



ET 03.365.305.6

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL

3ª EDICIÓN: ABRIL 2026

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	4
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	4
3.- DEFINICIONES Y TÉRMINOS EMPLEADOS	4
4.- CODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL	6
5.- REQUISITOS DEL SISTEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL	7
5.1.-REQUISITOS GENERALES	7
5.2.-REQUISITOS FUNCIONALES	8
5.3.-REQUISITOS TÉCNICOS.....	9
5.4.-REQUISITOS DE INSTALACIÓN	11
5.5.-REQUISITOS MEDIAMBIENTALES	13
5.6.-REQUISITOS RAMS	13
5.6.1.-FIABILIDAD	13
5.6.2.-DISPONIBILIDAD	14
5.6.3.-MANTENIBILIDAD	14
6.- ENSAYOS	14
7.- INSTALACIÓN PILOTO	17
8.- VALIDACIÓN	18
8.1.-CONDICIONES GENERALES.....	18
8.2.-LUGAR DE LOS ENSAYOS.....	18
8.3.-ENTIDAD TÉCNICA DE SEGUIMIENTO	18
8.4.-SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE VALIDACIÓN	19
8.5.-MUESTRAS A ENSAYAR.....	19
9.- NORMATIVA DEROGADA	20
10.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR	20
11.-NORMATIVA DE REFERENCIA.....	20
I.Anejo 1. ESQUEMAS DE SISTEMAS DE CONEXIÓN.....	23

1.-OBJETO

La presente Especificación Técnica Validable (ETV) tiene por objeto definir las características y requisitos técnicos y funcionales que deben reunir los diferentes sistemas de conexión eléctrica a carril para su utilización en instalaciones de control, mando y señalización (CMS) suministrados e instalados en la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) administrada por Adif y Adif Alta Velocidad (en adelante Adif).

Los sistemas de conexión eléctrica a carril contemplados en este documento son:

- Conexión al carril mediante soldadura exotérmica.
- Conexión al carril mediante contacto insertado en el alma del carril.
- Conexión entre elementos conductores mediante soldadura exotérmica.
- Conexión entre elementos conductores mediante conectores mecánicos y de compresión.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Este documento será de aplicación para todos los sistemas de conexión eléctrica a carril que se suministren e instalen para CMS en la RFIG.

El sistema a utilizar en cada una de las conexiones (entre elementos conductores y los carriles) dependerá del servicio concreto que preste cada circuito eléctrico, de las condiciones ambientales de cada ubicación y de su criticidad.

Los sistemas de conexión eléctrica a carril pueden tener diversas aplicaciones, siendo una relación no exhaustiva la siguiente:

- Conexiones de alimentación de los sistemas de detección de tren.
- Conexiones de continuidad de los circuitos de vía.
- Conexiones de retorno de tracción.
- Conexiones de equipotencialidad del retorno de tracción.
- Conexiones de puesta a tierra de elementos de la infraestructura y edificación.
- Otras conexiones.

3.-DEFINICIONES Y TÉRMINOS EMPLEADOS

Las conexiones indicadas en las definiciones de este documento, independientemente del método con el que se efectúen, son realizadas entre elementos conductores eléctricos de cobre (Cu) o aluminio (Al) y con el carril.

Los diferentes tipos de conexión eléctrica que se recogen en este documento incluyen en su abreviatura como letra inicial la letra "C" de conexión como, por ejemplo, CSD, CSB, CCA.

Los términos y definiciones empleadas en este documento se recogen en la siguiente tabla.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Conexión de vía	Es aquel elemento conductor (cables y terminales) que se conecta al carril, incluyendo los contactos de estos elementos entre sí y a los carriles, que se realizan para cumplir las funciones técnicas requeridas por los diversos sistemas que utilizan los carriles para su funcionamiento y/o protección, como parte de un circuito eléctrico.
Sistemas y métodos de conexión	Son aquellos sistemas y métodos, mecánicos o metalúrgicos, utilizados para realizar conexiones entre los elementos conductores, o de alguno de los elementos conductores a los carriles.
Soldeo	Acción de unir dos elementos o partes de éstos fundiendo su propio material o mediante el aporte de un material de su misma clase o semejante.
Soldadura	Soldeo y producto del soldeo.
Reacción aluminotérmica	<p>Reacción química REDOX (Reducción-Oxidación) en la que el aluminio reduce a un óxido metálico, generándose óxido de aluminio y el metal fundido con una alta disipación de energía calorífica, siguiendo la siguiente ecuación estequiométrica¹:</p> $3 \text{ CuO} + 2 \text{ Al} \rightarrow 3 \text{ Cu} + \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{ Calor}$ $3 \text{ Cu}_2\text{O} + 2 \text{ Al} \rightarrow 6 \text{ Cu} + \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{ Calor}$ <p>(1) En el contexto de esta ET, el óxido metálico es óxido de cobre con lo que se genera, además del óxido de aluminio, cobre fundido.</p>
Soldadura exotérmica	<p>Método de soldeo que utiliza el calor generado en una reacción exotérmica de termita² (aluminotérmica) y que utiliza como metal de aporte el metal fundido producto de dicha reacción, o bien otro metal que se funde durante el proceso.</p> <p>(2) Mezcla de limaduras de aluminio y un óxido de otro metal que por inflamación reduce el óxido, obteniéndose el metal en estado puro (fundido) y un residuo de aluminio.</p>
CSD	Soldadura directa al carril: soldadura exotérmica que provoca fusión tanto en el conductor como en el carril (ap 1.1 del anejo 1, figura 1).
CSB	Soldadura a baja temperatura: soldadura en la que se unen metales de igual o distinta naturaleza, utilizando un metal de aporte que puede ser diferente a ambos, siendo el punto de fusión de dicho metal inferior al de los metales que se unen.
CSI	Soldadura indirecta al carril: soldadura exotérmica CSB que provoca fusión en el conductor, pero no en el carril (ap 1.2 del anejo 1, figura 2).
CSA	Soldadura exotérmica de Aluminio: soldadura exotérmica en la que el calor generado en la reacción aluminotérmica provoca la fusión de una aleación de aluminio que actúa como metal de aporte, disponiendo de dos circuitos independientes para el producto de la reacción y el metal fundido (ap 1.3 del anejo 1, figuras 3 y 4).
CSC	Soldadura exotérmica de cobre: soldadura exotérmica en la que el metal de aporte es el cobre generado en la reacción aluminotérmica.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
CCI	<p>Contacto insertado en el alma del carril: sistema mecánico que utiliza un casquillo que se aloja en un taladro (previamente realizado en el alma del carril³ y que, tras su expansión radial, asegura el adecuado contacto mecánico y eléctrico mediante un tornillo o bulón roscado (ap 2.1 del anejo 1, Figura 5).</p> <p>(3) Conforme a la NAV 3-0-7.0:2023</p>
Terminal	Elemento conductor unido al cable, en alguno de sus extremos, que permite su conexión a otros elementos conductores o a los carriles mediante tornillos y/o bulones.
Terminal para soldadura exotérmica	Terminal para ser unido al carril mediante CSD o CSI.
CAM	Apriete Mecánico: método por el que un terminal se une al cable conductor mediante apriete mecánico.
Cable de conexión	<p>Cualquiera de los cables⁴ que forma parte de las conexiones de vía.</p> <p>(4) Conforme a la ET 03.364.170.5:2017+M1:2020.</p>

Tabla 1. Abreviaturas y definiciones.

