



NAE 118

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN

REPLANTEO Y MONTAJE DE DISPOSITIVOS LIMITADORES DE TENSIÓN TIPO VLD-F




1ª EDICIÓN: MARZO 2026

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-300. Línea Aérea de Contacto.

<p>Propone:</p> <div style="text-align: center;">  <p>COMITÉ DE NORMATIVA GT - 300 GRUPO DE TRABAJO</p> <p> </p> </div> <p>Grupo de trabajo GT-300 Fecha: 26 de marzo de 2026</p>	<p>Aprueba:</p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
--	--

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

ÍNDICE DE CONTENIDOS
PÁGINA

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2.- CONTEXTO NORMATIVO.....	4
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS	5
4.- ZONAS DE PROTECCIÓN Y ELEMENTOS A PROTEGER.....	6
4.1.-ZONAS DE PÚBLICA CONCURRENCIA.....	6
4.2.-ZONA DE ACCESO EXCLUSIVO A PERSONAL AUTORIZADO	9
4.3.-ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE SER PROTEGIDOS MEDIANTE VLD-F	10
5.- MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS LIMITADORES DE TENSIÓN	12
5.1.-CRITERIOS DE REPLANTEO	12
5.1.1.-MÉTODOS DE PROTECCIÓN: DIRECTO E INDIRECTO.....	12
5.1.2.-GENERALIDADES EN TRAYECTO Y EN ESTACIÓN	13
5.1.3.-PARTICULARIDADES POR TIPO DE UBICACIÓN	15
5.2.-procedimiento de montaje	20
5.2.1.-MONTAJE DE VLD-F EN ESTRUCTURAS METÁLICAS (POSTES DE CATENARIA Y MARQUESINAS DE ANDENES)	20
5.2.2.-MONTAJE VLD-F EN SUBESTACIONES DE TRACCIÓN	23
5.3.-CONEXIONADO	24
5.3.1.-CONEXIÓN DEL VLD-F MONTADO SOBRE UN POSTE DE CATENARIA	24
5.3.2.-CONEXIÓN DEL VLD-F MONTADO SOBRE UNA ESTRUCTURA METÁLICA	28
5.3.3.-CONEXIÓN DEL VLD-F MONTADO DENTRO DE LA SUBESTACIÓN	28
5.3.4.-CONEXIÓN DEL VLD-F MONTADO FUERA DE LA SUBESTACIÓN	28
5.3.5.-CONEXIONES EQUIPOTENCIALES DE ELEMENTOS METÁLICOS	29
6.- NORMATIVA DEROGADA	30
7.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR	30
8.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA	30

1.-OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma establece los criterios generales para el replanteo, montaje y conexionado de los Dispositivos Limitadores de Tensión Clase 2.1, en adelante VLD-F, conforme a la norma UNE-EN 50526-2.

La implementación de estos dispositivos persigue un objetivo doble:

- 1) Garantizar la protección contra contactos indirectos en **instalaciones fijas asociadas a líneas aéreas de contacto**, en las que pueda verse comprometida la seguridad de las personas.
- 2) Favorecer la detección, por parte de las subestaciones de tracción, de defectos eléctricos "no francos" o defectos de alta resistencia a distancias elevadas en catenaria.

Esta norma es aplicable a todas las líneas ferroviarias electrificadas a 3 kV y a 1,5 kV de corriente continua (c.c.) de la Red Ferroviaria de Interés General administradas por Adif y Adif AV (en adelante Adif).

Su aplicación se extiende a todas las nuevas electrificaciones, acondicionamientos o renovaciones de las electrificaciones existentes para los siguientes elementos de los sistemas de tracción de corriente continua:

- a) Trayectos en plena vía y obras de paso ferroviario.
- b) Estaciones de pasajeros, andenes y apeaderos.
- c) Pasos superiores con vial de peatones, pasarelas peatonales y pasos inferiores.

Así mismo será de aplicación a actuaciones en nuevas estaciones, pasos superiores e inferiores, pasarelas, o acondicionamiento o renovación de las mismas donde existan elementos dentro de la zona de la línea aérea de contacto (OCLZ) o zona de captación de corriente (CCZ).

En esta norma, se detalla cómo proteger con VLD-F tanto las estructuras próximas y de apoyo a la catenaria, como otros equipos eléctricos o elementos metálicos próximos ajenos al sistema de catenaria.

2.-CONTEXTO NORMATIVO

En cuanto al marco normativo comunitario, destacan los siguientes documentos:

La Especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI de energía) del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión (Reglamento UE 1301/2014 de la Comisión), así como sus modificaciones publicadas mediante el Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1694 establecen disposiciones sobre protección contra choques eléctricos. La ETI de energía remite directamente a la norma UNE-EN 50122-1 para el diseño de los sistemas de protección y puesta a tierra.

A su vez, la ETI de energía establece que, en sistemas de c.c. (1,5 kV y 3 kV), el retorno de tracción deberá estar diseñado para minimizar las corrientes vagabundas. Por otro lado, exige que los dispositivos de protección no interfieran con la detección de los circuitos de vía, lo que condiciona el tipo de dispositivo a utilizar.

Por su parte, la norma UNE-EN 50122-1 define los requisitos de protección contra choques eléctricos. Se establece que en los sistemas de tracción eléctrica el método preferido para lograr la protección contra el contacto indirecto es la conexión con el circuito de retorno. Sin embargo, en los sistemas de corriente continua, las partes conductoras accesibles de los sistemas de alimentación que no estén aisladas con respecto a tierra no deben conectarse directamente al circuito de retorno debido a la corrosión causada por las corrientes vagabundas (UNE-EN 50122-2). Por ello, el método preferido para realizar la desconexión de las partes activas conductoras accesibles respecto del circuito de retorno es el uso de un dispositivo limitador de tensión (VLD), en este caso con funcionalidad mínima VLD-F. El VLD-F es un dispositivo capaz de soportar corrientes de cortocircuito elevadas para conectar el carril a tierra si la tensión de contacto supera los umbrales de seguridad.

Por otro lado, la norma UNE-EN 50526-2 es la norma específica de VLD para los sistemas de tracción de c.c., donde se definen los ensayos y las características de funcionamiento de estos dispositivos.

A escala nacional, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF) a través de la Instrucción Ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) recoge las especificaciones técnicas que, junto con las establecidas en la ETI de energía, debe cumplir el subsistema de energía para proceder a su autorización de entrada en servicio por la AESF. La IFE 2023 recogía en el apartado 4.1.2.4 instrucciones adicionales a la ETI de energía donde se establecían las dimensiones de la zona de la línea aérea de contacto (OCLZ) y de la zona de captación de corriente (CCZ). No obstante, la AESF publicó una nota técnica posterior: NT-2/2024 *Interpretación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos de la IFE tras la aprobación del Reglamento de Ejecución UE 2023/1694*, donde deja sin aplicación la instrucción 4.1.2.4 de la IFE hasta que se publique una nueva versión de la IFE. Sin embargo, en túneles no aplica dicha excepción, debiendo aplicarse los límites dimensionales establecidos en la IFE.

Por tanto, Adif como administrador de la infraestructura, aplicará las medidas que considere necesarias para asegurar la protección contra choques eléctricos. En este contexto, surge la necesidad de elaborar esta norma que persigue una doble finalidad de protección: por un lado, garantizar la protección contra contactos indirectos en las que pueda verse comprometida la seguridad de las personas, principalmente en: estaciones, andenes, apeaderos, pasos superiores con vial de peatones, pasarelas peatonales y pasos inferiores; por otro, la mejora de la detectabilidad de los defectos de alta impedancia que se produzcan principalmente en trayecto.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Los términos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 8. Dichas normas tienen carácter complementario de la presente norma mientras no la contradigan.

Adicionalmente se emplean los siguientes términos:

- Dispositivo limitador de tensión (VLD-F): dispositivo de protección cuya función es evitar que se produzca una tensión de contacto inadmisiblemente alta.
- Estaciones: conjunto de instalaciones de vías y agujas desde las que se coordina el tráfico ferroviario, tanto de trenes de viajeros como de mercancías, y maniobras de servicio comercial de todo tipo a los usuarios de ferrocarril.
- Apeaderos: dependencias con servicio exclusivo para la subida y bajada de viajeros. Son muy habituales en los grandes núcleos de población y no tienen personal.

- Apartaderos: estaciones técnicas no destinadas a subida y bajada de viajeros, salvo en casos excepcionales y cuyo objetivo fundamental es la regulación del tráfico ferroviario, posibilitando la realización de cruces de trenes, adelantamientos, etc.
- Contacto Directo: contacto eléctrico de personas o animales con partes activas.
- Contacto Indirecto: contacto eléctrico de personas o animales con partes conductoras accesibles que se vuelven activas como consecuencia de una avería.
- Zona de la línea aérea de contacto (OCLZ): zona cuyos límites no se ven normalmente sobrepasados por un hilo aéreo de contacto o por un cable sustentador, según se define en el apartado 3.5 de la norma UNE-EN 50122-1.
- Zona de captación de corriente (CCZ): zona cuyos límites no se ven normalmente sobrepasados por un captador activo que no se encuentre en contacto con la línea aérea de contacto o por un captador roto y sus fragmentos, según se define en el apartado 3.5 de la norma UNE-EN 50122-1.
- Circuito de retorno: compuesto por los conductores que constituyen un camino preestablecido para la corriente de retorno de tracción. Estos conductores pueden ser: los carriles, los cables y los conductores de retorno. El circuito de retorno permite el retorno de la corriente de tracción tanto en operación normal como en condiciones de fallo.
- Corriente vagabunda: corriente que sigue caminos distintos al camino establecido.

4.-ZONAS DE PROTECCIÓN Y ELEMENTOS A PROTEGER

Como esta norma persigue una doble funcionalidad mediante la instalación de VLD-F's, se establecen varios niveles de protección atendiendo a la ubicación:

- Para la protección contra contactos indirectos en zonas accesibles:
 - 1) Zonas de pública concurrencia: estaciones, andenes, apeaderos, pasarelas peatonales y pasos superiores con vial de peatones.

Estas ubicaciones deben protegerse contra contactos indirectos en instalaciones de tracción eléctrica.
- Para favorecer la detección de defectos en catenaria:
 - 2) Zonas de acceso exclusivo a personal autorizado: trayectos, talleres y centros logísticos.

En estas ubicaciones se pretende mejorar la detección de faltas de alta resistencia en catenarias de c.c.

En esta norma se asume que, para los 2 niveles señalados, la zona de protección es independiente del tipo de catenaria (elástica o rígida), y de la electrificación de la línea ya sea 3 kV o 1,5 kV c.c.

4.1.-ZONAS DE PÚBLICA CONCURRENCIA

Tal y como se recoge en la norma UNE-EN 50122-1, se deberá disponer de medidas de protección contra el contacto indirecto para las partes conductoras accesibles y para partes (total o parcialmente) conductoras dentro de la *zona de la línea aérea de contacto (OCLZ)* y de la *zona de captación de corriente (CCZ)* que pueden llegar a estar en tensión debido a condiciones de fallo.

La norma indica que, en los sistemas de tracción eléctrica, el método preferido para lograr la protección por contacto indirecto es la conexión con el circuito de retorno. Sin embargo, este método presenta el problema de la corrosión causada por las corrientes vagabundas en sistemas de c.c. (UNE-EN 50122-2). Para conseguir este fin, el método preferido consiste en emplear un

dispositivo limitador de tensión (VLD). El VLD proporciona un camino para la corriente en caso de que las partes conductoras accesibles se vuelvan activas. Esta es la primera funcionalidad para la cual se plantea el uso de dispositivos limitadores de tensión en esta norma.

