		<i>sec. lamina aire fase-fase</i>	450	mm
Parámetros dinámicos				
	<i>Elevación dinámica en el brazo de atirantado (S₀)</i>	94,9	mm	
	<i>Elevación máxima (fs)</i>	125	mm	

BORRADOR