4.-CODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL

Los sistemas de conexión eléctrica a carril deberán codificarse según se indica en este apartado.

El código de cada sistema de conexión eléctrica a carril estará formado por cuatro dígitos, a, b, c y d, que indicarán, respectivamente, el tipo de conexión al carril, el tipo de terminal empleado o su ausencia, el tipo de cable y el tipo de conexión cable-terminal empleado.

Cada dígito de este código (a b c d) podrá adoptar, en función de las características, los valores que se indican en la tabla siguiente:

CODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL							
a		b		c		d	
Dígito	Tipo de conexión al carril	Dígito	Tipo de terminal	Dígito	Tipo de cable de conexión	Dígito	Tipo de conexión cable-terminal
1	CSI	0	sin terminal	1	Al	0	sin terminal
2	CCI	1	acero inox.	2	Cu	1	CSA
3	CSD	2	Cu / Cu estañado			2	CAM
		3	Al			3	CSC

Tabla 2. Codificación de los sistemas de conexión eléctrica a carril.

Los códigos de los sistemas de conexión eléctrica a carril que son objeto de esta ETV se indican en la siguiente tabla:

SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL OBJETO DE LA ETV					
Código	Tipo de conexión al carril	Tipo de terminal	Tipo de cable de conexión	Tipo de conexión cable-terminal	Anejo I (apartado)
1020	CSI	Sin terminal	Cu	Sin terminal	3.1
1111	CSI	Acero inox.	Al	CSA	3.2
1211	CSI	Cu	Al	CSA	3.3
2111	CCI	Acero inox.	Al	CSA	3.4
2211	CCI	Cu	Al	CSA	3.5
2222	CCI	Cu	Cu	CAM	-
2223	CCI	Cu	Cu	CSC	-
2312	CCI	Al	Al	CAM	3.6
3020	CSD	Sin terminal	Cu	Sin terminal	3.7
3211	CSD	Cu	Al	CSA	-

Tabla 3. Codificación de los sistemas de conexión eléctrica a carril que son objeto de esta ET.

La codificación del sistema de conexión se completará añadiendo a continuación un guion ('-') y la sección del cable (en mm²) para el que está diseñado dicho sistema (p.e.: Conexión 1111-120).

5.-REQUISITOS DEL SISTEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL

5.1.-REQUISITOS GENERALES

G-1	Los sistemas y métodos de conexión podrán ser mediante apriete mecánico o mediante soldadura. Podrán disponer de un punto de seccionamiento intermedio, en función de los requisitos para su correcto mantenimiento.
	Documentación de producto.
G-2	Independientemente del tipo de conexión al carril, no habrá afectación metalúrgica al acero del carril, evitando el riesgo de la aparición de fisuras o micro fisuras.
	UNE-EN 14587-1; NAV 3-0-7.0.

G-3	Los sistemas y tipos de conexión válidos mediante apriete mecánico serán: <ul style="list-style-type: none"> • CCI, para la conexión al carril. • CAM, para la conexión cable-terminal.
	Documentación de producto.

G-4	Los sistemas y tipos de conexión válidos mediante soldadura serán: <ul style="list-style-type: none"> • CSI, para cables de aluminio y cobre. • CSD, solamente en carriles al manganeso (ver T-10). • CSA, para cables de aluminio. • CSC, para cables de cobre.
	Documentación de producto.

G-5	El sistema y tipo de conexión deberá ser compatible con el material de los conductores que se unen (cables, terminales, carriles, tornillos y bulones).
	Documentación de producto.

G-6	Los sistemas y tipos de conexión mediante soldadura exotérmica (CSI, CSD, CSA, CSC) incluirán los siguientes elementos (o equivalentes) (Figura 4): <ul style="list-style-type: none"> • Molde: incluyendo tolva-crisol, canal de colada, cavidad de soldadura y alojamiento para el conductor a soldar. • Mezcla exotérmica. • Sistema de iniciación de la reacción aluminotérmica. • Sistema de sujeción al carril (si la conexión es al carril).
	Documentación de producto.

5.2.-REQUISITOS FUNCIONALES

F-1	El sistema tendrá que asegurar la compatibilidad e interoperabilidad entre el subsistema de CMS y el subsistema de energía.
	TMA/135/2023; RE (UE) 2023/1695.

F-2	El sistema tendrá que asegurar la compatibilidad e interoperabilidad entre el subsistema de CMS y el subsistema de infraestructura.
	TMA/135/2023; RE (UE) 2023/1695.

5.3.-REQUISITOS TÉCNICOS

T-1	Los cables empleados para realizar las conexiones especificadas en esta ETV estarán validados por Adif.
	ET 03.364.170.5; UNE EN 60228.
T-2	El metal de aporte que forme la unión en las conexiones mediante soldadura exotérmica será: <ul style="list-style-type: none"> • Cobre o aleación de cobre. • Estaño o aleación de estaño. • Aluminio o aleación de aluminio.
	Documentación de producto.
T-3	Durante la ejecución del sistema y método para CSI, se comprobará que la temperatura máxima alcanzada por el carril no excede la temperatura crítica A1 (eutectoide) del acero (730 °C).
	ET 03.360.155.0; NAV 3-3-2.1.
T-4	La sección eficaz del terminal será igual o mayor que la sección del cable, cuando el terminal y el cable de conexión sean del mismo material.
	Documentación de producto.
T-5	Cuando el terminal y el cable de conexión sean de materiales diferentes, la sección eficaz del terminal será tal que resulte con una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la del cable, cumpliendo al menos los siguientes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Sección del terminal de Cu $\geq 0,58$ Sección del cable de Al. • Sección del terminal de acero inox. $\geq 2,48$ Sección del cable de Al.
	IEEE 80-2013; RD 842/2002 (REBT).

T-6

El valor máximo de la resistencia óhmica de cada terminal será, en el caso de terminales de acero inox., la resistencia óhmica de un metro de cable de Al y, en el caso de terminales de Cu, el 15% de la resistencia de dicho cable, cumpliendo al menos los siguientes valores (para $\rho_{Al} = 2.82 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$):

Resistencia óhmica máx. de los terminales		
Sección conductor Al (mm ²)	Resistencia máx. de cada terminal de Cu (mW)	Resistencia máx. de cada terminal de acero inox. (mW)
16	265	1750
25	170	1125
35	120	800
50	85	550
70	60	400
95	45	295
120	35	235
150	28	185
185	22	150
240	17	115
300	14	90

Tabla 4. Resistencia óhmica máx. de los terminales en función de la sección de del conductor de Al.

Documentación de producto

T-7

El valor máximo de la resistencia óhmica de cada contacto será el 5% de la resistencia óhmica de un metro de cable de Al cumpliendo, al menos, los valores de la siguiente tabla:

Resistencia óhmica máx. de los contactos	
Sección conductor Al (mm ²)	Resistencia máx. de cada contacto (mW)
16	88
25	56
35	40
50	28
70	20
95	15
120	12
150	9
185	8
240	6
300	5

Tabla 5. Resistencia óhmica máx. de los contactos en función de la sección del conductor de Al.