Para proteger un tramo de una línea ferroviaria de c.c., en primer lugar, se identificará cuál es la zona de protección aplicable y, seguidamente, cuáles son los elementos que deben ser protegidos en dicho tramo. Finalmente se seleccionará el tipo de montaje más adecuado según el ámbito de actuación y los elementos a proteger.

Teniendo en cuenta que esta funcionalidad pretende garantizar la protección contra contactos indirectos en las que pueda verse comprometida la seguridad de las personas, se definirá una zona de protección aplicable exclusivamente a aquellas ubicaciones donde haya frecuencia de tránsito de personal ajeno a las labores de explotación ferroviaria y mantenimiento. Para ello, se distinguen 2 zonas de protección:

1) Zona de protección aplicable a estaciones, andenes y apeaderos.

En todas las ubicaciones se plantea una zona de protección en forma de rectángulo (OCLZ), cuyas dimensiones quedan definidas del siguiente modo:

- Dimensión horizontal: 4 m desde el eje de la vía a ambos laterales.
- Dimensión vertical: desde el plano de rodadura de la vía hasta el punto más alto de la línea aérea de contacto, esto es, la cota del sustentador en su punto más alto.

A continuación, se recoge el esquema con las dimensiones de la zona de protección (Figura 1):

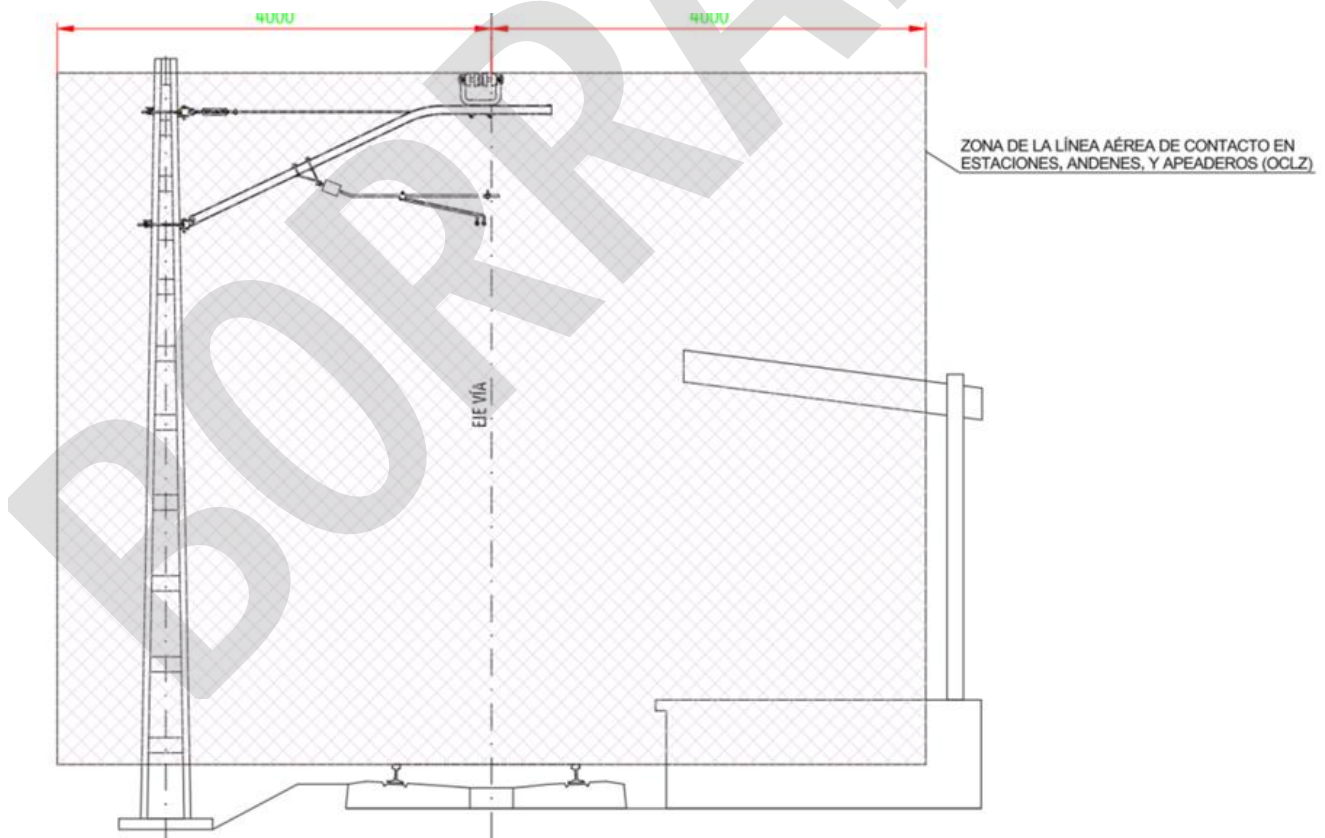


Figura 1: Zona de protección estaciones, andenes y apeaderos.

Nótese que los límites de la zona de protección se extienden hasta el plano de rodadura de la vía.

No obstante, si la estación cuenta con un paso inferior, la cota inferior de la zona de protección se proyectará desde el plano de rodadura hasta el paso inferior. De esta forma se protegerán los elementos metálicos del paso inferior, así como las estructuras de hormigón armado que se encuentren dentro de la zona de protección.

2) Zona de protección aplicable a pasarelas peatonales y pasos superiores con vial de peatones.

En cuanto a las pasarelas peatonales y los pasos superiores con vial de peatones, se plantea una zona de protección en forma de rectángulo (zona de captación de corriente CCZ). Las dimensiones quedan definidas del siguiente modo:

- Dimensión horizontal: 2 m desde el eje de la vía a ambos laterales.
- Dimensión vertical: desde el límite superior del triángulo (OCLZ) hasta 2 m por encima del sustentador.

A continuación, se recoge el esquema con las dimensiones de la zona de protección CCZ (Figura 2):

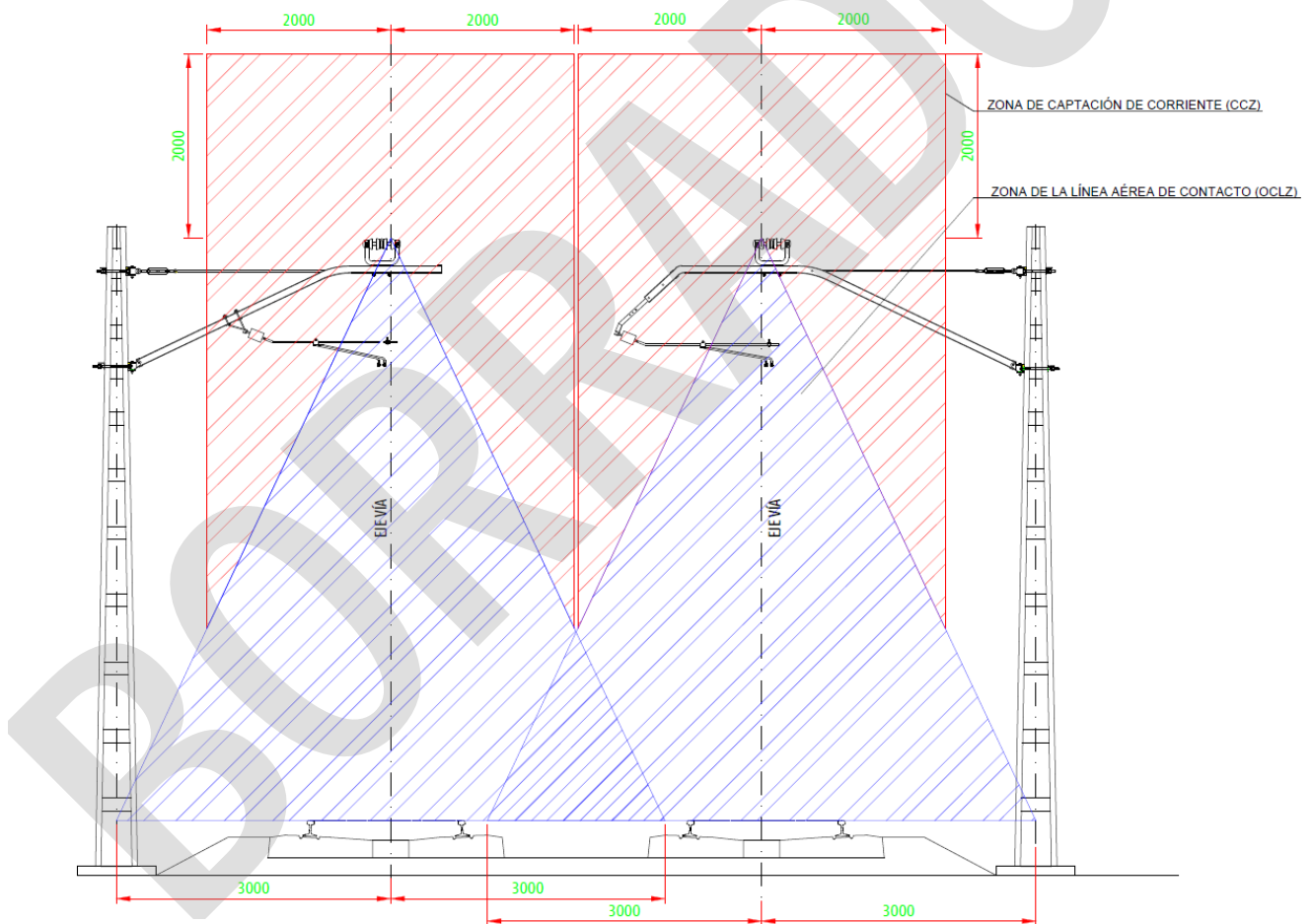


Figura 2: Zona de protección para pasos superiores con vial de peatones y pasarelas peatonales. Ejemplo de catenaria en vía doble.

4.2.-ZONA DE ACCESO EXCLUSIVO A PERSONAL AUTORIZADO

La segunda funcionalidad para la cual se plantea la instalación de dispositivos limitadores de tensión VLD-F consiste en instalarlos tanto en trayecto como en subestaciones eléctricas de tracción de c.c. para facilitar la detectabilidad de faltas de alta resistencia (defectos eléctricos “no francos” positivo-negativo).

Ante una rotura de un conductor desnudo de la línea aérea de contacto, al tratarse de un sistema abierto, existe una alta probabilidad de que se produzca un defecto o falta eléctrica entre fase y tierra. Esto conllevará el establecimiento de una corriente de cortocircuito cuya magnitud dependerá de la impedancia total del circuito eléctrico de retorno hasta la subestación de tracción. Si las intensidades de cortocircuito son inferiores al umbral de apertura del disyuntor extrarrápido de la subestación, el defecto en la catenaria no será detectado por la subestación y continuará pudiendo producir daños en instalaciones de energía, de señalización o de telecomunicaciones.

Para favorecer la detección de estos defectos, tener una conexión indirecta del cable de tierra de catenaria al circuito de retorno mediante dispositivos limitadores de tensión es de utilidad.

Esta problemática se da principalmente en trayecto, en ubicaciones de plena vía y obras de paso ferroviario.

En este caso, la zona de protección será diferente porque estas ubicaciones no están en zonas de pública concurrencia y solo está permitido el paso a personal autorizado. Por tanto, se plantea una zona de protección con forma de triángulo para la zona de la línea aérea de contacto (OCLZ). Las dimensiones quedan definidas del siguiente modo:

- Dimensión horizontal: 3 m desde el eje de la vía a ambos laterales, para incluir los postes de las tipologías de catenaria certificadas.
- Dimensión vertical: desde el plano de rodadura de la vía hasta el punto más alto de la línea aérea de contacto, esto es, la cota del sustentador en su punto más alto.