Documentación de producto.

T-8	<p>Cada embalaje que comprenda el suministro del sistema de conexión eléctrica a carril deberá ir acompañado de una etiqueta en la que se indique, al menos, la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anagrama o nombre de Adif. • Anagrama o nombre del fabricante. • Código del sistema de conexión (según apartado 4 de esta ETV). • Sección máxima del cable que puede conectar. • Referencia del número de fabricación. • Mes y año de fabricación.
	Documentación de producto.

T-9	<p>Las etiquetas de los embalajes de los sistemas de conexión eléctrica a carril que incluyan soldadura exotérmica deberán indicar (adicionalmente a lo recogido en el requisito T-8) el material o materiales de los conductores con los que puede ser utilizado (ver requisito G-4).</p>
	Documentación de producto.

T-10	<p>En aquellos aparatos o elementos de vía que contengan un porcentaje de manganeso superior al 12 % podrá utilizarse tanto la soldadura directa como la soldadura indirecta.</p>
	NAV 3-6-0.1; ET 03.360.160.0.

5.4.-REQUISITOS DE INSTALACIÓN

El personal que ejecute las conexiones a carril deberá estar habilitado para la realización del trabajo conforme a lo indicado en la documentación del fabricante del sistema de conexión.

I-1	<p>Los sistemas y métodos de conexión se realizarán conforme al procedimiento especificado por el fabricante.</p>
	Documentación de producto; Manual del fabricante; Instalación piloto.

I-2	<p>Las conexiones realizadas mediante soldadura exotérmica deberán ser visualmente verificadas en base a indicaciones del fabricante, siendo necesario comprobar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que la sección de los conductores no se ha visto disminuida en la zona de unión más de un 5% y como consecuencia del proceso de soldadura. • Que el metal de aporte que forma parte de la soldadura no presenta defectos no admisibles, como por ejemplo exceso de porosidad o de escoria.
	<p>Documentación de Producto; Habilitación del instalador.</p>
I-3	<p>Las conexiones realizadas deberán verificarse mediante medición de su resistencia eléctrica, de modo que incluya tanto los elementos conductores como los contactos entre éstos y los carriles. Este valor de resistencia deberá ser inferior a la suma de la indicada en el requisito T-6 más la del requisito T-7 y la correspondiente a la longitud del cable (según requisito T-1).</p>
	<p>Documentación de producto; Manual del fabricante.</p>
I-4	<p>El tipo de conexión CSI se realizará sobre la cara superior del patín del carril, en su parte plana, según se muestra en el apartado 1.2 del anejo I de este documento.</p>
	<p>ET 03.360.161.8.</p>
I-5	<p>Los taladros para los sistemas con tipo de conexión CCI se ajustarán a lo indicado por Adif y deberán asegurar la integridad mecánica de los carriles.</p>
	<p>NAV 3-0-7.0.</p>
I-6	<p>De forma general, los cables de conexión se suministrarán con sus terminales hechos en fábrica/taller. También podrán ser realizados en vía respetando las condiciones ambientales adecuadas.</p>
	<p>Documentación de producto; Habilitación del instalador.</p>

5.5.-REQUISITOS MEDIAMBIENTALES

A-1	Los sistemas de conexión eléctrica a carril deben soportar las condiciones de atmósferas salinas y corrosivas sin sufrir alteración o variación de sus condiciones eléctricas.
	UNE-EN 50125-3; UNE-EN 50736; UNE-EN IEC 60068-2-11.
A-2	Los sistemas de conexión eléctrica a carril deben soportar las condiciones de temperatura esperables en todas las ubicaciones de la RFIG (-40 +70) °C.
	UNE-EN 50125-3; UNE-EN 50736; UNE-EN 50617-1; UNE-EN IEC 60068-2-14.
A-3	Los sistemas de conexión eléctrica a carril deben soportar las condiciones de vibración esperables en el entorno ferroviario.
	UNE-EN 50125-3; UNE-EN 50736; UNE-EN 60068-2-64.
A-4	Los sistemas de conexión eléctrica a carril deben soportar las condiciones de impactos esperables en el entorno ferroviario.
	UNE-EN 50125-3; UNE-EN 50736; UNE-EN 60068-2-27.
A-5	Los sistemas de conexión eléctrica a carril deben soportar las condiciones de descargas atmosféricas y fallos eléctricos derivados de contactos directos entre la catenaria y vía.
	UNE-EN 50125-3; UNE-EN 50736; UNE-EN 60243-1; UNE-EN 50121-4; UNE-EN 50122-1.

5.6.-REQUISITOS RAMS

5.6.1.-FIABILIDAD

FI-1	Los sistemas de conexión eléctrica a carril tendrán una vida útil mínima de 100.000 h.
	ET 03.365.311.4 y/o instalación piloto.

5.6.2.-DISPONIBILIDAD

D-1	Los sistemas de conexión eléctrica a carril dispondrán de una disponibilidad superior al 99,999 %.
	ET 03.365.311.4 y/o instalación piloto.

5.6.3.-MANTENIBILIDAD

M-1	En el caso de que se requiera de actuaciones de mantenimiento sobre los sistemas de conexión eléctrica a carril o estos deban facilitar las de otros elementos, se dispondrán de elementos de seccionamiento y/o desmontaje de aquéllos y de los medios necesarios para su restitución.
	Documentación de producto.

6.-ENSAYOS

Se realizarán los ensayos correspondientes al cumplimiento de las normas de referencia para la verificación de los requisitos del apartado 3 de este documento. En la tabla 6 'Ensayos de verificación de requisitos' se indican los ensayos para realizar dicha verificación.

La validación preliminar se obtendrá tras haber superado todos los ensayos indicados como 'Sí' en dicha tabla, pudiendo parte de ellos, previa aceptación por el Área Técnica, formar parte de la instalación piloto.

REQUISITO ET	NORMAS DE APLICACIÓN	ENSAYO	Ensayos validación preliminar	Ensayos validación piloto
G-1	Documentación de producto	Tipo de conexión al carril	SI	-
G-2	UNE-EN 14587-1 NAV 3-0-7.0	Integridad de los carriles	SI	-
G-3	Documentación de producto	Tipo de conexiones mecánicas	SI	-
G-4	Documentación de producto	Tipo de conexiones soldadas	SI	-
G-5	Documentación de producto	Compatibilidad entre elementos	SI	-
G-6	Documentación de producto	Componentes de las soldaduras	SI	-
F-1	TMA/135/2023 RE (UE) 2023/1695	Compatibilidad con Energía	SI	-
F-2	TMA/135/2023 RE (UE) 2023/1695	Compatibilidad con Infraestructura	SI	-