Para esta zona de protección también se asume que la zona de protección es independiente del tipo de catenaria (elástica o rígida), y de la electrificación de la línea ya sea 3 kV o 1,5 kV c.c.

A continuación, se recoge el esquema con las dimensiones de la zona de protección para una catenaria en vía general doble donde se han marcado las zonas de protección (Figura 3):

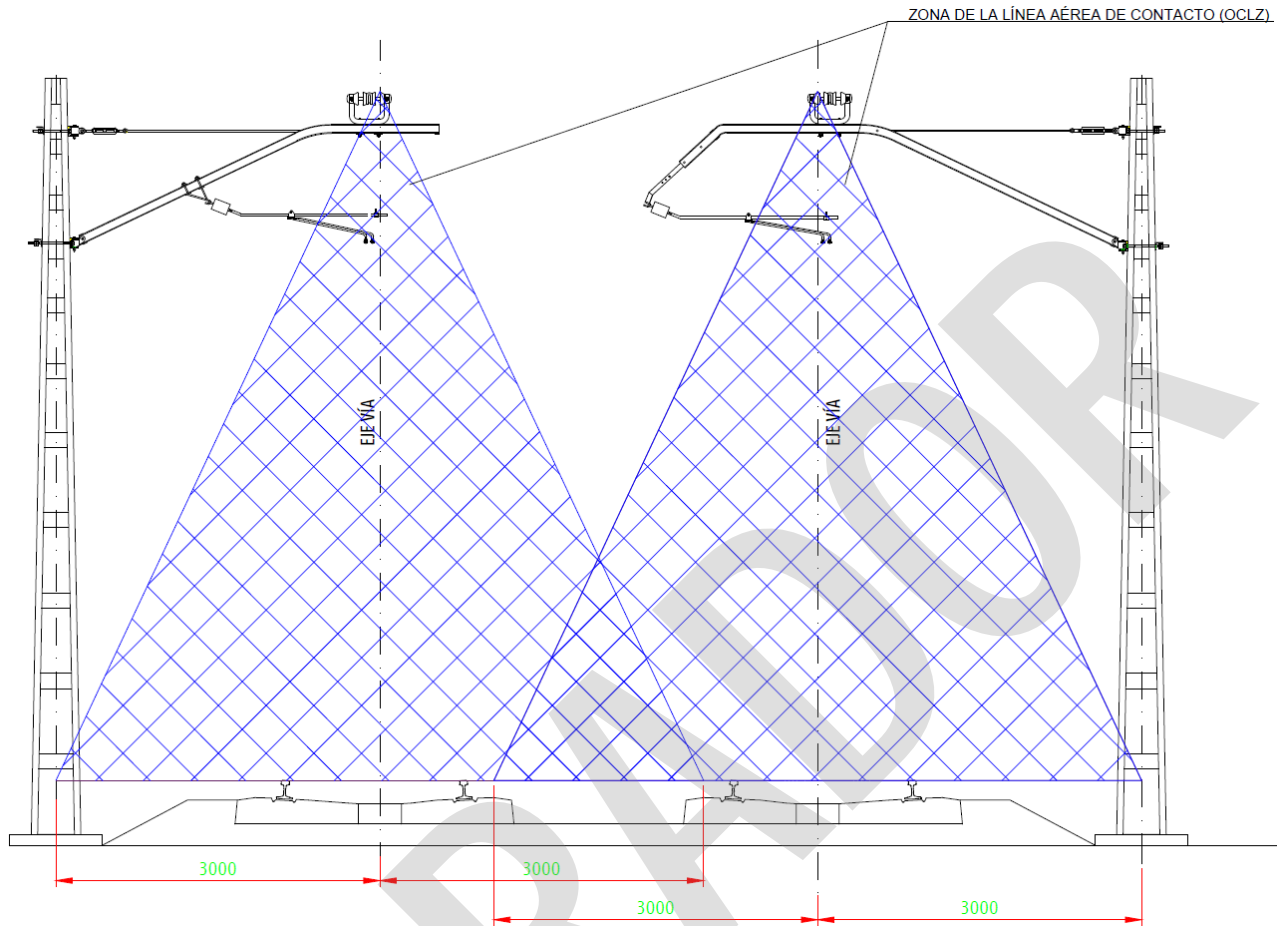


Figura 3: Zona de protección de acceso exclusivo a personal autorizado. Ejemplo de catenaria en vía doble.

Nótese que los límites de la zona de protección se extienden hasta el plano de rodadura de la vía. No obstante, si en trayecto existe un paso inferior que deba ser protegido, la cota inferior de la zona de protección se proyectará desde el plano de rodadura hasta el paso inferior. De esta forma se protegerán los elementos metálicos del paso inferior, así como las estructuras de hormigón armado que se encuentren dentro de la zona de protección.

4.3.-ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE SER PROTEGIDOS MEDIANTE VLD-F

A continuación, se recoge un listado de estructuras total o parcialmente conductoras que se pueden encontrar en las distintas ubicaciones que entran dentro del campo de aplicación de esta norma. Los elementos deberán protegerse siempre que se encuentren dentro de los límites de la zona de protección que les corresponda, de acuerdo con su ubicación. Nótese que es un listado no exhaustivo:

- Trayecto o plena vía:
 - Postes
 - Pórticos
 - Casetas y armarios para los equipos
 - Pantallas acústicas metálicas
 - Vallado perimetral
- Estaciones, andenes: Zonas de pública concurrencia
 - Postes
 - Pórticos
 - Marquesinas en andenes
 - Sistemas de puertas y mamparas de andén
 - Pasamanos
 - Vallas metálicas
 - Superficie lateral exterior de rampas
 - Envolventes de ascensores y escaleras mecánicas
 - Pasarelas y sus escaleras
 - Farolas
 - Envolventes de pantallas con información a viajeros (teleindicadores)
- Túneles:
 - Pasamanos
 - Puertas de acceso a galerías de evacuación
 - Puertas de salidas de emergencia
- Obras de paso ferroviario*:
 - Puentes, viaductos y pasos inferiores
- Pasos superiores*:
 - Estructuras de protección antivandálica
 - Viseras y sus herrajes
- Equipos de señalización:
 - Pórticos de señales
 - Señales altas (postes) y señales bajas
 - Envolventes de armarios, cajas y balizas

*La zona de protección dependerá de la ubicación en la cual se encuentre.

Además, habrá que proteger cualquier elemento metálico accesible montado sobre una estructura de hormigón armado que esté dentro de la zona de protección, como pueden ser las superficies de los túneles (metálicas o de hormigón armado). En cuanto a los tramos en los que la línea tenga vía en placa, se protegerá la armadura exclusivamente en ubicaciones que pertenezcan a una zona de pública concurrencia.

Asimismo, se tendrá en cuenta si las partes total o parcialmente conductoras de pequeñas dimensiones cumplen con todas las condiciones del apartado 6.3.2 de la UNE-EN 50122-1. En ese caso, no será necesario adoptar medidas de protección.

5.-MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS LIMITADORES DE TENSIÓN

Con carácter previo a la identificación de elementos a proteger, se verificará el estado del cable de tierra de línea aérea de contacto y se comprobará que sea un cable de aluminio o aluminio con alma de acero. Si el tramo a proteger cuenta con un cable de acero Ac60 (o cualquier otra disposición fuera de la normativa actual), se sustituirá ese cable de tierra de acero y, seguidamente, se procederá con la instalación de las protecciones mediante dispositivos VLD-F.

En primer lugar, se determinará cuál es la zona de protección del tramo en el que se instalarán las protecciones, según lo indicado en el apartado 4. *Zonas de protección y elementos a proteger* de la presente norma. Una vez definida la zona de protección e identificados los elementos a proteger contra contactos indirectos, se seleccionará un VLD-F que cumpla con las características y los requisitos técnicos establecidos en la *ET 03.364.204.2 Dispositivos limitadores de tensión para electrificaciones en corriente continua*, así como los requisitos técnicos recogidos en el Anexo G de la norma UNE-EN 50122-1 y en el apartado 5 de la UNE-EN 50526-2.

A su vez, los VLD-F serán de **clase 2.1** conforme a la norma UNE-EN 50526-2, sin capacidad para soportar los efectos de las sobretensiones por rayo.

A continuación, se detallan una serie de requisitos generales que deberán ser tenidos en cuenta para llevar a cabo el replanteo según ubicación, así como particularidades del proceso de montaje y el conexionado del VLD-F en distintas ubicaciones.

5.1.-CRITERIOS DE REPLANTEO

En este apartado se define la distancia entre VLD-F's y la altura a la que irán montados en todas las ubicaciones de aplicación.

5.1.1.-Métodos de protección: directo e indirecto

Para cumplir con los requisitos de protección frente a contactos indirectos establecidos en la UNE-EN 50122-1, serán válidos dos métodos de protección de los elementos conductores parcial o totalmente que se encuentren dentro de las zonas de protección: el método de protección directo o bien el método de protección indirecto.

- Método de protección directo: consiste en proteger un elemento metálico concreto instalando un VLD-F sobre dicha estructura conductora.
- Método de protección indirecto: la protección del elemento conductor se realizará mediante la conexión al cable de tierra de catenaria en un tramo que cuente con protección al tener instalado un VLD-F entre cable de tierra y carril en otra ubicación próxima.

Con carácter general, la elección del método de protección dependerá del objeto del proyecto de instalación de protecciones. Así pues, para proyectos de protección que supongan una actuación global se optará preferiblemente por el método de protección indirecto para optimizar la instalación de VLD-F's. Por otro lado, si el proyecto se centra en la protección concreta de una estructura, se empleará el método de protección directo instalando un VLD-F sobre dicha estructura.

5.1.2.-Generalidades en trayecto y en estación

Trayecto:

Los VLD-F's se instalarán recomendablemente a una distancia aproximada de 3 km, no pudiendo superar la distancia máxima absoluta entre dos VLD-F's consecutivos de 3,5 km. Puede ser necesario establecer distancias entre VLD-F's consecutivos menores dependiendo de las características del sistema eléctrico de tracción. En los trayectos que tengan vía doble, se colocarán preferiblemente enfrentados en los postes de ambas vías, estando un VLD-F conectado a la vía par y el otro a la vía impar, como se muestra en la Figura 4.

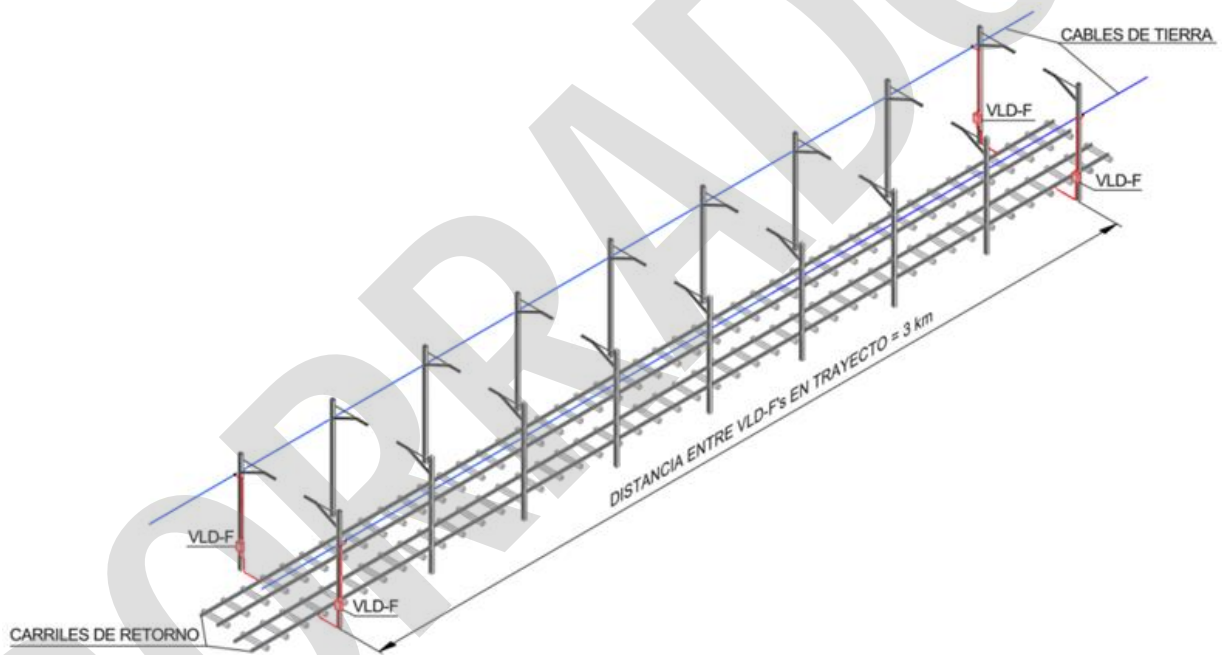


Figura 4: Ubicación de VLD-F's enfrentados en trayecto en una línea con vía doble.