REQUISITO ET	NORMAS DE APLICACIÓN	ENSAYO	Ensayos validación preliminar	Ensayos validación piloto
T-1	ET 03.364.170.5 UNE EN 60228	Características de los cables	SI	-
T-2	Documentación de producto	Metal de aporte a la soldadura	SI	-
T-3	ET 03.360.155.0 NAV 3321	Laboratorio ENAC (Temperatura máxima del carril)	SI	-
T-4	Documentación de producto	Sección eficaz de las conexiones	SI	-
T-5	IEEE 80-2013 RD 842/2002 (REBT)	Laboratorio ENAC (Cambios de sección según materiales)	SI	-
T-6	Documentación de producto	Laboratorio ENAC (Resistencia de los terminales)	SI	-
T-7	Documentación de producto	Laboratorio ENAC (Resistencia de los contactos)	SI	-
T-8	Documentación de producto	Información de los embalajes	SI	-
T-9	Documentación de producto	Compatibilidad de los materiales	SI	-
T-10	NAV 3-6-0.1 ET 03.360.160.0	Laboratorio ENAC (Resistencia de los terminales)	SI	-
I-1	Documentación de producto Manual del Fabricante	Instalación Piloto (Control de Calidad del fabricante)	SI	SI
I-2	Documentación de producto Habilitación del instalador	Proceso de formación del fabricante (Control de calidad de las conexiones)	SI	-
I-3	Documentación de producto	Proceso de formación del fabricante	SI	-
I-4	ET 03.360.161.8	Instalación piloto (Ubicación de soldaduras en el carril)	SI	SI
I-5	NAV 3-0-7.0	Instalación piloto (Ejecución de los taladros)	SI	SI
I-6	Documentación de producto Habilitación del instalador	Condiciones de ejecución de soldaduras fábrica/taller vs. vía	SI	SI

REQUISITO ET	NORMAS DE APLICACIÓN	ENSAYO	Ensayos validación preliminar	Ensayos validación piloto
A-1	UNE-EN 50125-3 UNE-EN 50736 UNE-EN IEC 60068-2-11	Laboratorio ENAC (Atmósfera salina)	SI	-
A-2	UNE-EN 50125-3 UNE-EN 50736 UNE-EN 50617-1 UNE-EN IEC 60068-2-14	Laboratorio ENAC Instalación piloto (Temperaturas límites)	SI	-
A-3	UNE-EN 50125-3 UNE-EN 50736 UNE-EN 60068-2-64	Laboratorio ENAC (Vibración aleatoria)	SI	-
A-4	UNE-EN 50125-3 UNE-EN 50736 UNE-EN 60068-2-27	Laboratorio ENAC (Impacto – grado IK)	SI	-
A-5	UNE-EN 50125-3 UNE-EN 50736 UNE-EN 60243-1 UNE-EN 50121-4 UNE-EN 50122-1	Laboratorio ENAC (Descargas atmosféricas y fallo eléctrico)	SI	-
FI-1	ET 03.365.311.4	Instalación piloto (Vida útil)	-	SI
D-1	ET 03.365.311.4	Instalación piloto (Disponibilidad)	-	SI
M-1	Documentación de producto	Condiciones de mantenimiento	SI	SI

Tabla 6. Ensayos de verificación de requisitos.

7.-INSTALACIÓN PILOTO

Con el objeto de verificar los requisitos que así lo requieran, se dispondrá de una instalación piloto, bien en dependencias de Adif o en las que proponga el fabricante y sean aceptadas por el Área Técnica responsable de la validación, que cubrirá al menos las siguientes condiciones:

- La instalación piloto estará operativa durante un mínimo de un ciclo climático completo (un año natural).
- Se realizará una instalación piloto por cada sistema de electrificación para los que se efectúa la validación de las conexiones.
- Incluirá conexión o conexiones del tipo o tipos correspondientes a aquellos para los que se efectúa la validación, con sección o secciones del cable conductor representativas del conjunto total de las utilizables en la RFIG.
- Dispondrá de un equipo de monitorización y registro de parámetros para testeo de las conexiones de vía, con capacidad para monitorizar y registrar los siguientes parámetros:
 - Temperatura ambiente, humedad relativa y pluviometría.
 - Temperatura de las conexiones.
 - Intensidad de corriente que circula por las conexiones.
- El sistema registrará los parámetros indicados con una frecuencia de muestreo de 1 registro/segundo, detectando y registrando también los valores máximos que se produzcan. El acceso a la información podrá estar disponible de forma remota y en tiempo real.

El fabricante presentará una memoria técnica de la instalación piloto que debe recoger, al menos, los siguientes datos:

- Número de elementos y tipología a instalar.
- Propuesta del periodo de permanencia de dicho piloto mínimo de 12 meses.
- Propuesta de pruebas para verificación de cumplimiento de requisitos incluyendo como mínimo las indicadas en la tabla 6 como 'ensayos validación piloto' del apartado 4 de este documento.
- Plan de instalación incluyendo al menos:
 - Planificación de transporte, suministro y distribución en vía o lugar de instalación.
 - Recursos humanos y mecánicos a disponer para su instalación completa.
 - Cronograma con detalle de las actividades diarias.
- Plan de desmontaje, retirada y reposición, en su caso.

8.-VALIDACIÓN

8.1.-CONDICIONES GENERALES

El proceso de validación se regirá por lo establecido en el "Procedimiento para la validación de productos ferroviarios" vigente, regulándose todas sus fases desde la solicitud de validación hasta su validación definitiva. Conforme a las fases indicadas en dicho procedimiento, se procederá a:

1. Realizar los ensayos de verificación indicados en la tabla 6 como 'ensayos de validación preliminar' del apartado 6 de este documento. Superados satisfactoriamente estos ensayos se obtendrá la validación preliminar.
2. Realizar las pruebas de la instalación piloto, tras la obtención de la validación preliminar, descritas en el apartado 7 de este documento.

8.2.-LUGAR DE LOS ENSAYOS

Los ensayos, para la validación preliminar, deberán ser realizados en laboratorios adecuados, principalmente entidades acreditadas por ENAC para la aplicación de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, aceptados previamente por el Área Técnica de Adif, bajo la supervisión de personal técnico de una entidad propuesta por el fabricante, identificada como "Entidad Técnica de Seguimiento".

En el caso de que algún ensayo se realice en las dependencias del fabricante u otro organismo no acreditado por ENAC, el personal de la ETS deberá participar en él, documentando todas las condiciones de éste, recogiendo al menos, la idoneidad de los equipos, la cualificación de los operarios y el estado de calibración de todos los equipos de ensayo y medida.

8.3.-ENTIDAD TÉCNICA DE SEGUIMIENTO

La Entidad Técnica de Seguimiento (en adelante, ETS) será un organismo o empresa independiente del fabricante o proveedor del producto objeto de validación, acreditado por ENAC para las actividades de Inspección y Certificación en el Sector Ferroviario en aplicación de las normas UNE-EN ISO/IEC 17020 y UNE-EN ISO/IEC 17065 o similar como puede ser UNE-EN ISO/IEC 17021-1 y las normas específicas del Sector Ferroviario aplicables al producto, referidas en el correspondiente Anexo Técnico emitido por ENAC.

Se valorará, igualmente, que dicha ETS tenga experiencia en las actividades de evaluación de la conformidad de la validación y verificación conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17029 para los ensayos realizados en laboratorios acreditados conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Esta ETS será propuesta por el fabricante a Adif en la Fase de Solicitud del inicio del proceso de validación, debiendo ser aprobada por el Área Técnica responsable del proceso.