La altura mínima recomendada a la que se montará la superficie inferior del VLD-F sobre el poste en plena vía será de 1,6 metros tomando como referencia la base del poste sobre el terreno en las zonas que son accesibles exclusivamente por personal de mantenimiento. Además, el VLD-F se ubicará siempre que sea posible sobre el lado externo del poste, opuesto a la vía para que no interfiera con el gálibo de poste, como se muestra en la Figura 5.

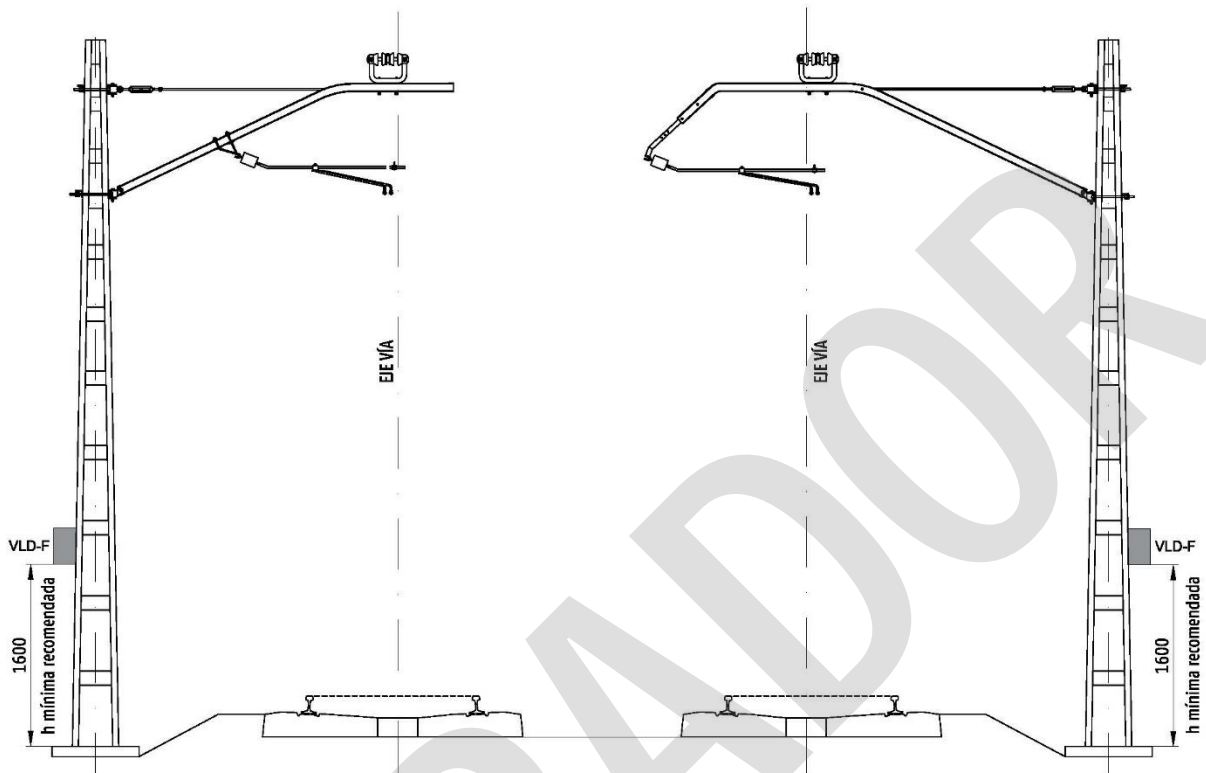


Figura 5: Posicionamiento de VLD-F's en trayecto. Ejemplo para una catenaria en vía doble.

Estaciones y andenes:

La altura mínima sobre la que se montará el VLD-F sobre un poste de estación o una marquesina del andén será de 2 metros al tratarse de zonas de tránsito de peatones o personal ajeno al mantenimiento (Figura 6). En marquesinas, el VLD se ubicará, preferiblemente sobre el apoyo (pilar/columna o ménsula anclada al suelo).

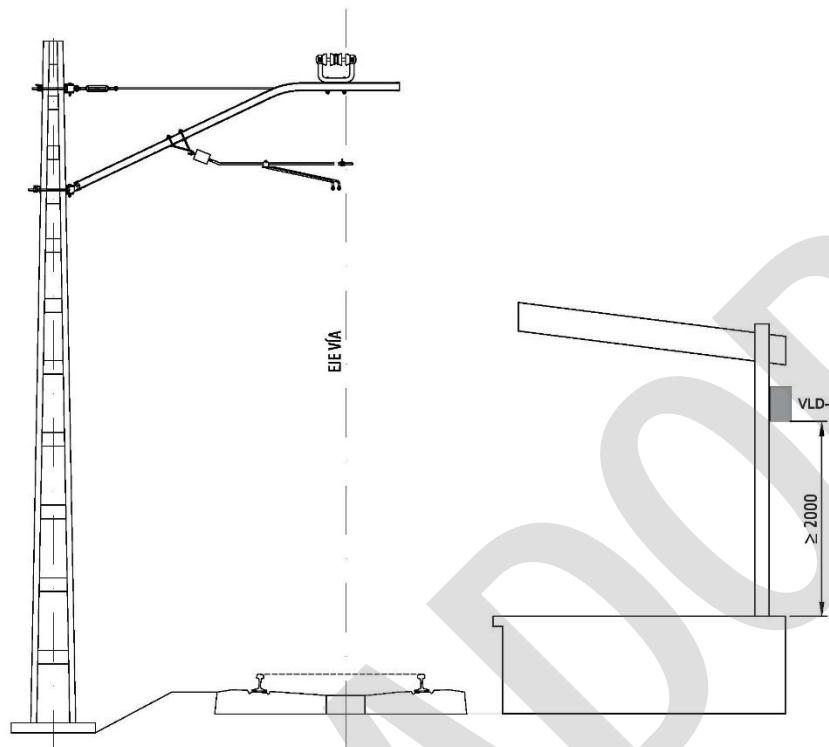


Figura 6: Posicionamiento de VLD-F sobre marquesina de un andén de estación.

Además, se deberá garantizar que la instalación del VLD-F no comprometa los requisitos de anchura libre establecidos en la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las personas con movilidad reducida (ETI de PMR) (Reglamento UE 1300/2014 de la Comisión) para garantizar un recorrido libre de obstáculos para las personas con movilidad reducida.

5.1.3.-Particularidades por tipo de ubicación

Subestaciones:

En subestaciones, el VLD-F se ubicará, preferiblemente, dentro de la subestación en el pórtico de feeders. En caso de que el montaje dentro de la subestación resulte complejo o no se disponga del espacio suficiente, como alternativa se ubicará el VLD-F en el primer tramo de línea, preferiblemente en el primer poste.

Independientemente de la ubicación de montaje del VLD-F, se desconectará el cable de tierra de catenaria del pórtico de la subestación para evitar que se puentee el dispositivo limitador. Con la desconexión del cable de tierra, el VLD-F supondría el único camino al retorno de la corriente de cortocircuito, asegurando la protección como corresponde. Por tanto, la conexión entre el cable de tierra de catenaria y el negativo de la subestación será de forma indirecta a través de un VLD-F.

Estación:

Cuando la estación cuente con elementos conductores parcial o totalmente dentro de la zona de protección OCLZ (ver apartado 4.1), se realizarán conexiones equipotenciales entre ellos para que todos los elementos conductores de ese andén queden protegidos. Las estructuras metálicas pueden ser marquesinas, pasamanos o vallados, entre otros. En caso de que hubiera dos marquesinas contiguas en el andén, se podrán conectar equipotencialmente dichas marquesinas.

La protección de la estación podrá realizarse empleando el método de protección directo o bien el indirecto.

- 1) **Método de protección directo:** el VLD-F se instala en la marquesina del andén, como se muestra en la Figura 7. Además, siempre que la conexión a carril lo permita, se recomienda colocar el VLD-F en el extremo de la estructura metálica ubicada al principio o al final del andén con el objetivo de instalarlo alejado de zona de mayor afluencia de personas.
- 2) **Método de protección indirecto:** realizando conexiones equipotenciales entre los elementos metálicos y el cable de tierra de catenaria, como se muestra en la Figura 8.

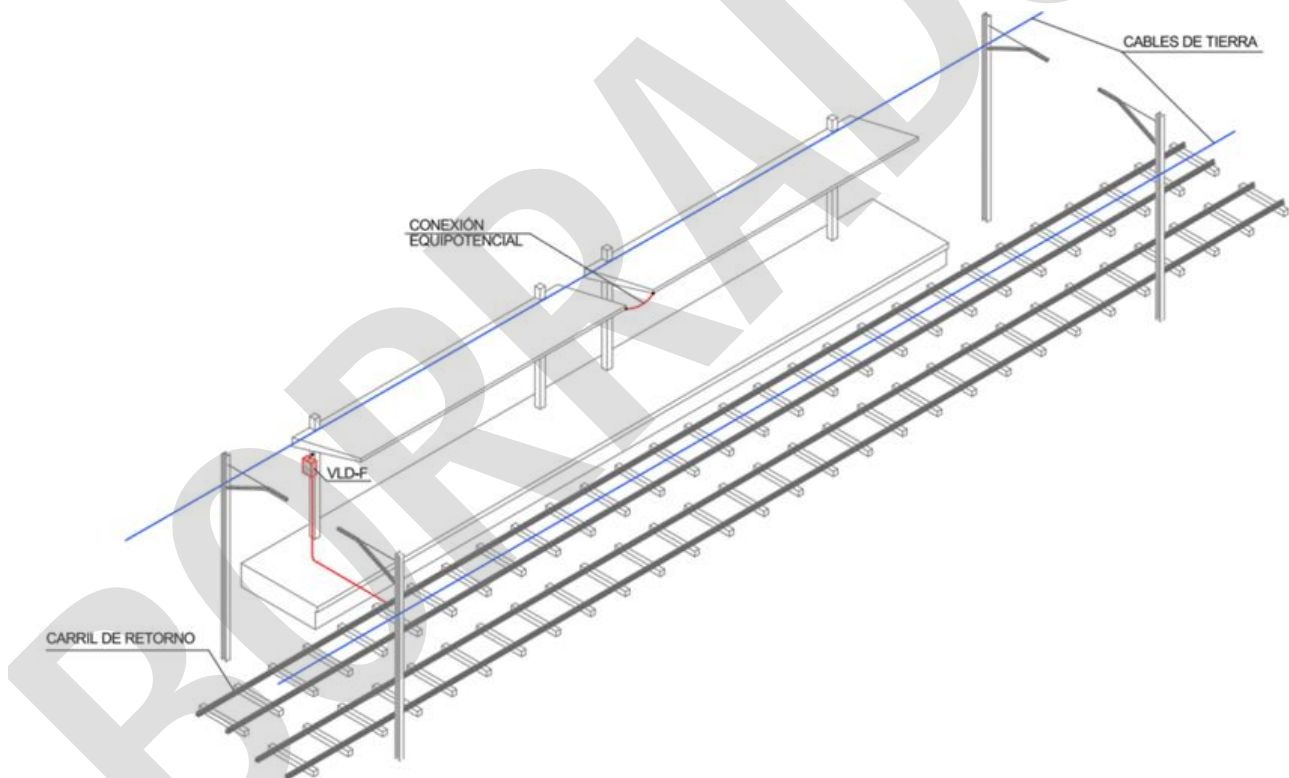


Figura 7: Método de protección directo: VLD-F en marquesina de estación y detalle de conexiones equipotenciales.