En el caso de que no exista en el mercado una ETS que cumpla con las condiciones para la interpretación, análisis y valoración técnica del resultado de los ensayos y pruebas, el fabricante puede proponer que las funciones de inspección recogidas en la norma de referencia sean efectuadas por entidades independientes de reconocido prestigio, que deberán acreditar en cada caso su cualificación para dicho desempeño, previa aprobación por el Área Técnica.

8.4.-SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE VALIDACIÓN

La entidad será la responsable de realizar la planificación inicial y el seguimiento de todas las actividades del proceso de validación. Sin perjuicio de las encomendadas por el fabricante, sus principales funciones serán:

- Presentar un informe de idoneidad para el desempeño de las funciones como Entidad Técnica de Seguimiento, el cual debe recoger las evidencias de la capacitación, experiencia e independencia de todos los medios humanos, así como los medios técnicos y materiales a utilizar en el proceso.
- Elaboración del plan de validación.
- Elaboración del plan de ensayos.
- Propuesta justificada de los laboratorios para la realización de los ensayos.
- Supervisión de la realización de los ensayos.
- Elaboración de los informes de validación de los ensayos.
- Elaboración del informe de la validación preliminar.
- Elaboración del plan de pruebas de la instalación piloto.
- Seguimiento de las pruebas de la instalación piloto.
- Elaboración de los informes de seguimiento de la instalación piloto.
- Elaboración del informe de la validación definitiva.
- Elaboración de toda aquella documentación solicitada por ADIF durante el desarrollo del proceso de validación.

8.5.-MUESTRAS A ENSAYAR

El proceso de validación de los sistemas de conexión eléctrica a carril que están incluidos en esta ETV distinguirá, en función del tipo de conexión al carril, los siguientes casos:

- Sistema de conexión eléctrica a carril que incluya conexión al carril mediante soldadura exotérmica.
- Sistema de conexión eléctrica a carril que incluya conexión al carril mediante contacto insertado en el alma.

Para cada uno de los casos, se procederá conforme a las siguientes condiciones:

1. Conexión de vía mediante soldadura exotérmica al carril:

Se prepararán dos conexiones soldadas a un carril 60E1, una con el cable de mayor sección y la otra con el de menor sección de la familia a validar, troceadas por planos representativos y preparadas para un ensayo metalográfico representativo del estado del acero del carril (requisito T-3).

Un cupón de carril 60E1 de al menos 1000 ± 10 mm de longitud con 2 conexiones soldadas, una a cada lado del patín en el punto medio del carril, con 2 cables de sección mayor y menor de la familia a validar, sobre los que se realizarán los ensayos del apartado 6.

Para los ensayos de los requisitos A-3 y A-4 el carril se sujetará mediante dos anclajes (en función del medio de prueba del laboratorio) con una distancia entre ellos de 600 mm, de la forma más aproximada a la instalación en vía con las conexiones en el punto medio entre dos traviesas.

Para los ensayos del requisito A-5, se aplicarán en primer lugar cinco ciclos de corriente de 2000 A en corriente continua, de 60 segundos de duración y un intervalo de relajación de 5 minutos entre ellos. Posteriormente se repetirá el ensayo aplicando una corriente de 1200 A en corriente alterna, con idénticas duraciones. A continuación, se aplicarán 4000 A, primero en corriente continua y luego en corriente alterna, en 3 ciclos con una duración de 200 milisegundos cada uno y unas pausas de 6 segundos entre el 1º y el 2º y de 20 segundos entre el 2º y 3º.

2. Conexión de vía mediante contacto insertado en el alma del carril:

Se seguirá el mismo esquema del punto 1 (a excepción del requisito T-3), realizándose en este caso ambas conexiones lo más cerca posible del eje del carril, cumpliendo con las condiciones establecidas en el apartado 3.2.3 de la NAV 3-0-7.0.

Antes y después de cada uno de los ensayos, se medirá la resistencia óhmica de la conexión (cables, terminales, insertos y soldaduras) no debiendo encontrarse una diferencia de la resistencia inicial superior al 5 % o de 200 $\mu\Omega$.

9.-NORMATIVA DEROGADA

Esta ETV deroga al documento ET 03.365.305.0 "Especificación técnica para la homologación y suministro de conexiones de vía". 2ª Edición: agosto de 1996.

10.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente ETV entrará en vigor en la fecha de su aprobación por el Comité de Normativa de Adif.

11.-NORMATIVA DE REFERENCIA

En el contenido de esta ETV 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, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

- [RE (UE) 2023/1695] Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1695 de la Comisión de 10 de agosto de 2023 sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de control-mando y señalización del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga el Reglamento (UE) 2016/919. Publicado en «DOUE» núm. 222, de 8 de septiembre de 2023. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- 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. Publicado en «BOE» núm. 42, de 18 de febrero de 2023. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- [RD 842/2002 (REBT)] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Publicado en «BOE» núm. 224, de 18 de septiembre de 2002. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- UNE-EN 14587-1:2019 - Aplicaciones ferroviarias. Infraestructura. Soldeo de nuevos carriles a tope por chispa. Parte 1: Carriles de grado R220, R260, R260Mn, R320Cr, R350HT, R350LHT, R370CrHT y R400HT en una instalación fija. Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC 17025:2017). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 50121-4:2017 - Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicaciones. Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 50122-1:2023 - Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos. Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 50125-3:2004 - Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 3: Equipos para telecomunicaciones y señalización (Corr:2010). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 50736:2025 - Aplicaciones ferroviarias. Sistema de comunicación, señalización y procesamiento. Requisitos de ensayo para equipos de señalización y telecomunicaciones. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en enero de 2026.) Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN IEC 60068-2-11:2021 - Procedimientos básicos de ensayos ambientales. Parte 2-11: Ensayos. Ensayo Ka: Niebla salina. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2021.). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN IEC 60068-2-14:2023 - Ensayos ambientales. Parte 2-14: Ensayos. Ensayo N: Variación de la temperatura. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2023.). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 60068-2-27:2011 - Ensayos ambientales. Parte 2-27: Ensayos. Ensayo Ea y guía: Choque. Agencia Estatal de Normalización (AENOR).

- UNE-EN 60068-2-64:2009 – Ensayos ambientales. Parte 2-64: Métodos de ensayo. Ensayo Fh: Vibración aleatoria de banda ancha y guía. Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 60228:2005 – Conductores de cables aislados. Agencia Estatal de Normalización (AENOR). Ensayos ambientales. Parte 2-14: Ensayos. Ensayo N: Variación de la temperatura. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2023.). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- UNE-EN 60243-1:2013 – Rigidez dieléctrica de los materiales aislantes. Métodos de ensayo. Parte 1: Ensayos a frecuencia industrial. (Ratificada por AENOR en octubre de 2013.). Agencia Estatal de Normalización (AENOR).
- IEEE 80-2013 – IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- NAV 3-0-7.0 – Requisitos para la ejecución de taladros en carril. Adif.
- NAV 3-3-2.1 – Soldadura aluminotérmica de carriles. Ejecución y recepción de soldaduras. Adif.
- NAV 3-6-0.1 – Desvíos. – Características de los tipos y modelos. Adif.
- ET 03.360.155.0 – Soldadura aluminotérmica de carriles. Adif.
- ET 03.360.160.0 – Carril de acero inoxidable para soldadura de corazones de acero moldeado al manganeso. Adif.
- ET 03.360.161.8 – Carril. Adif.
- ET 03.364.170.5 – Cables de energía unipolares para alta tensión con aislamiento extruido. Adif.
- ET 03.365.311.4 – Sistemas de detección de tren basados en circuitos de vía de audiofrecuencia. Adif.

I. Anejo 1. ESQUEMAS DE SISTEMAS DE CONEXIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO	PÁGINA
1.- SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL MEDIANTE SOLDADURA	24
1.1.-SOLDADURA DIRECTA AL CARRIL.....	24
1.2.-SOLDADURA INDIRECTA AL CARRIL	25
1.3.-CONEXIONES ESTRE ELEMENTOS CONDUCTORES REALIZADAS MEDIANTE SOLDADURA EXOTÉRMICA DE ALUMINIO	26
2.- SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL MEDIANTE CONECTORES MECÁNICOS	28
2.1.-CONEXIÓN MEDIANTE CONTACTO INSERTADO EN EL ALMA	28
3.- EJEMPLOS DE SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL	29
3.1.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI Y CABLE DE COBRE SIN TERMINAL (1020)	29
3.2.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI, TERMINAL DE ACERO INOXIDABLE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (1111).....	30
3.3.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI, TERMINAL DE COBRE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (1211)	31
3.4.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE ACERO INOXIDABLE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (2111).....	32
3.5.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE COBRE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (2211)	33
3.6.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE ALUMINIO, CABLE DE ALUMINIO Y CAM (2312)	34
3.7.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSD Y CABLE DE COBRE SIN TERMINAL (3020)	35

BORRADOR

1.-SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL MEDIANTE SOLDADURA

1.1.-SOLDADURA DIRECTA AL CARRIL

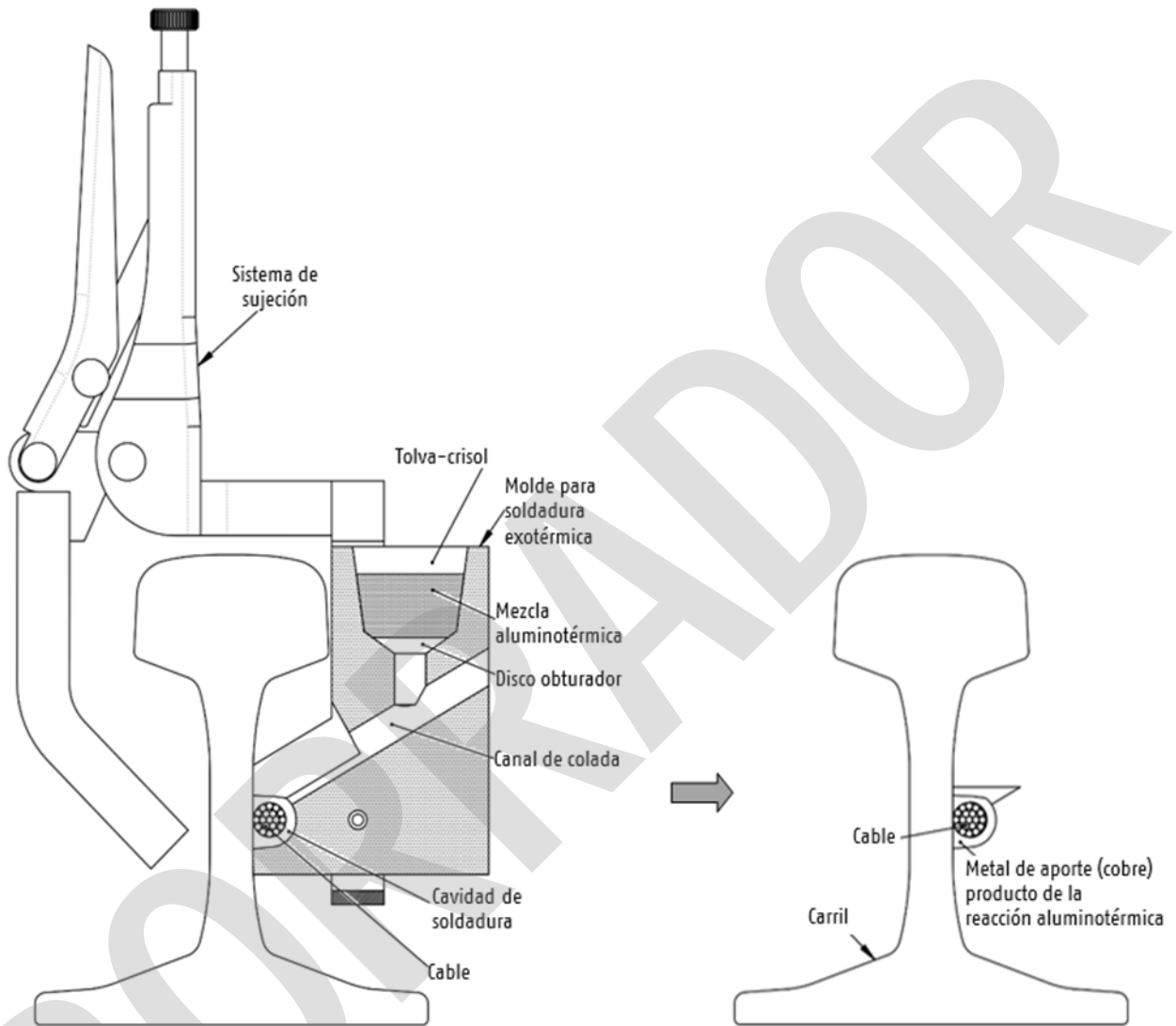


Figura 1.