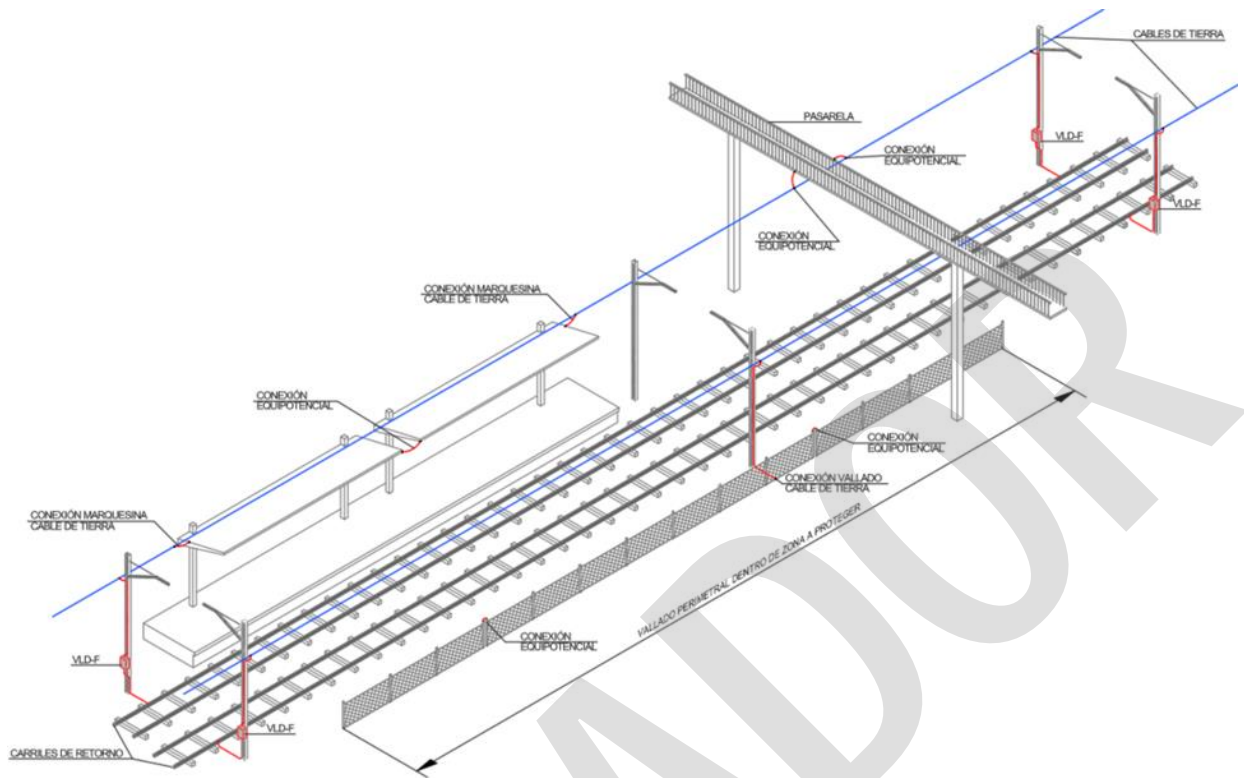


Figura 8: Método de protección indirecto: marquesina de estación y elementos metálicos protegidos por VLD-F's ubicados en postes de catenaria.

Túneles:

Las estructuras metálicas accesibles en túneles deberán estar protegidas. Para ello, los elementos conductores deberán tener continuidad eléctrica, por lo que deberán conectarse equipotencialmente entre ellos. Estos elementos quedarán protegidos frente a contactos indirectos bajo una de las 2 modalidades de protección que se elegirá a partir de la longitud de dicha infraestructura.

- Si el túnel tuviera una longitud inferior a 3 km: se realizarán conexiones equipotenciales entre los elementos metálicos y el cable de tierra de la catenaria de esa línea, siguiendo el método de protección indirecto. Por tanto, los VLD-F's estarán ubicados fuera del túnel.
- Si el túnel tuviera una longitud superior a 3 km: se colocarán uno o varios VLD-F en el túnel teniendo en cuenta que la distancia entre VLD-F's no sea superior a 3 km, siguiendo el método de protección directo. En este caso, los VLD-F's en túneles se montarán sobre el revestimiento del interior del tubo del túnel, siempre teniendo en cuenta la seguridad de las personas, el gálibo, la capacidad para realizar el taladro en la superficie del revestimiento, la adecuada conexión de los cables y todos los elementos hasta sus terminales, la accesibilidad para el mantenimiento, y otros puntos a considerar de la instalación particular. Asimismo, para cumplir con los requisitos que establece la ETI de túneles, la superficie inferior del VLD-F se colocará a una altura mínima de 2,25 metros respecto al pasillo de evacuación. Se deberá verificar que la ubicación del VLD-F no interfiera con el gálibo de implantación de obstáculos.

Si se trata de una **estación subterránea** dentro de un túnel, los VLD-F deberán cumplir con los requisitos de replanteo de estaciones y túneles.

Pasos Superiores:

Cuando el paso superior cuente con elementos conductores parcial o totalmente dentro de la zona de protección CCZ, se deberán proteger. Las estructuras metálicas pueden ser viseras, elementos de protección antivandálicos, pasamanos o vallados, entre otros. Asimismo, si la estructura del paso superior (pilas/estribos) tiene elementos metálicos o son de hormigón armado, deberán protegerse siempre que se encuentren dentro de la zona OCLZ.

La protección del paso superior podrá realizarse empleando el método de protección directo o bien el indirecto según los siguientes criterios:

- Método de protección directo: aplica en aquellos pasos superiores que cuenten con paso autorizado a peatones, entre otros, las pasarelas de las estaciones. En estas ubicaciones se instalará un VLD-F sobre dicha estructura.
- Método de protección indirecto: se utilizará en aquellos pasos superiores que no cuenten con paso autorizado a peatones.

1) Método de protección directo: VLD-F en el paso superior

El VLD-F se montará preferiblemente sobre una de las pilas del paso superior, o en alguna otra zona fácilmente mantenible. La superficie inferior del dispositivo se colocará a una altura mínima de 1,6 metros tomando como referencia la del terreno en las zonas que son accesibles exclusivamente por personal de mantenimiento. Además, el VLD se ubicará preferiblemente sobre el lado de la vía siempre y cuando no interfiera con el gálibo de implantación de obstáculos, protegiendo el paso superior con un VLD-F ubicado en un poste de trayecto.

2) Método de protección indirecto: conexiones a cable de tierra de catenaria

Como alternativa, si el Paso Superior está ubicado a una distancia menor o igual a 1,5 km de un VLD-F instalado en un poste de trayecto, se podrán conectar las partes metálicas del Paso Superior al cable de tierra de la línea.

Independientemente del método de protección empleado, los pasos superiores cuentan con estructuras metálicas (vallado, pasamanos, viseras, etc.) en los dos laterales. Por tanto, obligatoriamente cada lateral contará con un latiguillo de bajada estableciendo, al menos, 2 conexiones bien al VLD-F (método de protección directo) o bien al cable de tierra de catenaria (método de protección indirecto).

Por otro lado, en pasarelas y pasos superiores sobre una vía doble, se recomienda realizar una segunda conexión a otro cable de tierra de catenaria con el objeto de proporcionar un doble camino a la corriente en caso de falta ya que está ubicado en una zona de pública concurrencia. La Figura 9 muestra un ejemplo de pasarela peatonal protegida por el método de protección indirecto a través de conexiones a los 2 cables de tierra de catenaria.

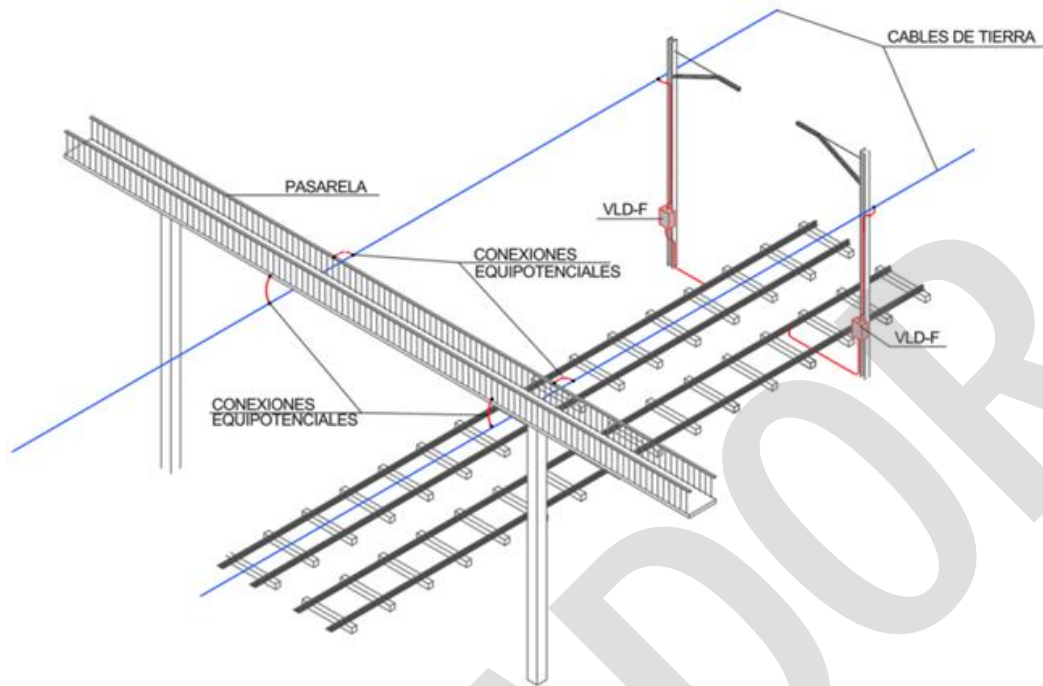


Figura 9: Ejemplo de conexión doble en una pasarela protegida con el método indirecto.

Obras de Paso Ferroviario (puentes, viaductos):

Las Obras de Paso Ferroviarias que cuenten con elementos conductores dentro de la zona de protección OCLZ, quedarán protegidas frente a contactos indirectos bajo una de las 2 modalidades de protección que se elegirán a partir de la longitud de dicha infraestructura.

- Si la Obra de Paso Ferroviario tuviera una longitud inferior a 3 km: se realizarán conexiones equipotenciales entre los elementos metálicos y el cable de tierra de la catenaria de esa línea.
- Si la Obra de Paso Ferroviaria tuviera una longitud superior a 3 km: se colocarán uno o varios VLD-F en dicha obra de paso ferroviaria teniendo en cuenta que la distancia entre VLD-F's no sea superior a 3 km.

Pasos Inferiores:

Cuando el paso inferior cuente con elementos conductores parcial o totalmente dentro de la zona de protección, como pasamanos y superficies con revestimiento metálico, se deberán proteger si se cumple alguno de los siguientes requisitos:

- Que la clasificación del paso inferior sea "Tráfico peatonal y ciclista".
- Que sea un paso inferior destinado a paso entre andenes y uso exclusivo de peatones.

En cualquier caso, el paso inferior se protegerá siguiendo el método de protección indirecto. Los elementos metálicos accesibles que se deben proteger se conectarán al cable de tierra de catenaria, teniendo en cuenta que cada uno de los laterales del paso inferior irá conectado al cable de catenaria más cercano.

Estructuras metálicas:

Para la protección de pasarelas peatonales o pasos superiores con vial de peatones en tramos de vía doble, se recomienda conectar la estructura metálica a los dos VLD-F más próximos enfrentados. De esta forma, en caso de producirse un fallo dentro de una de las zonas de protección, la estructura estará protegida al tener la corriente dos caminos de retorno. Este caso también es aplicable a los pasos inferiores de estación. Obligatoria, las estructuras metálicas deberán estar protegidas por una conexión directa o indirecta, pero se recomienda realizar una segunda conexión con el objeto de proporcionar un doble camino a la corriente en caso de falta ya que está ubicado en una zona con frecuencia de tránsito de personal no cualificado.

Equipos eléctricos ajenos al sistema de catenaria:

Para la protección de los equipos eléctricos ajenos al sistema de catenaria, como puedan ser los equipos de señalización, se deberán conectar al retorno sus envolventes metálicas o conductoras empleando preferiblemente el método indirecto, es decir mediante conexiones al cable de tierra de catenaria.

El detalle del cableado y conexiones necesarias para estos equipos queda fuera del alcance de esta norma.

5.2.-PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

Los dispositivos VLD-F cuentan con 2 bornas: positiva y negativa. Dependiendo del método de protección utilizado según el apartado 5.1.1. *Métodos de protección: directo e indirecto*, se conectará cada terminal según se comenta a continuación:

- Método directo: terminal positivo conectado a la estructura a proteger y terminal negativo conectado al carril de retorno de tracción.
- Método indirecto: terminal positivo conectado al cable de tierra de LAC y terminal negativo conectado al carril de retorno de tracción.

En este apartado se presentan las configuraciones de montaje de VLD-F's que se pueden dar en las ubicaciones mencionadas.

5.2.1.-Montaje de VLD-F en estructuras metálicas (postes de catenaria y marquesinas de andenes)

Cuando se trate de un **nuevo montaje**, se realizará el siguiente proceso:

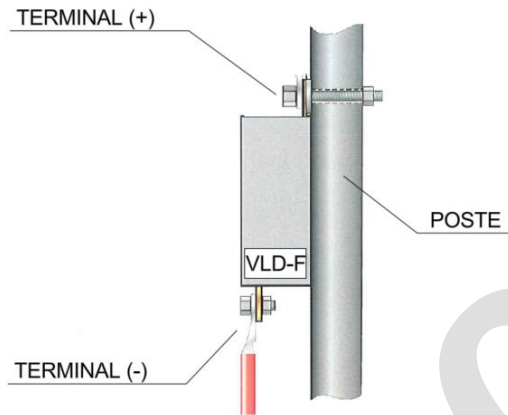
- 1) Taladrar la estructura metálica para ubicar el VLD-F sobre esta. Las paredes del taladro se deben recubrir con pintura con alto contenido en zinc.

Se cumplirán los siguientes puntos simultáneamente:

- i. La parte inferior de la carcasa se situará a una altura mínima recomendada de 1,60 metros desde la base del poste o desde el terreno en zonas solo accesibles por personal de mantenimiento de Adif, y de al menos 2 metros en zonas de tránsito de usuarios de las instalaciones o personal ajeno al mantenimiento de Adif.

- ii. Se montará, preferentemente, en la parte del poste exterior a la vía, como se indica en el apartado 5.1. *Criterios de replanteo*. Excepcionalmente, en función de las circunstancias técnicas de esa zona, se podrá montar en el lateral del poste o bien en la parte interior del poste a la vía, siempre teniendo en cuenta la seguridad de las personas, el gálibo, la capacidad para realizar el taladro en el poste, la adecuada conexión de los cables y todos los elementos hasta sus terminales, la accesibilidad para el mantenimiento y otros puntos a considerar de la instalación particular.
- 2) Preparar la conexión a carril bien mediante un taladro para conexiones tipo casquillo insertado o bien mediante una limpieza para las conexiones soldadas. Para realizar taladros, se deberá cumplir con la NAV 3-0-7.0 "Requisitos para la ejecución de taladros en carril".
- 3) En zonas de pública concurrencia se montará un tubo de acero o de PVC entre la parte inferior del VLD-F y la superficie libre para proteger el cable negativo del VLD-F que baja al carril. En el caso de emplear un tubo de acero, para evitar el riesgo de puenteo del VLD-F, se dejará una distancia superior a 10 cm entre el terminal negativo y el tubo de acero. En zonas de acceso exclusivo a personal autorizado, la colocación de este tubo será opcional. Por otro lado, se recomienda proteger este cable con un codo metálico hasta la cimentación y, a continuación, irá protegido por un tubo flexible de PVC (con refuerzo no metálico) que se colocará bajo balasto. Este tubo protegerá el cable de bajada del VLD-F para evitar que pueda dañarse (bajo balasto, cruce de zonas de paso, etc.) y deberá finalizar 10 cm antes del punto de contacto con el alma del carril. Las dimensiones de los tubos (el metálico rígido de bajada hasta la cimentación y el flexible de PVC) serán compatibles con las del cable negativo del VLD-F a proteger.
- 4) Colocar el cable de bajada a carril mediante soldadura exotérmica o conexión tipo contacto insertado, según lo indicado en la ET 03.365.305.6 "Homologación y suministro de conexiones de vía".
- 5) El VLD-F se atornillará al poste o estructura a proteger respetando siempre las instrucciones del fabricante.
- Método de protección directo: Por regla general solo se atornillará el terminal positivo del VLD-F a la estructura metálica, quedando el terminal negativo separado del poste y de toda parte metálica conectada a dicho poste, como se ve en el esquema de montaje de la Figura 10. En cualquier caso, será necesario revisar las instrucciones de montaje del fabricante del modelo de VLD-F elegido.

CONEXIÓN A ESTRUCTURA CONDUCTORA

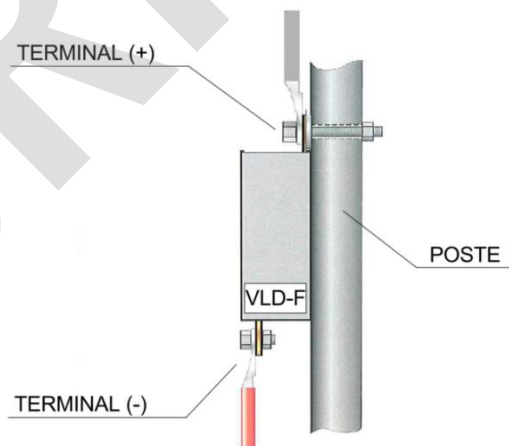


CONEXIÓN A CARRIL O JUNTA INDUCTIVA

Figura 10: Esquema de montaje lateral del VLD-F sobre estructura metálica.

- Método de protección indirecto:** se conectará este al cable de bajada del cable de tierra de LAC, la sujeción del VLD-F al poste podrá ser mediante taladro en el terminal positivo o mediante un soporte/bastidor adecuado. Podrá ser un cable desnudo o tener aislamiento 0,6/1 kV. De forma análoga al anterior, el terminal negativo quedará separado del poste y de toda parte metálica conectada a dicho poste, como se ve en el esquema de montaje de la Figura 11. En cualquier caso, será necesario revisar las instrucciones de montaje del fabricante del modelo de VLD-F elegido.

CONEXIÓN A CABLE DE TIERRA



CONEXIÓN A CARRIL O JUNTA INDUCTIVA

Figura 11: Esquema de montaje lateral del VLD-F sobre poste.

- A continuación, se procede con el conexionado de ambos terminales del VLD-F con las particularidades que se recogen en el apartado *5.3 Conexionado*.

- 7) Una vez se realice el conexionado, en aquellas zonas donde exista tránsito de personal ajeno al mantenimiento como ocurre en estaciones, se recomendará aislar la borna negativa con algún tipo de aislamiento de baja tensión (tapa de metacrilato, manguito termoretráctil o similar). El objeto es que los terminales de conexión no sean accesibles a personal no autorizado, al tratarse de una zona de riesgo eléctrico de baja tensión.
- 8) Se colocará un distintivo con la señal de 'Riesgo Eléctrico' en el poste o estructura donde se haya instalado un VLD-F.

Cuando se trate de una sustitución de un dispositivo existente:

- 1) Desconectar el borne negativo del VLD antiguo del cable de bajada al carril.
- 2) Desconectar el VLD antiguo de la estructura metálica y desmontarlo de la misma o del soporte externo en su caso.
- 3) Se comprobará si los soportes y pletinas del VLD antiguo son compatibles con el nuevo:
 - En caso afirmativo, se montará el VLD siguiendo los pasos 5 y 6 anteriores. Si el dispositivo está ubicado en una zona con tránsito de personal ajeno al mantenimiento, además aplicará el paso 7.
 - En caso negativo, se seguirá el montaje como si fuera un VLD nuevo.

5.2.2.-Montaje VLD-F en subestaciones de tracción

Como se ha avanzado, existen dos alternativas de montaje del VLD-F en subestaciones: instalación preferente dentro de la subestación o fuera en un poste de catenaria próximo.

1. Montaje del VLD-F dentro de la subestación

En cuanto al montaje del VLD-F en la subestación (Figura 12) se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Se desmontará y se desconectará el cable de tierra de LAC que está conectado al armario o pozo de negativos de las subestaciones eléctricas de tracción.
- 2) El VLD-F se situará preferiblemente en uno de los apoyos del pórtico de salida de feeders. Para ello, se taladrará en la estructura metálica recubriendo las paredes del taladro en aquella con pintura rica en zinc.
- 3) Preparar la conexión a la barra de retorno del pozo de negativos.
- 4) Conectar el cable de bajada del VLD-F a barra de retorno a través de una conexión mediante terminales de presión.
- 5) Montar el VLD en la estructura metálica, directamente o a través de soporte externo y establecer la conexión eléctrica entre el borne positivo del dispositivo y el cable de tierra de catenaria. Se deberá aislar el cable de tierra de catenaria de todas las estructuras de la subestación supervisadas por el relé de masas, como por ejemplo el dintel del pórtico de seccionadores de Feeder. En caso necesario, este aislamiento se puede conseguir bien mediante aisladores de apoyo o mediante el empleo de un cable con aislamiento 0,6/1 kV preferiblemente montado bajo un tubo aislante de PVC. Dicho tubo tendrá una sección que será compatible con la del cable a proteger.

- 6) Conectar el borne negativo del dispositivo a la barra de retorno del pozo de negativos.