1.2.-SOLDADURA INDIRECTA AL CARRIL

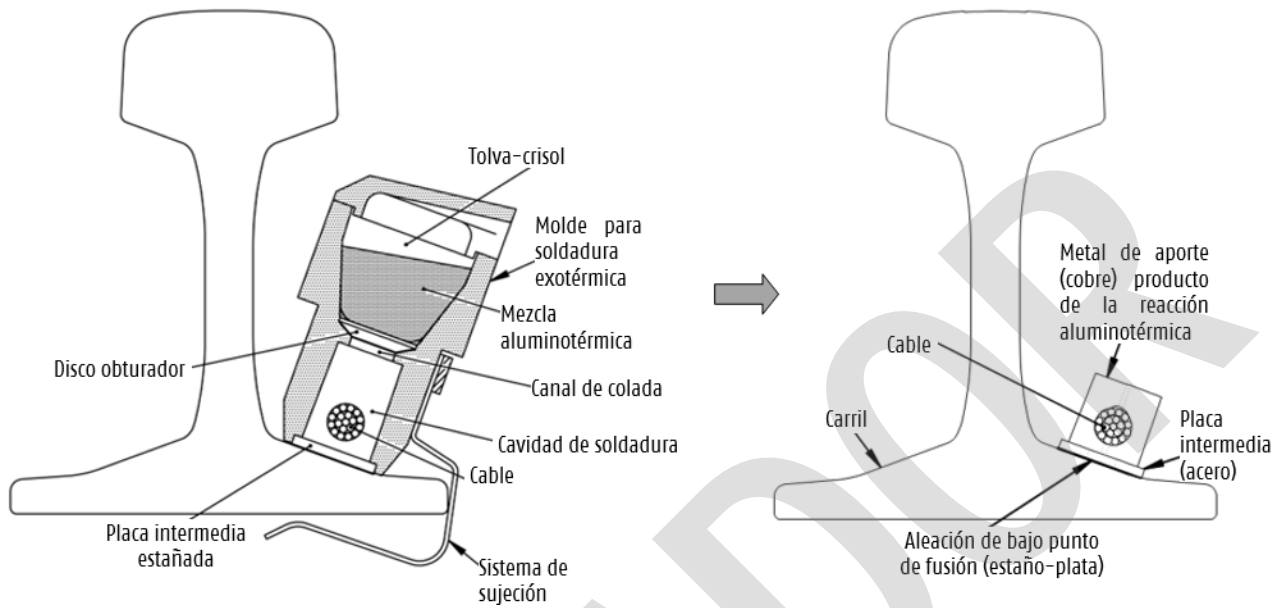


Figura 2.

1.3.-CONEXIONES ESTRE ELEMENTOS CONDUCTORES REALIZADAS MEDIANTE SOLDADURA EXOTÉRMICA DE ALUMINIO

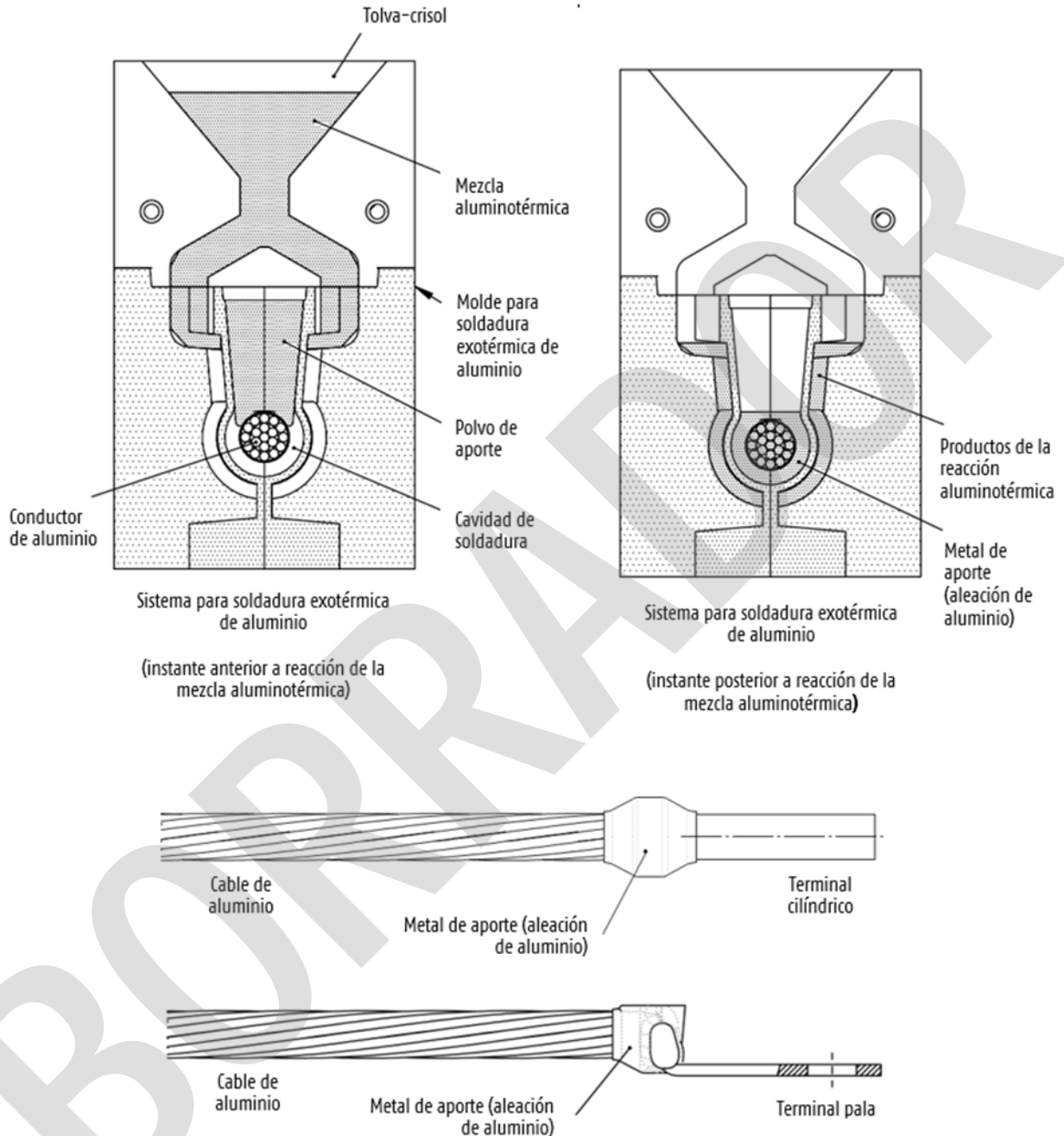


Figura 3.