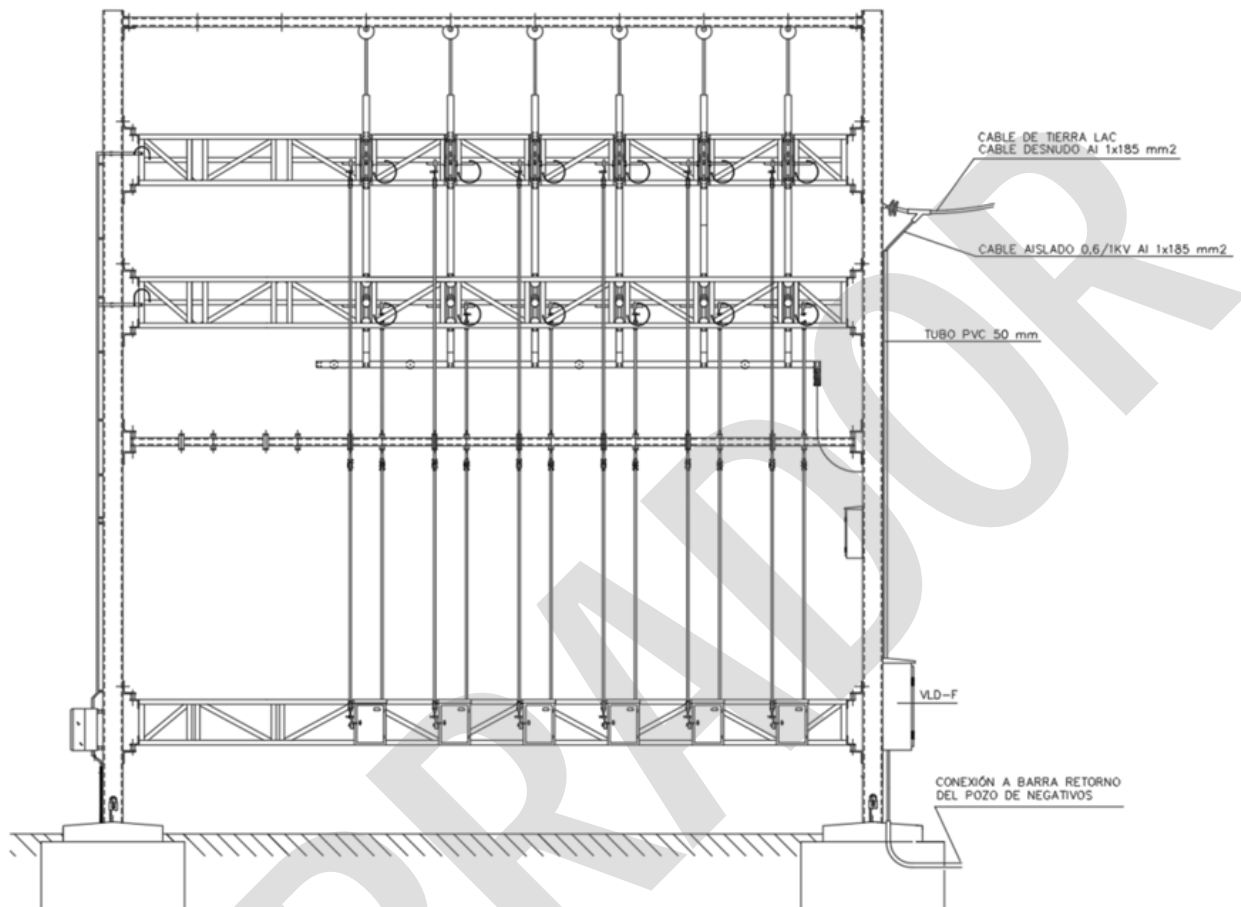


Figura 12: Montaje de VLD-F dentro de una subestación.

2. Montaje del VLD-F fuera de la subestación

Se realizará siguiendo el procedimiento de montaje descrito en 5.2.1.- con la particularidad de desmontar la conexión existente del cable de tierra al pórtico de la subestación. Por otro lado, no será necesario tapar el dispositivo VLD-F ni las conexiones al tratarse de una zona de acceso restringido a personal autorizado.

5.3.-CONEXIONADO

Con carácter previo a la realización del conexionado de las bornas del VLD-F, se realizará un corte de tensión siguiendo lo establecido en el procedimiento Adif-PE-301-001-006-SC-521 "Cortes de Tensión en Líneas Aéreas de Contacto alimentadas en 25 kV c.a., 3 kV c.c. y 1,5 kV c.c.".

5.3.1.-Conexión del VLD-F montado sobre un poste de catenaria

Conexión desde el VLD-F (borna positiva) al cable de tierra LAC

Este tipo de conexionado aplica al método de protección indirecto, según el apartado 5.1.1 *Métodos de protección: directo e indirecto.*

Para llevar a cabo la conexión de la borna positiva del VLD-F se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Colocación de los cables de alimentación en el poste: El cable se podrá conducir por el interior del poste, grapado a lo largo de su recorrido, saliendo fuera del poste a la altura adecuada tanto para conectar al VLD-F como para conectar al cable de tierra. Si no fuera posible, se montaría por fuera del poste. Se empleará un cable desnudo al menos LA-110 o con aislamiento 0,6/1 kV con una sección mínima de 95 mm² de Al.
- 2) Montaje con las grapas adecuadas: Se conectará mediante una grapa y cable adecuado, según el tipo de catenaria. Se fijará el cable en su posición mediante el conjunto de suspensión correspondiente. Se optará por 2 tipologías de montaje en función de la existencia o no de anclaje de cable de tierra en el poste afectado. Se conectará mediante G24 al cable de tierra actual si este posee tensión mecánica o se cambiará la G36U, G39U o similar por la G41U, G40U o similar en el caso de que el cable de tierra no tenga tensión mecánica (sin necesidad de uso de la G24).
- 3) Por último, se comprobará que estén correctamente instalados los conjuntos de suspensión y de conexión necesarios para la instalación y se procederá a la conexión del borne positivo del VLD-F.

La Figura 13 muestra un ejemplo del montaje y conexionado de un VLD-F sobre un poste de catenaria, con conexión a carril para un cable de tierra aluminio-acero LA-110. El montaje de la izquierda muestra un cable LA-110 con tensión mecánica por lo que se emplean grapas G36U y G24 para el montaje y conexionado del VLD-F. En cambio, en el montaje de la derecha el cable de tierra cuenta con una grapa G41U al tratarse de un cable con bajo tense.

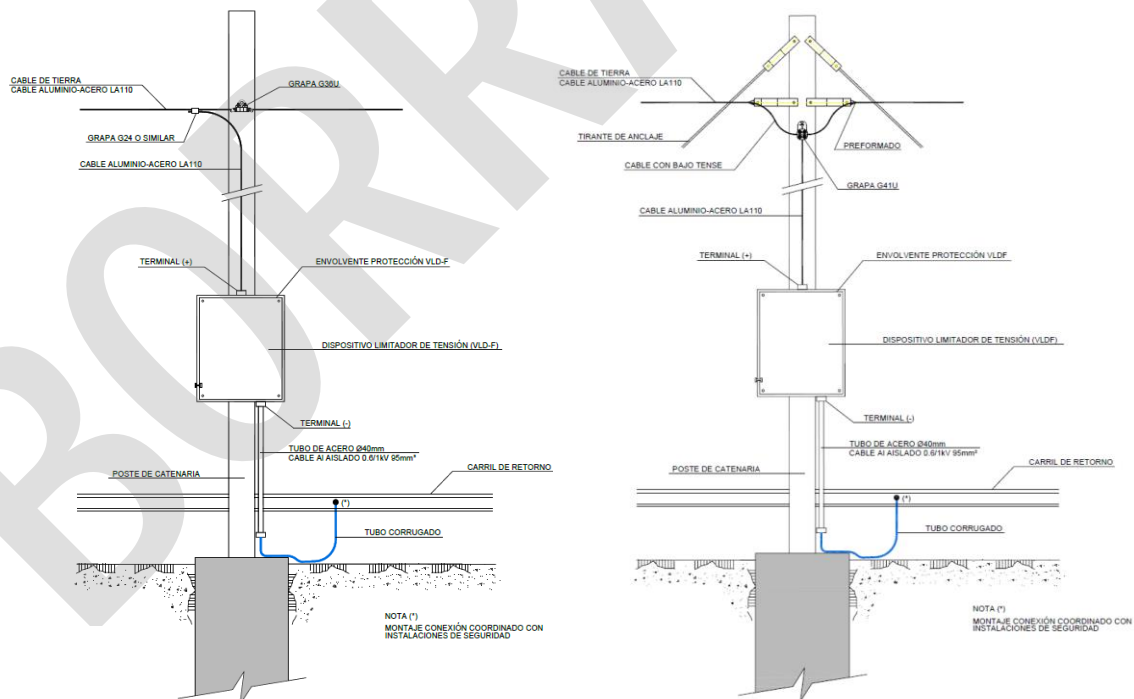


Figura 13: Ejemplo de montaje y conexionado de un VLD-F sobre poste.

Conexión del VLD-F (borna negativa) al carril o a la junta inductiva:

La conexión del VLD-F al carril se realizará dependiendo del sistema electrónico de detección de tren existente en esa ubicación. En todo caso, se acordará con el área responsable de las Instalaciones de Seguridad el punto de conexión exacto. No obstante, se podrán seguir las siguientes recomendaciones generales en función de la tecnología existente entre tramos de dos VLD-F's consecutivos:

1) Tecnologías compatibles con conexión directa a carril:

Tramos sin conexiones con circuitos de vía o donde existan contadores de ejes, así como circuitos de vía de c.a. de 50 Hz en tramos con retorno monocarril.

En estos casos, se podrá realizar la conexión al alma del carril de retorno en cualquier punto.

2) Tecnologías que emplean juntas inductivas:

Tramos que cuentan con retorno bicarril con tecnologías de circuitos de vía de audiofrecuencia o de 50 Hz.

Se realizará la conexión a través de la junta inductiva. Se realizará la conexión mediante la toma central de la junta inductiva.

Para conectar el VLD-F a la junta inductiva o al carril, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos de señalización y de conexiones a tierra:

• **Requisitos de señalización aplicables a todas las tecnologías (1 y 2):**

- Si el retorno es monocarril, el VLD-F deberá conectarse únicamente al carril definido como retorno. El carril de señalización deberá permanecer eléctricamente aislado del sistema de protección para garantizar la integridad del sistema de detección de trenes. Si el retorno es bicarril, se conectará el borne negativo del VLD-F a la toma central de la junta inductiva.
- En secciones de desvíos no serán permitidas las conexiones con VLD-F.
- No serán permitidas las interconexiones en áreas de cambio del carril de puesta a tierra.

• **Requisitos de señalización específicos de tecnologías que emplean juntas inductivas (2):**

- No se permitirán conexiones soldadas a carril. La conexión será mediante contacto insertado en el alma del carril.
- Las conexiones de los cables desde la Junta Inductiva a los carriles deben realizarse de tal forma que sean accesibles para el mantenimiento y faciliten llevar a cabo las labores de mantenimiento.

• **Requisitos específicos de circuitos de vía de audiofrecuencia:**

- No se deberá realizar una conexión a menos de 20 metros de la junta eléctrica.
- Por cada circuito de vía estará permitido conectar como máximo una interconexión, o si son más, las distancias entre las interconexiones deberán ser menores de 80 m.

Se realizará un replanteo previo a la instalación para identificar tanto las conexiones a carril ya existentes de otros elementos metálicos (marquesinas, barandillas, vallado...) y su retirada en caso necesario, así como para verificar que la instalación se hará de forma compatible (< 80 m) con otros elementos conectados, siempre contando con la aprobación del área responsable de las Instalaciones de Seguridad.

Para llevar a cabo la conexión de la borna negativa del VLD-F se seguirán los siguientes pasos:

- 1) El cable conectado a la borna negativa del VLD-F se conectará bien al carril o bien a la junta inductiva a través de la toma central. En cuanto al tipo de cable de bajada a emplear, se utilizará un cable de 95 mm² de aluminio con aislamiento 0,6/1 kV.

En general, no se permiten empalmes. En caso de ser necesarios, estos quedarán fuera de la banqueta de balasto.

- En el caso en el que la conexión sea **directa a carril**, el conexionado se realizará conectando el terminal negativo del VLD-F al carril. Para efectuar esta conexión, se deberá cumplir con la NAV 3-0-7.0 "Requisitos para la ejecución de taladros en carril", si hubiera que realizar taladros en el carril, así como lo establecido en la ET 03.365.305.6 de Adif "Homologación y suministro de conexiones de vía". En sistemas de tracción convencionales el tipo de conexión se realizará mediante un contacto insertado en el alma del carril o bien mediante soldadura exotérmica, según lo establecido en la ET 03.365.305.6. Siempre que la normativa de vía lo permita, el tipo de conexión se realizará preferiblemente mediante contacto insertado.

En caso de que el cable conectado al terminal negativo del VLD-F se conecte a carril, desde el final del tubo de acero o PVC de bajada hasta el punto de conexión se utilizará un tubo flexible de PVC (con refuerzo no metálico) que se colocará bajo balasto hasta el punto de conexión. Como la conexión a carril se realiza desde el poste más cercano al punto de conexión, no será necesario canalizar dicho cable.

Para señalar el punto de conexión a carril se marcarán las traviesas anterior y posterior al punto de conexión con pintura a trazos de color amarillo y negro.

- En el caso de que la conexión sea a través de la **junta inductiva**, se seguirán las indicaciones de conexionado que proporcione el fabricante de la junta inductiva, previa aprobación del responsable de Instalaciones y Seguridad.

En el caso de que la posición del cable conectado al terminal negativo del VLD-F no coincida con el punto de conexión a la junta inductiva, el cable tendrá que canalizarse paralelo a la vía por la arqueta lateral hasta la junta. De forma análoga, se empleará un tubo flexible de PVC (con refuerzo no metálico) que proteja al cable desde el final del tubo de acero o PVC de bajada hasta el punto de entrada en la caja de la junta inductiva.

- 2) Conexión del borne negativo del dispositivo VLD-F al cable de bajada.
- 3) Comprobación mediante un polímetro del aislamiento entre los bornes del dispositivo y la continuidad entre el borne negativo y el carril o junta inductiva.

5.3.2.-Conexión del VLD-F montado sobre una estructura metálica

El terminal positivo del VLD-F se conectará al cable de tierra de catenaria, siguiendo el procedimiento detallado en el apartado anterior (Conexión desde el VLD-F (borna positiva) al cable de tierra LAC), con la diferencia de que el montaje va ubicado en la estructura metálica en vez de instalarlo sobre poste.

En cuanto al terminal negativo, se seguirá el mismo procedimiento detallado en el apartado anterior (Conexión del VLD-F (borna negativa) al carril o a la junta inductiva).

5.3.3.-Conexión del VLD-F montado dentro de la subestación

El terminal positivo del VLD-F se conectará al cable de tierra de catenaria, siguiendo el procedimiento detallado en el apartado 5.3.1 - Conexión desde el VLD-F (borna positiva) al cable de tierra LAC. Sin embargo, se procurará que el cable de tierra de catenaria esté aislado de todas las estructuras de la subestación supervisadas por el relé de masas, tal y como se ha detallado en el apartado de montaje correspondiente (Apartado 5.2.2. *Montaje del VLD-F dentro de la subestación*).

El terminal negativo del VLD-F deberá conectarse a la pletina de retorno del armario barra cero o pozo de negativos de la subestación. Para realizar esa conexión, se empleará un cable de aluminio con aislamiento 0,6/1 kV con sección mínima de 95 mm².

Se realizará una conexión directa del cable al terminal con tornillos de presión tipo TE9, TE10 o similares, en función de la sección del cable de bajada utilizado.

5.3.4.-Conexión del VLD-F montado fuera de la subestación

Se optará por 2 tipologías de montaje en función de la existencia o no de anclaje de cable de tierra en el poste afectado. Se conectará mediante G24 al cable de tierra actual si este posee tensión mecánica o se cambiará la G36U, G39U o similar por la G41U, G40U o similar en el caso de que el cable de tierra no tenga tensión mecánica (sin necesidad de uso de la G24).

Para la conexión del terminal negativo del VLD-F montado sobre un poste de catenaria cercano de la subestación, se plantean 2 alternativas:

- Si hay un conducto de entrada de retornos a la subestación, se tenderá un cable de aluminio aislado 0,6/1kV cuya sección mínima será de 95 mm² desde el VLD-F hasta la pletina de retorno del armario barra cero o pozo de negativos de la subestación. Se realizará una conexión directa del cable al terminal con tornillos de presión tipo TE9, TE10 o similares, en función de la sección del cable de bajada utilizado.
- Si la solución anterior no es posible, se conectará el negativo del VLD-F al carril de retorno, empleando un contacto insertado, y cable de aluminio aislado 0,6/1kV cuya sección mínima será de 95 mm².

5.3.5.-Conexiones equipotenciales de elementos metálicos

Las partes conductoras de las estructuras metálicas se conectarán, preferiblemente, al cable de tierra LAC y este será conectado a su vez a la borna positiva del VLD-F. No obstante, se podrán conectar los elementos metálicos directamente al VLD-F, tal y como se mencionó en el apartado 5.1 *Criterios de replanteo*. En ambos casos, las estructuras adyacentes deberán tener conexiones equipotenciales mediante un latiguillo de conexión, empleando un cable con aislamiento 0,6/1kV de 95 mm² de aluminio.

Antes de comprobar la protección de los elementos metálicos, se realizará una **revisión del estado del cable de tierra y de la bajada a tierra** según la IT ADIF-IT-301-001-LAC-10 "Revisión y sustitución de protecciones y puestas a tierra". Tras verificar que todo está correcto, se procederá a **revisar el estado de las conexiones equipotenciales** de elementos metálicos existentes y a realizar nuevas conexiones que sean necesarias.

- Protección de elementos metálicos que **no cuentan con conexiones previas**:
 - 1) Se procederá a conexionar marquesinas, vallado perimetral y otras estructuras metálicas pertenecientes a la infraestructura de la estación o dentro de las zonas de riesgo al cable de tierra de LAC, siempre que se encuentren dentro de la zona de protección aplicable a esa ubicación. Se deberá prestar especial atención al conexionado de las barandillas, pues habrá que conectar ambos laterales al cable de tierra. A su vez, si la barandilla y el pasamanos tienen juntas, estas deberán ser puenteadas con un latiguillo.

Cuando el vallado sea rígido o flexible de malla continuo se considera que es equipotencial y se conectará al cable de tierra LAC mediante un cable de aluminio con aislamiento 0,6/1 kV con sección de 95 mm². Si se trata de un vallado flexible de malla discontinuo, se considera que no es equipotencial, se instalarán conexiones para dar continuidad eléctrica en toda su longitud y, a continuación, una conexión en cada extremo entre el vallado y el cable de tierra LAC mediante un cable de aluminio aislado 0,6/1kV de 95 mm² de sección, y al menos cada 2,5 km.

Por otro lado, según el apartado 6.3.2. de la UNE-EN 50122-1, no se conectarán las partes parcial o totalmente conductoras de pequeñas dimensiones que estén dentro de la zona de protección.

- 2) Verificar la correcta conexión al cable de tierra de LAC de todas las estructuras metálicas que estén dentro de la zona de la línea aérea de contacto o de la zona de captación de corriente. Se prestará especial atención a todas las estructuras metálicas, marquesinas, barandillas y vallado, situadas a menos de 4 metros del eje de la vía en la zona de estaciones y andenes.
- Protección de elementos metálicos que **cuentan con conexiones equipotenciales previas**:

Se deberá verificar la integridad de las conexiones equipotenciales de las barandillas al poste o al cable de tierra, como establece la IT-301-001-LAC-10 "Revisión y sustitución de protecciones y puestas a tierra".

En túneles, se deberá verificar que todos los elementos de suspensión, anclaje y herrajes, además de las barandillas (en caso de existir), estén conectados al cable colector de tierra y que este último esté conectado al cable de tierra.

En las barandillas de túneles, viaductos, pasarelas y pasos inferiores se comprobará que las juntas estén puenteadas mediante latiguillo, con la finalidad de asegurar que los elementos conductores que sean accesibles tengan continuidad eléctrica. Además, en pasarelas de estaciones se comprobará si la conexión equipotencial es doble, es decir, está conectada a 2 cables de tierra o protegida mediante 2 VLD-F's como se muestra en la Figura 9. Si no es así, se recomienda realizar dicho conexionado.

En caso de encontrar conexiones desconectadas o defectuosas, será prioritario reponer dichas conexiones a fin de asegurar la protección de elementos metálicos accesibles total o parcialmente.

- **Particularidades**

Subestaciones:

Se procederá a la desconexión del cable de tierra de catenaria del pórtico de la subestación para evitar que puentee el VLD-F.

El cable de tierra de LAC, que está conectado al armario o pozo de negativos de las subestaciones eléctricas de tracción, se desmontará y se desconectará del armario o pozo.

6.-NORMATIVA DEROGADA

Esta norma no deroga ningún documento.

7.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

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

Una vez entre en vigor, será de aplicación a todos los proyectos cuya redacción se inicie a partir de ese momento. Se entiende por inicio de la redacción del proyecto bien la firma del contrato para su redacción, cuando se trate de medios ajenos a Adif, o bien el inicio de la redacción del proyecto, cuando se trate de medios propios.

Asimismo, podrá utilizarse en el resto de los proyectos que se encuentren en desarrollo, si se considera necesario.

8.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

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

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

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 (en adelante DOUE), será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

Ámbito internacional:

- REGLAMENTO (UE) nº 1301/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión.
- REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2023/1694 DE LA COMISIÓN de 10 de agosto de 2023 por el que se modifican los Reglamentos (UE) nº 321/2013, (UE) nº 1299/2014, (UE) nº 1300/2014, (UE) nº 1301/2014, (UE) nº 1302/2014 y (UE) nº 1304/2014 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777.
- REGLAMENTO (UE) nº 1300/2014 DE LA COMISIÓN de 18 de noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida.
- UNE-EN 50122-1. AENOR, 2023. *Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos.*
- UNE-EN 50122-2. AENOR, 2023. *Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas producidas por los sistemas de tracción de corriente continua.*
- UNE-EN 50526-2. AENOR, 2014. *Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Pararrayos y limitadores de tensión para uso específico en sistemas de corriente continua. Parte 2: Dispositivos limitadores de tensión.*
- UNE-EN 50526-3. AENOR, 2016. *Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Pararrayos y limitadores de tensión para uso específico en sistemas de corriente continua. Parte 3: Guía de aplicación.*

Ámbito nacional:

- Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero, por la que se aprueban la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) y la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) y se modifican la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos y la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.
- NT-2/2024. AESF, 2024. *Interpretación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos de la IFE tras la aprobación del Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1694.*
- ET 03.364.204.2. Adif. *Dispositivos limitadores de tensión para electrificaciones en corriente continua.*
- ET 03.365.305.6. Adif. *Homologación y suministro de conexiones de vía.*

- NAE 107. Adif. *Definición y medida de parámetros de la línea aérea de contacto (catenaria).*
- NAE 300. Adif. *Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-160/3 kV.*
- NAE 301. Adif. *Diseño funcional de la línea aérea de contacto tipo CA-220/3 kV.*
- NAP 3-0-0.0. Adif. *Instalaciones ferroviarias de la plataforma.*
- NAV 3-0-7.0. Adif. *Requisitos para la ejecución de taladros en carril.*
- ADIF-IT-301-001-LAC-10. Adif, Junio 2020. *Revisión y sustitución de protecciones y puestas a tierra.*
- ADIF-PE-301-001-006-SC-521. Adif, Mayo 2020. *Cortes de Tensión en Líneas Aéreas de Contacto alimentadas en 25 kV c.a., 3 kV c.c. y 1,5 kV c.c.*

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR", a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

BORRADOR