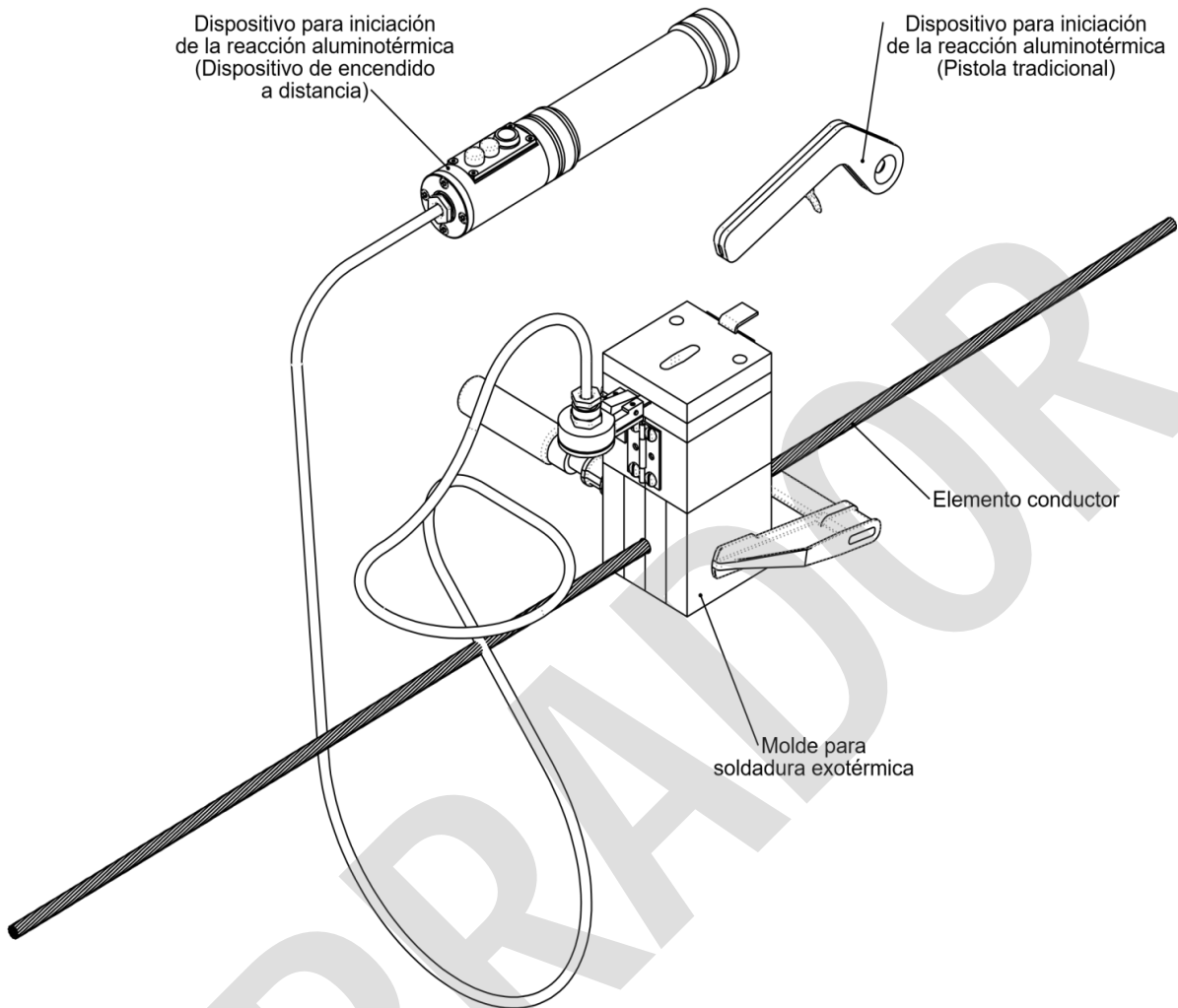


Figura 4.

2.-SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL MEDIANTE CONECTORES MECÁNICOS

2.1.-CONEXIÓN MEDIANTE CONTACTO INSERTADO EN EL ALMA

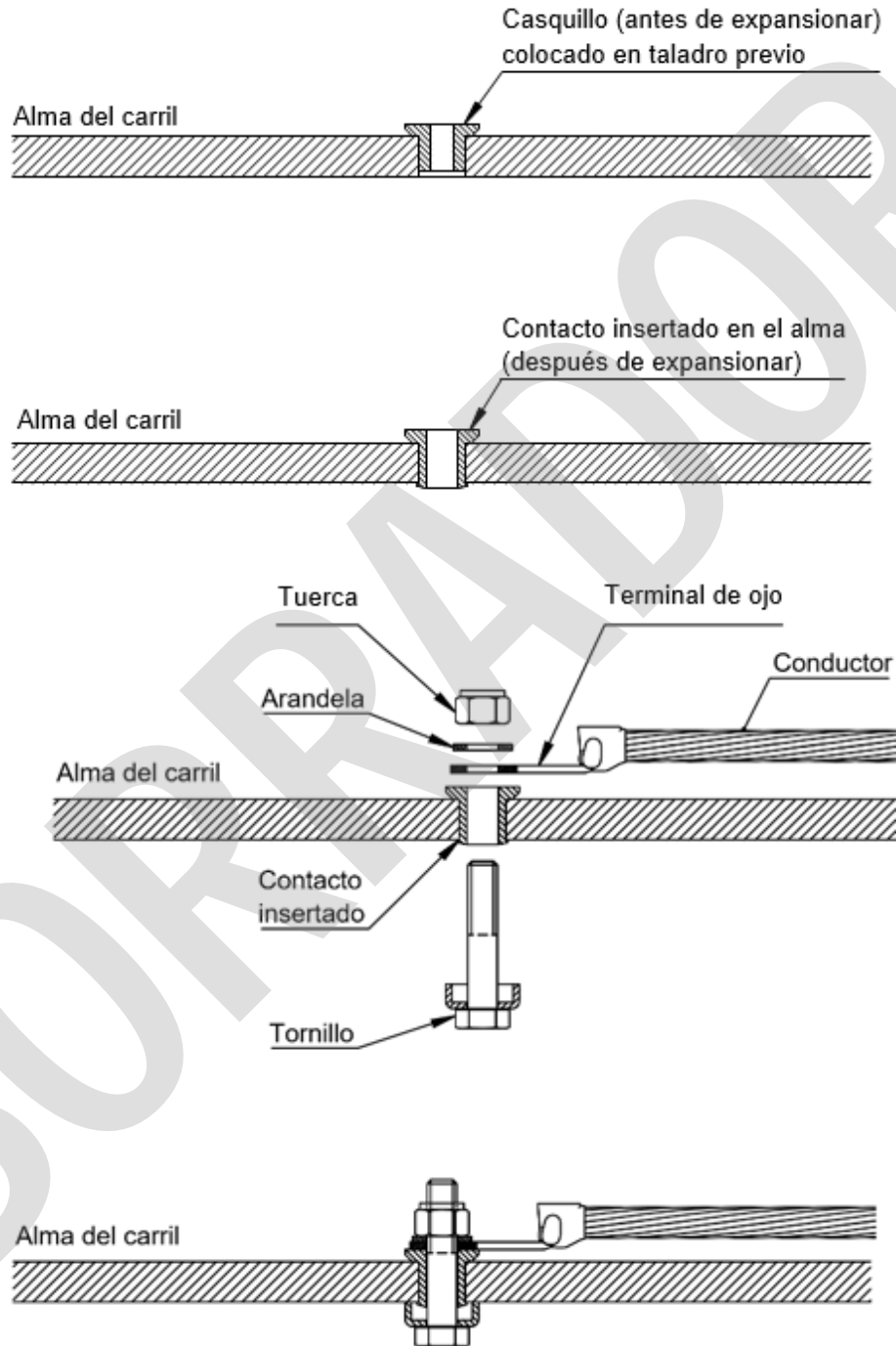


Figura 5.

3.-EJEMPLOS DE SISTEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA A CARRIL

3.1.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI Y CABLE DE COBRE SIN TERMINAL (1020)



Figura 6.

3.2.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI, TERMINAL DE ACERO INOXIDABLE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (1111)



Figura 7.

3.3.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSI, TERMINAL DE COBRE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (1211)



Figura 8.

3.4.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE ACERO INOXIDABLE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (2111)



Figura 9.

3.5.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE COBRE, CABLE DE ALUMINIO Y CSA (2211)



Figura 10.

3.6.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CCI, TERMINAL DE ALUMINIO, CABLE DE ALUMINIO Y CAM (2312)



Figura 11.

3.7.-CONEXIÓN DE VÍA QUE INCLUYE CSD Y CABLE DE COBRE SIN TERMINAL (3020)



Figura 12.

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